

METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO DIAGNÓSTICO DEL TÚNEL DE LA LÍNEA 12

Informe final



SYSTRA
MEXISTRA

Handwritten signature in blue ink, circled in blue.

Handwritten signature in blue ink.

METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

FICHA DE IDENTIFICACIÓN

| | |
|--------------------------|---|
| Contratante | Gobierno del Distrito Federal – Secretaría de Obras y Servicios |
| Proyecto | Metro de la Ciudad de México |
| Estudio | Diagnóstico del túnel de la línea 12 |
| Naturaleza del documento | Informe final |
| Fecha | 07/07/2015 |
| Nombre del archivo | Informe de diagnóstico del túnel |
| Referencia | L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1 |
| Confidencialidad | |
| Idioma del documento | Español |
| Número de páginas | 497 |

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

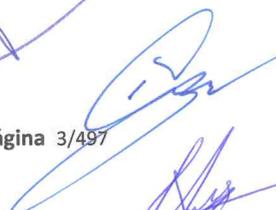
L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página 2/497

APROBACIÓN

| Versión | Nombre | Función | Fecha | Visa | Modificaciones |
|---------|--|--|------------|---|----------------|
| 1 | Autores: Denis KLIPFEL Mexistra | Experto de vía | 05/07/2015 | | |
| | Verificador: Pierre MANSOZ SYSTRA | Director de proyecto | 06/07/2015 | | |
| | Autorizado: Pierre SAUTJEAU | Director técnico | 07/07/2015 |  | |
| | Aprobación cliente: Ing. Jorge Armando Barrios Avila | Residente del contrato de Mexistra | 07/07/2015 | | |
| | Aprobación cliente: D.I. Rodrigo Ortiz de Zarate Cordova | Supervisó | 07/07/2015 |  | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

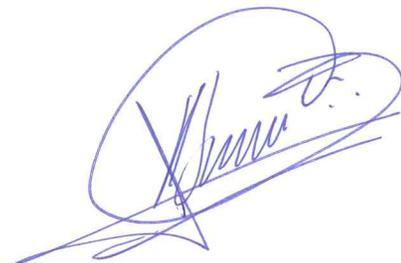

CONTENIDO

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 14 |
| 2. | LISTA DE ABREVIATURAS | 15 |
| 3. | LISTA TEXTOS REFERENCIALES | 17 |
| 3.1 | NORMAS EUROPEAS | 17 |
| 3.2 | NORMAS NORTEAMERICANAS | 18 |
| 3.3 | NORMAS “UNION INTERNATIONALE DES CHEMINS DE FER” (UIC) | 18 |
| 3.4 | NORMAS FRANCESAS | 20 |
| 3.5 | OTROS TEXTOS DE REFERENCIA | 20 |
| 4. | METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA LINEA 12 | 21 |
| 5. | DOCUMENTOS ENTREGADOS PARA REALIZAR EL ANALISIS | 23 |
| 5.1 | DOCUMENTOS ENTREGADOS POR EL PMDF A SYSTRA | 23 |
| 5.2 | DOCUMENTOS ENTREGADOS POR EL PMDF A MEXISTRA EN ARCHIVO ELECTRÓNICO | 26 |
| 5.3 | DOCUMENTOS ENTREGADOS POR EL PMDF A MEXISTRA EN FORMATO FÍSICO | 37 |
| 6. | PRESENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL TÚNEL. | 38 |
| 7. | INSPECCIÓN VISUAL DEL TÚNEL. | 46 |
| 7.1 | CONSTATAIONES GENERALES LUEGO DE LA INSPECCIÓN VISUAL | 46 |
| 7.2 | DIFERENTES COMPONENTES DE LA VÍA | 47 |
| 8. | EXAMEN DE LOS COMPONENTES DE LA VÍA FÉRREA | 47 |
| 8.1 | RIELES | 47 |
| 8.2 | DURMIENTES | 50 |
| 8.3 | SISTEMA DE FIJACIÓN | 52 |
| 8.4 | CONTRARRIEL EN LAS CURVAS | 53 |
| 8.5 | BALASTO | 54 |
| 8.5.1 | ESTATUS DEL BALASTO | 54 |
| 8.5.2 | DIAGRAMA DEL ESPESOR DE BALASTO EN EL TÚNEL | 56 |
| 8.6 | GEOMETRÍA DE LA VÍA Y NIVELACIÓN | 57 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 8.7 | APARATOS DE VÍA | 58 |
| 8.8 | SÍNTESIS DEL ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE LA VÍA | 62 |
| 9. | ANÁLISIS DEL TRAZADO DE VÍA | 63 |
| 9.1 | TRAZADO EN PLANTA | 63 |
| 9.1.1 | RADIO MÍNIMO Y LONGITUD MÍNIMA DE LOS ELEMENTOS | 63 |
| 9.1.2 | PERALTE MÁXIMO, INSUFICIENCIA DE PERALTE, VELOCIDAD MÁXIMA | 65 |
| 9.2 | PERFIL LONGITUDINAL | 67 |
| 10. | SINTESIS DEL ANALISIS DEL SISTEMA COMPLETO VÍA FÉRREA | 67 |
| 11. | ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA PLATAFORMA. | 68 |
| 11.1 | PRESENTACIÓN DE LOS ANÁLISIS PRELIMINARES | 68 |
| 11.2 | MEDICIONES. | 69 |
| 11.3 | ANÁLISIS ESPECÍFICO INTERTRAMO EJE CENTRAL – PARQUE DE LOS VENADOS. | 74 |
| 11.4 | NIVEL DE AGUA | 75 |
| 11.5 | CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS PRELIMINAR | 76 |
| 12. | ANÁLISIS DETALLADO DE LA PLATAFORMA DEL TÚNEL | 77 |
| 12.1 | INTRODUCCIÓN | 77 |
| 12.2 | ESTUDIO DEL PROYECTO “AS DESIGN” | 77 |
| 12.2.1 | ESTUDIO DEL PROYECTO “AS DESIGN” DE LA PLATAFORMA | 77 |
| 12.2.2 | CONCLUSIONES RELATIVAS AL DISEÑO DE LA PLATAFORMA DEL TÚNEL | 86 |
| 12.2.3 | CARACTERÍSTICAS DE LA SUBCAPA DEL TRAMO EN TÚNEL CON ESCUDO | 86 |
| 12.2.3.1 | Presentación | 86 |
| 12.2.3.2 | Características geotécnicas. | 87 |
| 12.2.3.2.1 | Composición granulometría | 87 |
| 12.2.3.2.2 | Características adicionales | 88 |
| 12.2.3.2.3 | Compactación - Relación resistencia/compactación: | 88 |
| 12.2.3.3 | Conclusiones relativas a la subcapa del tramo en túnel con escudo | 89 |
| 12.2.4 | CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO UTILIZADO EN LOS TRAMOS EN TÚNEL | 89 |
| 12.2.4.1 | Características del concreto ciclópeo | 89 |
| 12.2.4.2 | Conclusiones relativas al concreto ciclópeo | 90 |
| 12.2.5 | SISTEMA DE DRENAJE | 90 |
| 12.2.5.1 | Presentación | 90 |
| 12.2.5.2 | Análisis del proyecto del sistema de drenaje en el tramo en túnel con escudo | 90 |
| 12.2.5.3 | Conclusiones relativas al sistema de drenaje | 96 |
| 12.3 | ESTUDIO DE LA SITUACIÓN “AS BUILT” | 97 |

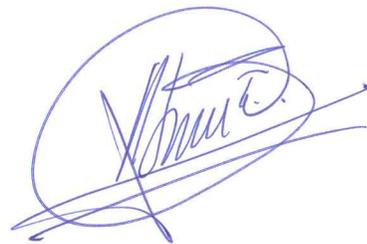
| | | |
|----------|--|-----|
| 12.3.1 | PRESENTACIÓN DE LOS PLANOS AS “AS BUILT” RECIBIDOS | 97 |
| 12.3.2 | METODOLOGÍA DE LAS PRUEBAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA OBRA | 102 |
| 12.3.3 | DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS | 102 |
| 12.3.3.1 | Pruebas para calificar la subcapa y sus desempeños | 102 |
| 12.3.4.1 | Lista de pruebas para calificar el concreto | 103 |
| 12.3.4.2 | Ubicación de las calas | 103 |
| 12.3.5 | PRUEBAS COMPLEMENTARIAS | 105 |
| 12.3.5.1 | Objetivo de las pruebas complementarias | 105 |
| 12.3.5.2 | Ubicación de las líneas georadar | 105 |
| 12.3.6 | PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EN RELACIÓN CON LA SUBCAPA | 108 |
| 12.3.6.1 | Composición granulométrica | 108 |
| 12.3.6.2 | Proporción de los elementos | 114 |
| 12.3.6.3 | Características adicionales. | 116 |
| 12.3.6.4 | Prueba con cono dinámico de penetración. | 120 |
| 12.3.6.5 | Ensayo Proctor AASHTO modificada ASTM D-1557 | 124 |
| 12.3.6.6 | Saturación de agua. | 127 |
| 12.3.6.7 | Conclusiones relacionadas a la calidad de la subcapa | 130 |
| 12.3.7 | PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EN RELACIÓN CON LA CAPA DE CONCRETO | 131 |
| 12.3.7.1 | Resultados de la pruebas para caracterizar el concreto | 131 |
| 12.3.7.2 | Conclusiones relacionadas al concreto ciclópeo | 132 |
| 12.3.8 | ANÁLISIS DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS | 133 |
| 12.3.8.1 | Levantamiento de los espesores de cada capa | 133 |
| 12.3.8.2 | Conclusiones relacionadas a los espesores de las capas | 139 |
| 12.3.9 | ANÁLISIS DEL SISTEMA DE DRENAJE | 139 |
| 12.3.9.1 | Recordatorio de los comentarios y de las conclusiones del análisis del diseño del sistema de drenaje en el tramo en túnel con escudo | 139 |
| 12.3.9.2 | Funcionamiento del sistema de drenaje | 140 |
| 12.3.9.3 | Levantamiento topográfico | 144 |
| 12.3.9.4 | Cárcamo de rebombeo dren cubeta – PK 24+490 | 151 |
| 12.3.9.5 | Conclusiones sobre el sistema de drenaje | 154 |
| 12.4 | RESUMEN Y ACCIONES CORRECTIVAS | 155 |
| 12.4.1 | RIELES | 155 |
| 12.4.1.1 | Conformidad con las especificaciones técnicas | 155 |
| 12.4.1.2 | Acciones Correctivas | 155 |
| 12.4.2 | DURMIENTES | 155 |
| 12.4.2.1 | Conformidad con las especificaciones técnicas | 155 |
| 12.4.2.2 | Verificación del sistema calidad durante la producción | 155 |
| 12.4.2.3 | Acciones Correctivas | 155 |
| 12.4.3 | FIJACIONES | 156 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 12.4.3.1 | Conformidad con las especificaciones técnicas | 156 |
| 12.4.3.2 | Verificación del sistema calidad a través de la producción | 156 |
| 12.4.3.3 | Análisis de la instalación de la vía | 156 |
| 12.4.3.4 | Acciones correctivas | 156 |
| 12.4.4 | BALASTO | 156 |
| 12.4.4.1 | Conformidad con las especificaciones técnicas | 156 |
| 12.4.4.2 | Espesor puesto en obra | 157 |
| 12.4.4.3 | Granulometría – Dureza (ensayos Los Ángeles y Micro-deval) | 157 |
| 12.4.4.4 | Acciones correctivas | 157 |
| 12.4.5 | APARATOS DE VÍA | 157 |
| 12.4.5.1 | Conformidad con las especificaciones técnicas | 157 |
| 12.4.5.2 | Acciones correctivas | 158 |
| 12.4.6 | CONTRARRIEL | 158 |
| 12.4.6.1 | Conformidad con las especificaciones técnicas | 158 |
| 12.4.6.2 | Acciones correctivas | 158 |
| 12.4.7 | TRAZO | 158 |
| 12.4.7.1 | Conformidad con las especificaciones técnicas | 158 |
| 12.4.7.2 | Acciones correctivas | 158 |
| 12.4.8 | CAPA DE GRAVA ARENA | 159 |
| 12.4.8.1 | Conformidad con las especificaciones técnicas de la capa de grava arena | 159 |
| 12.4.8.2 | Acciones correctivas | 159 |
| 12.4.9 | CAPA DE CONCRETO CICLÓPEO | 159 |
| 12.4.9.1 | Conformidad con las especificaciones técnicas del concreto ciclópeo | 159 |
| 12.4.9.2 | Acciones correctivas | 159 |
| 12.4.10 | SISTEMA DE DRENAJE | 159 |
| 12.4.10.1 | Conformidad con las especificaciones técnicas del sistema de drenaje | 159 |
| 12.4.10.2 | Acciones correctivas | 160 |
| 12.4.11 | ACCIONES CORRECTIVAS GENERALES EN RELACIÓN CON EL TRAMO DEL EN TÚNEL CON ESCUDO | 160 |
| 13. | ETAPAS SIGUIENTES | 161 |
| 14. | ANEXOS | 162 |
| <hr/> | | |
| 14.1 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 21+530 | 162 |
| 14.2 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 21+600 | 174 |
| 14.3 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 21+750 | 182 |
| 14.4 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 22+050 | 192 |
| 14.5 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 22+300 | 204 |
| 14.6 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 22+590 | 212 |
| 14.7 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 23+090 | 224 |




| | | |
|-------|--|-----|
| 14.8 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 23+390 | 232 |
| 14.9 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 23+650 | 244 |
| 14.10 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 24+173 | 252 |
| 14.11 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 24+273 | 260 |
| 14.12 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 24+423 | 268 |
| 14.13 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 24+579 | 280 |
| 14.14 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 24+733 | 292 |
| 14.15 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 24+794 | 304 |
| 14.16 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 24+900 Y 24+920 | 312 |
| 14.17 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 25+230 Y 25+250 | 327 |
| 14.18 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 25+640 | 341 |
| 14.19 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 25+770 | 349 |
| 14.20 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 25+970 | 361 |
| 14.21 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 26+320 | 369 |
| 14.22 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 26+380 | 377 |
| 14.23 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 26+540 | 389 |
| 14.24 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 26+900 | 396 |
| 14.25 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 27+120 | 405 |
| 14.26 | RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PK 27+350 | 413 |
| 14.27 | REPORTE FINAL CONCRETO KM 24 + 910-25+240 | 425 |
| 14.28 | REPORTE FINAL CONCRETO KM 24 + 423 | 427 |
| 14.29 | REPORTE FINAL CONCRETO KM 21+530 | 429 |
| 14.30 | REPORTE FINAL CONCRETO KM 20+130 Y 22+300 | 431 |
| 14.31 | CALIBRACIÓN DE LOS MICRÓMETROS | 433 |
| 14.32 | CALIBRACIÓN DE ANILLOS DE CARGA | 462 |
| 14.33 | CALIBRACIÓN DE BALANZAS | 479 |
| 14.34 | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL PENETROMETRO DINÁMICO | 489 |
| 14.35 | DGOP-RL12-14-LEV-14-001_026_C 24+020-24+395 | 491 |
| 14.36 | DGOP-RL12-14-LEV-14-001_026_C 24+785-24+395 | 492 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 14.37 | DGOP-RL12-14-LEV-14-001_026_C 25+190-24+785 | 493 |
| 14.38 | DGOP-RL12-14-LEV-14-001_026_C 25+295-25+190 | 494 |
| 14.39 | LÍNEA 12_EJE CENTRAL - PARQUE VENADOS_DRENAJE 1 | 495 |
| 14.40 | LÍNEA 12_EJE CENTRAL - PARQUE VENADOS_DRENAJE 2 | 496 |



INDICE DE LAS FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 1. | Principio del "Ciclo en V" | 21 |
| Figura 2. | Esquema de la estructura del túnel. | 39 |
| Figura 3. | Sección del túnel del PK20+326 al PK21+300. | 40 |
| Figura 4. | Sección del túnel del PK21+300 al PK22+470. | 41 |
| Figura 5. | Sección del túnel del PK22+470 al PK22+900. | 42 |
| Figura 6. | Sección del túnel del PK22+900 al PK 27+390. | 43 |
| Figura 7. | Sección del túnel de la estación Insurgentes hasta el final de la Línea. | 44 |
| Figura 8. | Sección en cajón, del inicio del túnel hasta el PK20+327. | 45 |
| Figura 9. | El espesor de balasto en el túnel varía de 28 a 81 cm | 56 |
| Figura 10. | Comunicación 13/23 | 58 |
| Figura 11. | Esquema de la medición de altura de agua en la subcapa | 68 |
| Figura 12. | Altura de agua en el dren | 75 |
| Figura 13. | Sección del túnel tipo 1 (del PK20+326 al PK21+300) según el plano PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01. | 78 |
| Figura 14. | Sección del túnel tipo 2 (del PK21+300 al PK22+470) según el plano PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01. | 79 |
| Figura 15. | Sección del túnel tipo 3 (del PK22+470 al PK22+900) según el plano PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01. | 80 |
| Figura 16. | Sección del túnel tipo 4 (del PK22+900 al PK 27+390) según el plano PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01. | 81 |
| Figura 17. | Sección transversal (tipo 4) del túnel según plano PMDF-10-IHS-612255-III-0001-32052-P-00 | 82 |
| Figura 18. | Sección transversal (tipo 4) del túnel según plano PMDF-10-IHS-612255-III-0001-32052-P-00 | 83 |
| Figura 19. | Sección del túnel de la estación hasta el final de la Línea. | 84 |
| Figura 20. | Sección del túnel de la estación Atlalilco hasta el PK20+357. | 85 |
| Figura 21. | Relleno grava-arena (tipo base) | 86 |
| Figura 22. | Representación gráfica de la granulometría aceptable | 88 |
| Figura 23. | Proctor : relación densidad / contenido de agua | 89 |
| Figura 24. | Sección transversal del sistema de drenaje con las coladeras de piso (pk 24+680 al pk 25+313) | 91 |
| Figura 25. | Sección tipo 4 (PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01) | 92 |
| Figura 26. | Tubo central del sistema de drenaje | 92 |
| Figura 27. | Vista en planta del sistema de drenaje | 93 |
| Figura 28. | Vista isométrica de un registro del sistema de drenaje | 93 |
| Figura 29. | Trazado del sistema del drenaje (tipo-extracto de plano PMDF-10-IHS-612255-III-0002-32053-P-00) | 94 |
| Figura 30. | Perfil longitudinal del sistema del drenaje (extracto de plano PMDF-10-IHS-612255-III-0002-32053-P-00) | 95 |
| Figura 31. | Sección del cajón según el plano PMDF-12-IHS-612225-IV-0001-13416-P-AB (del PK18+958 al PK19+418). | 97 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 32. | Sección del túnel según el plano PMDF-12-IHS-612225-IV-0004-13419-P-AB (del PK20+368 al PK20+848). | 98 |
| Figura 33. | Sección del túnel según el plano PMDF-12-IHS-612235-IV-0001-30075-P-AB (del PK21+677 al PK22+190). | 99 |
| Figura 34. | Sección del túnel según el plano PMDF-12-IHS-612255-IV-0001-32052-P-AB (del PK24+029 al PK24+680). | 100 |
| Figura 35. | Sección del túnel según el plano PMDF-12-IHS-612285-IV-0001-34006-P-AB (del PK26+771 al PK27+395). | 101 |
| Figura 36. | Explicaciones de la ubicación de las calas en el tramo “Parque de los Venados – Eje Central” | 103 |
| Figura 37. | Explicaciones de la ubicación de las calas en el tramo “ en el resto del túnel” | 104 |
| Figura 38. | Pruebas en las calas | 104 |
| Figura 39. | Explicaciones de la ubicación de las líneas georadar | 105 |
| Figura 40. | Ejemplo de línea georadar con ubicación del tubo del dren | 106 |
| Figura 41. | Principio del levantamiento | 106 |
| Figura 42. | Ejemplo de análisis georadar PK 24+948.2 | 107 |
| Figura 43. | Ejemplos de resultados de granulometría (muestra PK 24+900) | 108 |
| Figura 44. | Granulometría de las muestras de grava arena | 113 |
| Figura 45. | Proporción de los elementos Grava, Arena, y Elementos Finos | 114 |
| Figura 46. | Estratos del documento PMDF-11-MS-612290-III-0301-51442-E-00 | 115 |
| Figura 47. | Estratos del documento PMDF-11-MS-612290-III-0301-51442-E-00 | 116 |
| Figura 48. | Ejemplos de resultados de granulometría (muestra PK 26+380) | 117 |
| Figura 49. | Limite liquido de la grava arena | 118 |
| Figura 50. | Índice plástico de la grava arena | 119 |
| Figura 51. | Presentación del Cono Dinámico de Penetración (CDP) | 121 |
| Figura 52. | Representación gráfica de la compactación con CDP | 123 |
| Figura 53. | Ejemplos de resultados de granulometría (muestra PK 24+733) | 124 |
| Figura 54. | Representación gráfica de la compactación | 126 |
| Figura 55. | Ejemplos de resultados de clasificación visual y de contenido de agua (muestra PK 21+600) | 128 |
| Figura 56. | Contenido de agua y presencia de agua en el balasto | 129 |
| Figura 57. | Representación gráfica de la resistencia del concreto | 132 |
| Figura 58. | Espesor de balasto medido en las calas | 136 |
| Figura 59. | Espesor de relleno de grava arena medido en las calas | 137 |
| Figura 60. | Niveles de las capas previstas en el proyecto y actuales por mediciones con georadar | 138 |
| Figura 61. | Explicación de los daños | 145 |
| Figura 62. | Registro en contacto con los durmientes | 146 |
| Figura 63. | Línea de georadar de un registro en contacto con los durmientes | 147 |
| Figura 64. | Análisis georadar de un registro en contacto con los durmientes | 148 |
| Figura 66. | Distancia entre el eje del túnel y el sistema de drenaje | 149 |
| Figura 67. | Perfil longitudinal del dren en relación con el nivel del fondo cubeta en el tramo “Parque de los Venados-Eje Central” | 150 |
| Figura 68. | Cárcamo adicional | 152 |
| Figura 69. | Detalle de cárcamo adicional | 153 |

INDICE DE LAS TABLAS

| | | |
|----------|--|-----|
| Tabla 1 | Lista de abreviaturas | 16 |
| Tabla 2 | Lista de textos referenciales-Europa | 17 |
| Tabla 3 | Lista de textos referenciales-USA | 18 |
| Tabla 4 | Lista de textos referenciales-UIC | 19 |
| Tabla 5 | Lista de textos referenciales-Francesas | 20 |
| Tabla 6 | Lista de textos referenciales | 20 |
| Tabla 7 | Lista de documentos túnel 1 | 25 |
| Tabla 8 | Lista de documentos túnel 2 | 36 |
| Tabla 9 | Lista de los aparatos de vía 1 | 59 |
| Tabla 10 | Lista de los aparatos de vía 2 | 60 |
| Tabla 11 | Resumen de las curvas de radio inferior a 350 m donde existen elementos de trazo que no cumplen la longitud mínima exigida | 64 |
| Tabla 12 | Lista de curvas en las que se debe reducir el peralte | 66 |
| Tabla 13 | Requerimientos de granulométricos para una base hidráulica | 87 |
| Tabla 14 | Características adicionales | 88 |
| Tabla 15 | Lista de pruebas para calificar la capa de grava arena | 102 |
| Tabla 16 | Lista de pruebas para calificar el concreto | 103 |
| Tabla 17 | Lista y objetivos de las pruebas adicionales | 105 |
| Tabla 18 | Resultados obtenidos con CDP | 122 |
| Tabla 19 | Resultados obtenidos con Proctor | 125 |
| Tabla 20 | Resultados de caracterización del concreto ciclópeo | 131 |
| Tabla 21 | Presencia de manta elastomérica en las calas | 134 |
| Tabla 22 | Espesores de las capas medidos en las calas | 135 |

INDICE DE LAS FOTOS

| | | |
|----------|--|----|
| Foto 1. | Head-checking vía 2 Pk 19+075, cerca de la Estación Atlalilco. | 48 |
| Foto 2. | fluencia del hongo – Estación Atlalilco Curva N° 37 –vía 2 – PK 19+185 | 48 |
| Foto 3. | Desgaste ondulatorio de amplitud 5-6 cm - Estación Mixcoac vía 2 PK 28+450 | 49 |
| Foto 4. | Durmientes fracturados 25+880.5 y 25+881 fila "A" | 50 |
| Foto 5. | Nabla rota - PK 25+111 | 52 |
| Foto 6. | Nabla fisurada, marcada con gis la fisura 25+678 fila "C" | 53 |
| Foto 7. | Tornillo de contra riel roto – PK 25+618 Fila D | 54 |
| Foto 8. | El balasto contiene una cantidad de finos importante - PK 24+200 | 54 |
| Foto 9. | Muchos elementos pequeños PK 23+800 | 55 |
| Foto 10. | Desgaste ondulatorio en la contra-aguja-Comunicación 13/23 | 59 |
| Foto 11. | Desgaste geométrico-Comunicación 13/23 | 60 |
| Foto 12. | Desgaste geométrico-Comunicación 13/23 | 61 |
| Foto 13. | Desgaste ondulatorio-Comunicación 13/23 | 61 |

| | | |
|----------|--|-----|
| Foto 14. | Desgaste ondulatorio – Aparato de vía 13/23 | 62 |
| Foto 15. | Problema de punto bajo. Éste está en el PK 24+500, y la bomba está ubicada al km 24+888. | 74 |
| Foto 16. | Prueba de compresión de núcleo de concreto con mucha humedad (PK19+600) | 131 |



1. INTRODUCCIÓN

La línea 12 del metro de la Ciudad de México fue abierta al público el 30 de octubre del 2012 y es operada con material rodante de tipo ferroviario construido por CAF.

La línea 12 se localiza al sur de la Ciudad de México con dirección oriente-poniente. Tiene una longitud total de vía de 24.5 km, de los cuales 20.28 km son utilizados para servicio de pasajeros, (aproximadamente 11 km corren en túnel de Mixcoac a Atlalilco).

Durante la etapa de realización de pruebas previa a la puesta en servicio de la línea, se empezó a detectar un desgaste ondulatorio prematuro en algunas zonas de curva. Ya en operación, se empezaron a observar fallas estructurales de la vía, al presentarse en el sistema piezas dañadas (durmientes, fijaciones del riel, ruptura de fijaciones de aparatos de dilatación) y una generalización del desgaste ondulatorio del riel en curvas acompañado de desgaste anormal de las ruedas de los trenes que afectaron al funcionamiento y la seguridad de la operación de la línea. Por todo ello, el 12 de marzo del 2014 el servicio de pasajeros fue suspendido entre las estaciones Tláhuac y Atlalilco.

De acuerdo al programa del primer contrato, en su informe de diagnóstico, SYSTRA detectó un cierto número de fallas, particularmente al nivel del diseño, de la realización y del mantenimiento, que permiten explicar las problemáticas encontradas sobre la línea 12, **en su tramo en viaducto**. En el marco del anterior contrato, SYSTRA emitió una lista de **acciones correctivas** a implementar.

Este peritaje constaba de 5 fases:

1. Un diagnóstico
2. Una lista de acciones correctivas a realizar
3. Un proyecto ejecutivo
4. La supervisión del trabajo de rehabilitación con una dirección técnica del proyecto durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre 2014
5. Una asistencia a la certificación con el fin de poder reanudar la operación de la línea en seguridad con un nivel de mantenimiento aceptable

Como recordatorio, el **diagnóstico** se establecía en base a:

- La documentación técnica del proyecto,
- Las inspecciones de los diferentes sistemas (vía, material rodante, obra civil),
- Las notas de cálculo,
- Los estudios y pruebas realizadas por TSO,
- Las pruebas dinámicas realizadas en la vía.

En este contexto, la Secretaría de Obras y Servicios del GDF solicitó una prestación a MEXISTRA con el fin de conocer las causas y dar solución a la problemática presentada en el tramo en túnel de la Línea 12 incluyendo los sistemas de vía, plataforma de la vía y sistema de drenaje.

Metro de la Ciudad de México

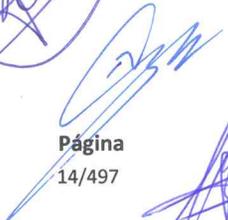
Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
14/497



2. LISTA DE ABREVIATURAS

| Abreviatura | Definición |
|-------------|--|
| Arema | Norma norteamericana |
| CR | Contra-riel |
| EN | Norma europea |
| JAP | Junta aislante pegada |
| LRS | Largos rieles soldados |
| MR | Material rodante |
| PK | Placa kilométrica |
| PMDF | Proyecto Metro Distrito Federal |
| SA | Soldadura aluminotérmica |
| STC | Sistema de Transporte Colectivo - |
| UCI | Union internationale des chemins de fer |
| NUM | Número |
| PI | Punto de inflexión |
| RC | Radio de curva |
| Lcl | Longitud de clotoide |
| V | Velocidad |
| dp | Diferencia de peralte |
| i (o l) | Insuficiencia de peralte |
| CT | Punto de paso de la clotoide a la tangente |
| CC | Punto de paso de la clotoide a la curva circular y viceversa según el sentido de los cadenamientos |
| TC | Punto de paso de la tangente a la clotoide |
| LA | Longitud de aplicación |
| S | Sentido |
| A | Eje |
| G | Izquierda |
| D | Derecha |

| Abreviatura | Definición |
|---------------------|--|
| hp | Peralte práctico |
| ht | Peralte teórico |
| p | Pendiente |
| $\Delta i/\Delta t$ | Velocidad de variación de insuficiencia de peralte |
| CDP | Cono dinámico de Penetración |
| SNCF | Sociedad nacional de ferrocarriles de Francia |
| UTM | Universal Transversal de Mercator |

Tabla 1 Lista de abreviaturas



3. LISTA TEXTOS REFERENCIALES

3.1 Normas Europeas

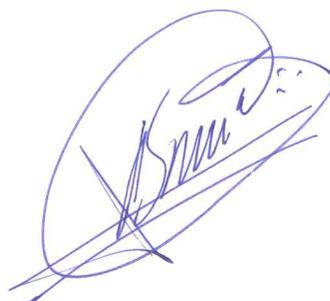
| Referencia | Titulo |
|-----------------|---|
| EN 1 997-1 | Eurocode 7 : calcul géotechnique - Partie 1 : règles générales - |
| EN 1 997-2 | Eurocode 7 : calcul géotechnique - Partie 2 : reconnaissance des terrains et essais |
| EN 13 146-1 à 9 | Méthode d'essai pour les systèmes de fixation |
| EN 13 230 1-2-5 | Traverses béton monobloc |
| EN 13 231-1 à 8 | Travaux de voie ballastée - Qualité géométrique de la voie |
| EN 13 232-1 à 6 | Appareils de voie |
| EN 13 232-8 | Appareils de dilatation |
| EN 13 450 | Granulats pour ballast Voies Ferrées |
| EN 13 481-1 à 7 | Systèmes de fixation |
| EN 13 674-1 | Rails Vignole de masses supérieure ou égale à 46kg/m |
| EN 13 674-3 | Contre Rails |
| EN 13 803-1 | Paramètres de conception du tracé de la voie – Voie courante |
| EN 13 848-5 | Evaluation de la qualité géométrique de la voie |
| EN 14730-1-2 | Soudure Aluminothermique |
| EN 13715 | Railway applications. Wheelsets and bogies. Wheels. Tread profile |
| EN 14363 | Railway applications. Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles. Testing of running behavior and stationary tests |
| EN 50215 | Railway applications. Rolling stock. Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service |
| EN 15427+A1 | Railway applications. Wheel/rail friction management. Flange lubrication |

Tabla 2 Lista de textos referenciales-Europa

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

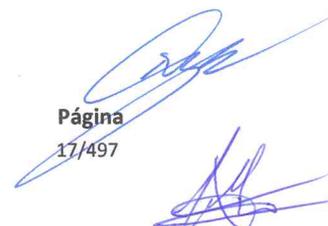
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
17/497



3.2 Normas Norteamericanas

| Referencia | Titulo |
|---|----------------------|
| Arema 1997 Volume 1 Track – Chapter 1 Roadway & ballast | 2 - Ballast |
| Arema 2003 Volume 1 Track – Chapter 4 | Rails |
| AREMA ASTM D 698 –AASHTO-T-180 | compactación Proctor |

Tabla 3 Lista de textos referenciales-USA

3.3 Normas “Union internationale des chemins de fer” (UIC)

| Referencia | Titulo |
|------------|---|
| 406 | Capacity |
| 433 | Standard General Conditions (SGC) for the introduction into service and operation of privately owned wagons |
| 453 | Procedures for air brake tests effected with a powered unit – Provisions concerning international trains |
| 500 | Standardisation of transport stock and components. Principles, procedures, results |
| 505-1 | Railway transport stock – Rolling stock construction gauge |
| 506 | Rules governing application of the enlarged GA, GB, GB1, GB2, GC and GI3 gauges |
| 510-2 | Trailing stock: wheels and wheelsets. Conditions concerning the use of wheels of various diameters |
| 511 | Trailing stock – Wheelbase |
| 518 | Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behaviour - Safety - Track fatigue - Ride quality |
| 541-08 | Brakes – Regulations concerning manufacture of the different brake parts : Derailment detectors for wagons |
| 541-1 | Brakes – Regulations concerning the design of brake components |
| 541-5 | Brakes – Electropneumatic brake (ep brake) – Electropneumatic emergency brake override (EBO) |
| 544-1 | Brakes – Braking power |
| 544-2 | Conditions to be observed by the dynamic brake of locomotives and motor coaches so that the extra braking effort produced can be taken into account |

| Referencia | Titulo |
|---------------|---|
| | for the calculation of the braked-weight |
| 567 | General provisions for coaches |
| 600 | Electric traction with aerial contact line |
| 608 | Conditions to be complied with for the pantographs of tractive units used in international services |
| 615-0 | Tractive units – Bogies and running gear – General provisions |
| 615-1 | Tractive units – Bogies and running gear – General conditions applicable to component parts |
| 710 | Minimum track gauge in curves |
| 715-1 | Application of digital track geometry analysis to the planning of tamping and lining/levelling work |
| 715-2 | Recommendations for management of rails |
| 716 | Maximum permissible wear profiles for switches |
| 730-3 | Automatic warning of track maintenance gangs |
| 732 | Principles for signaling trains routes using wayside signals |
| 774-1 | Recommendations for the fatigue design of railway bridges in reinforced and prestressed-concrete |
| 774-3 | Track - bridge Interaction. Recommendations for calculations |
| 794-1 | Pantograph/overhead line interaction for DC - electrified railway lines |
| 813 | Technical specification for the supply of wheelsets for tractive and trailing stock - Tolerances and assembly |
| UIC ORE S1002 | Standardisation of wheel profile |

Tabla 4 Lista de textos referenciales-UIC




3.4 Normas francesas

| Referencia | Título |
|----------------|--|
| NF-F-03-402 | Railway transport equipment. Wheel sets for standard gauge rolling stock. Theoretical wheel profile V of 135 mm. |
| PR NF-P-18-545 | Granulats - Éléments de définition, conformité et codification |
| IN-0227 | Aparatos de dilatación para largo riel soldado |

Tabla 5 Lista de textos referenciales-Francesas

3.5 Otros textos de referencia

| Referencia | Título |
|-----------------------|--|
| ICA-ALSTHOM-CARSO | Especificación técnica para la ejecución de soldaduras aluminotérmicas en los rieles |
| ICA-ALSTHOM-CARSO | Especificación técnica para la liberación de esfuerzos en largo riel soldado |
| ICA-ALSTHOM-CARSO | Manual de mantenimiento de aparatos de dilatación y aparatos de cambio de vía |
| ICA-ALSTHOM-CARSO | Instrucción técnica para la realineación y renivelación de las vías principales sobre balasto |
| ICA-ALSTHOM-CARSO | Instrucción técnica para la ejecución de los trabajos de vías |
| TSO | Informe de control de las soldaduras Línea 12 México |
| TSO | Informe preliminar de TSO Sobre el diagnóstico de la Línea 12 Bajo el contrato DGOP-AD-L-3-001-14 Control de desgaste de Aparatos de Vía |
| RAILTECH | Explicación técnica específica de soldadura aluminotérmica. Procedimiento PLA |
| MEX-S117-REP-0012-B | Informe final de análisis línea 12-VF-REV2.10 |
| EN274-110707-02C | Documento SNCF |
| MXN-C-169-ONNCCE-2009 | Industria de la construcción - Concreto - Extracción de especímenes cilíndricos o prismáticos de concreto hidráulico endurecido |
| MXN-C-109-ONNCCE-2013 | Industria de la Construcción - Concreto hidráulico - Cabeceo de especímenes |
| MXN-C-083-ONNCCE-2002 | Industria de la construcción - Concreto - Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto - Método de prueba |

Tabla 6 Lista de textos referenciales

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
20/497



4. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA LINEA 12

El estudio está dividido en dos etapas principales:

Con el objetivo de identificar las causas de las problemáticas encontradas en la línea 12, MEXISTRA ha redactado un plan de investigación en 4 fases basado en el principio del “Ciclo en V”, al cual se integra un análisis de las conclusiones de los análisis ya realizadas o en fase de realización.

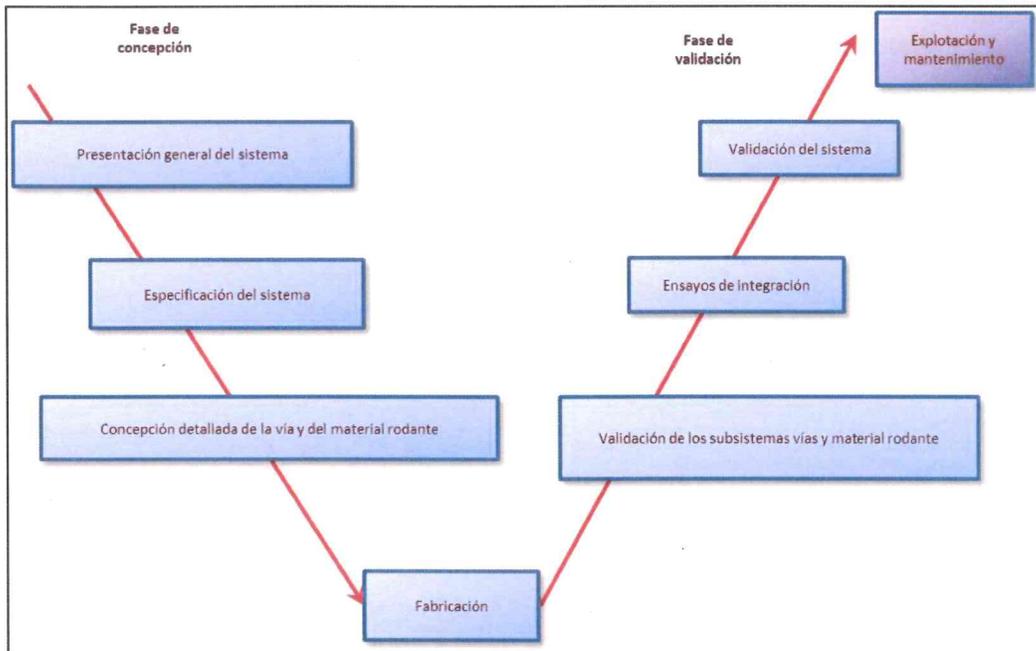


Figura 1. Principio del “Ciclo en V”

En este sentido, se desarrolla el análisis de MEXISTRA según el plan siguiente:

Fase 1: Recopilación de las especificaciones técnicas y análisis de los diseños

- Análisis de los documentos de concepción general del sistema de la línea 12 (especificaciones funcionales y técnicas),
- Análisis de estudios de diseño realizados (ingeniería básica),
- Análisis de los documentos de concepción detallada de los subsistemas túnel y vía (proyecto ejecutivo).
 - MEXISTRA ha dedicado una atención particular a la verificación del respeto de las reglas de concepción, especialmente la toma en cuenta de las interfaces entre los dos subsistemas vía y material rodante y entre los dos subsistemas vía y túnel (subcapa y drenaje).

Fase 2: Validación de la realización “in situ”

MEXISTRA ha realizado un análisis in situ de la vía y del túnel (subcapa y drenaje) con el fin de verificar su conformidad con respecto a los documentos de especificaciones técnicas. También se ha utilizado el levantamiento topográfico realizado por la empresa TSO, así como los análisis de la calidad del balasto, de los durmientes y de las fijaciones realizados por un laboratorio de la SNCF durante la primera prestación.

Fase 3: Recopilación de los datos de validación de los sistemas instalados

- Análisis de los documentos de validación de los subsistemas túnel (subcapa y drenaje), vía y material rodante,
 - MEXISTRA dedicó una especial atención a la verificación de los ensayos que han permitido validar el rendimiento esperado de las interfaces de estos subsistemas.
- Análisis de los documentos de validación de la integración de los subsistemas.

Fase 4: Evaluación de las condiciones operacionales

MEXISTRA auditó la organización implementada para el respeto de las condiciones de operación y de mantenimiento nominal. Para ello, se tomó conocimiento de los manuales de operación y mantenimiento.

El presente informe presenta el resultado preliminar de esta etapa de análisis de las fallas del tramo en túnel de la Línea 12.



5. DOCUMENTOS ENTREGADOS PARA REALIZAR EL ANALISIS

Para la revisión física de la situación de las obras civiles y ferroviarias que se ubican en la parte subterránea de la Línea 12, se partió de los planos proporcionados por la DGOP. La mayor parte de estos planos no están marcados como “As-Built” o “Como Construidos”.

5.1 Documentos entregados por el PMDF a SYSTRA

| Código de Plano | Título del Plano |
|---|--|
| PMDF-09-EST-612000-III-0020-04761-M-00_ | Memoria de cálculo del diseño del revestimiento de dovelas del túnel. Memoria tipo tramo subterráneo cadenamiento 20+362 a 21+700 |
| PMDF-09-EST-612000-III-0025-03521-M-01 | Memoria de cálculo del diseño del revestimiento de dovelas del túnel. Memoria tipo tramo subterráneo cadenamiento 21+620 a 21+774.487 |
| PMDF-10-EST-612000-III-0035-05411-M-00 | Memoria de cálculo del diseño del revestimiento de dovelas del túnel. Memoria tipo tramo subterráneo cadenamiento 26+774 a 22+900 |
| PMDF-10-EST-612000-III-0051-05426-M-01 | Memoria de cálculo del diseño del revestimiento de dovelas del túnel. Memoria tipo tramo subterráneo cadenamiento 22+900 a 24+900 |
| PMDF-10-EST-612000-III-0061-05439-M-00 | Memoria de cálculo del diseño del revestimiento de dovelas del túnel. Memoria tipo tramo subterráneo cadenamiento 24+900 a 26+774.487 |
| PMDF-11-EST-612000-III-0077-05460-M-00 | Memoria de cálculo del diseño del revestimiento de dovelas del túnel. Memoria tipo tramo subterráneo cadenamiento 22+400 a 22+900 |
| PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01 | Resumen de las diferentes soluciones aplicadas |
| | Larguillo documentos estructurales para STC |
| PMDF-09-MS-612305-III-0044-04658-M-00 | Memoria de cálculo para procedimiento constructivo del túnel de cola de maniobras Mixcoac (galibo horizontal de 11.30m). Cola de maniobras Mixcoac lumbrera Revolución a calle Greco cadenamiento: 28+540 a 28+749.431 |
| PMDF-10-MS-612000-III-0116-06067-M-01 | Memoria de cálculo de los parámetros y análisis geotécnicos para el diseño de dovelas de la zona homogénea 4. Tramo Eje Central – 20 de Noviembre |
| PMDF-10-MS-612235-III-0076-06031-M-00 | Memoria de cálculo de los parámetros y análisis geotécnicos para el diseño de dovelas de la zona homogénea 2. Tramo Mexicaltzingo – Ermita. |
| PMDF-11-MS-612000-III-0094-10394-M-00 | Memoria de cálculo del diseño geotécnico del revestimiento de dovelas del túnel. Memoria tipo tramo subterráneo cadenamiento 21+800 a 22+900 |





| Código de Plano | Título del Plano |
|---|--|
| PMDF-11-MS-612000-III-0096-10396-M-01 | Memoria de cálculo del diseño geotécnico del revestimiento de dovelas del túnel. Memoria tipo tramo subterráneo cadenamiento 21+300 a 21+800 |
| PMDF-11-MS-612000-III-0222-06165-M-00 | Memoria de cálculo de los parámetros y análisis geotécnicos para el diseño de dovelas de la zona homogénea 5. |
| PMDF-11-MS-612290-III-0242-06185-B-00 | Procedimiento de excavación y construcción de la trabe de borde y acceso a túnel convencional, a través del portal Insurgentes Sur |
| PMDF-11-MS-612295-III-0223-06166-M-00. | Memoria de cálculo geotécnica del túnel convencional de línea 12 entre la cabecera poniente de la estación insurgentes sur (km 27+544.704) y la lumbrera cadiz (km27+764.007). Insurgentes Sur-Mixcoac |
| PMDF-11-MS-612305-III-0295-51436-M-00 | Memoria de cálculo geotécnica del túnel convencional de línea 12 entre los cadenamientos 28+467.63 al 28+537.38. Colas de maniobras de Mixcoac |
| PMDF-12-MS-612000-III-0312-05468-B-00. | Características del material tipo base bajo balasto en la cubeta del túnel con dovelas. |
| PMDF-11-EST-612000-III-0117-50757-B-00_1. | Solución de relleno en cubeta, para dar nivel de proyecto. |
| PMDF-12-MS-612000-III-0312-05468-B-00. | Características del material tipo base bajo balasto en la cubeta del túnel con dovelas. |
| Sin referencia | Estudio de calidad de material para relleno |
| PMDF-09-VI.8-612000-III-0015-02845-E-00 | Especificación técnica para el suministro de balasto |
| PMDF-10-VI.8-612000-III-0101-14949-P-01. | Proyecto información general. Implantación de sistema antivibratorio |
| PMDF-09-VI.8-612000-III-0427-52633-P-00 | Proyecto de sección tipo de cajón en tangente y en curva con sistema de aislamiento de vibraciones a base de manta elastómera |
| PMDF-09-VI.8-612000-III-0426-52632-P-00 | Proyecto de sección tipo en túnel convencional con sistema de aislamiento de vibraciones a base de manta elastómera con losa de flotación |
| PMDF-09-MS-612305-111-0044-04658-M-00 | Instalación pluvial. Proyecto de la red de drenaje en intertramos del cadenamiento 24+680 al 25+313. |
| NMX-E-215/1-2 SCFI-2003 | Sistema de drenaje pluvial dimensiones y especificaciones. |
| NMX-E-205-SCFI-1997 | Instalación, ensamble y prueba de hermeticidad y/o prueba hidrostática de la tubería |

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
24/497

| Código de Plano | Título del Plano |
|---|---|
| PMDF-09-VI.8-612000-III_0023-02853-E-00 | Instrucción técnica para la ejecución de los trabajos de vía EN274-110707-02C |
| DP L 12 004 14 | Correspondencia ICA |

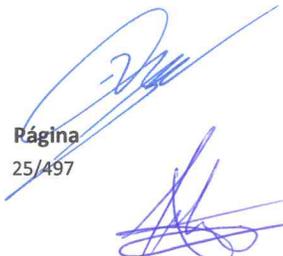
Tabla 7 Lista de documentos túnel 1

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015



Rágina
25/497

5.2 Documentos entregados por el PMDF a MEXISTRA en archivo electrónico

| 22 | | CLAVE DEL PLANO | CONCEPTO DEL PLANO |
|-----------------|--|-----------------|---|
| CÁRCAMOS | | | |
| 1 | PMDF - 09 - EST - 612230 - III - 0057 - 03341 - P - 00 | | LOSA DE FONDO CÁRCAMOS DE AGUAS NEGRAS A, B Y C DEFINICIÓN, SECCIÓN, ARMADO |
| 2 | PMDF - 09 - EST - 612250 - III - 0070 - 31287 - P - 00 | | CÁRCAMOS 1 Y 2 DE AGUAS PLUVIALES |
| 3 | PMDF - 10 - EST - 612220 - III - 0028 - 13179 - P - 00 | | ESTACIÓN CÁRCAMOS UBICACIÓN ARMADOS DETALLES ESTACIÓN ATLALILCO LÍNEA L-12 Y PASARELA |
| 4 | PMDF - 10 - EST - 612220 - III - 0028 - 13179 - P - 01 | | ESTACIÓN CÁRCAMOS UBICACIÓN ARMADOS DETALLES |
| 5 | PMDF - 10 - EST - 612225 - III - 0029 - 13453 - M - 00 | | MEMORIA DE CALCULO DE LOS CÁRCAMOS 1 Y 2 |
| 6 | PMDF - 10 - EST - 612240 - III - 0077 - 30570 - P - 00 | | CÁRCAMOS DE AGUA PLUVIAL 1 Y 2 DIMENSIONES Y ARMADO ESTACIÓN ERMITA |
| 7 | PMDF - 10 - EST - 612240 - III - 0078 - 30571 - P - 00 | | CÁRCAMOS DE AGUAS NEGRAS 1, 2 Y 3 DIMENSIONES Y ARMADO ESTACIÓN ERMITA |
| 8 | PMDF - 10 - EST - 612240 - III - 0118 - 30602 - M - 00 | | MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL DE CISTERNA Y CÁRCAMOS |
| 9 | PMDF - 10 - EST - 612250 - III - 0101 - 31542 - M - 00 | | MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL DE CÁRCAMOS Y CISTERNAS PROCEDIMIENTO DE EXCAVACIÓN |
| 10 | PMDF - 10 - EST - 612250 - III - 0204 - 39207 - B - 00 | | SE MODIFICA NIVEL TOPE DE CONCRETO DE LOSA ANDÉN EN ZONA DE CÁRCAMOS PLUVIALES ESTACIÓN EJE CENTRAL PLANO REF. PMDF-10-EST-612250-III-0055-31273-P-01 PMDF-09-EST-612250-III- |
| 11 | PMDF - 10 - EST - 612260 - III - 0063 - 32150 - P - 00 | | CÁRCAMOS 1 Y 2 DE AGUAS PLUVIALES ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 12 | PMDF - 10 - EST - 612260 - III - 0106 - 32245 - M - 00 | | MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE CISTERNA Y CÁRCAMOS. |
| 13 | PMDF - 10 - EST - 612260 - III - 0115 - 32425 - P - 00 | | CÁRCAMOS SANITARIOS 2 Y 3 (PLANTA, CORTES Y DETALLES) ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 14 | PMDF - 10 - EST - 612260 - III - 0204 - 39404 - B - 00 | | SE INDICA TRASLAPE EN LOSA FONDO PARA ANCLAJE DE CÁRCAMOS 1 Y 2 ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS. PLANO REF. PMDF-10-EST-612260-III-0063-32150-P-00 |
| 15 | PMDF - 10 - EST - 612260 - III - 0210 - 39410 - B - 00 | | REFUERZO EN LOSA FONDO EN ZONA DE CÁRCAMOS DE CISTERNA ENTRE LOS EJES A-B Y 7-8 Y SE REDUCE EL ESPESOR DE MURO SOBRE CONTRATABES EN EJE B ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS PLANO DE REF. PMDF-10-EST-612260-III-0058-32145-P-01 PMDF-10-EST-612260-III-0048-32182-P-00A |
| 16 | PMDF - 11 - EST - 612260 - III - 0217 - 39425 - B - 00 | | SE MODIFICA NIVEL TOPE DE CONCRETO DE LOSA ANDÉN EN ZONA DE CÁRCAMOS PLUVIALES |
| 17 | PMDF - 11 - EST - 612270 - III - 0141 - 33452 - P - 00 | | CÁRCAMOS PLUVIAL 1 Y CÁRCAMO SANITARIO 2 PLANTA, DIMENSIONES Y ARMADOS ESTACIÓN ZAPATA |
| 18 | PMDF - 10 - EST - 612280 - III - 0010 - 33775 - M - 00 | | MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL DE CÁRCAMOS AGUAS NEGRAS ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 19 | PMDF - 10 - EST - 612280 - III - 0080 - 33845 - M - 00 | | MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL DE CÁRCAMOS PLUVIALES EN GALERÍA DE VENTILACIÓN |
| 20 | PMDF - 11 - EST - 612290 - III - 0756 - 08060 - M - 00 | | MEMORIA DE CÁLCULO DE CÁRCAMOS DE AGUAS PLUVIALES, AGUAS NEGRAS Y CISTERNA DE AGUA POTABLE ESTACIÓN INSURGENTES SUR |
| 21 | PMDF - 11 - EST - 612300 - III - 0753 - 08057 - M - 00 | | MEMORIA DE CÁLCULO DE CÁRCAMOS DE AGUAS PLUVIALES AGUAS NEGRAS Y CISTERNA DE AGUA POTABLE ESTACIÓN MIXCOAC |
| 22 | PMDF - 11 - EST - 612300 - III - 0753 - 52802 - P - 00 | | CÁRCAMOS DE AGUAS PLUVIALES Y CÁRCAMOS DE AGUAS NEGRAS ESTACIÓN MIXCOAC |
| CUBETA | | | |
| 1 | PMDF - 10 - EST - 612000 - III - 0059 - 05435 - M - 00 | | MEMORIA DE CÁLCULO DEL ARMADO ESTRUCTURAL DEL REVESTIMIENTO SECUNDARIO Y CUBETA DE CONCRETO DEL TÚNEL DE DOVELAS PREFABRICADAS MEMORIA TIPO TRAMO SUBTERRÁNEO CADENAMIENTO 20+362.184 A 21+851 |
| 2 | PMDF - 10 - EST - 612000 - III - 0060 - 05434 - P - 00 | | ARMADO ESTRUCTURAL DEL REVESTIMIENTO SECUNDARIO Y CUBETA DE CONCRETO DEL TÚNEL DE DOVELAS PREFABRICADAS. PLANO TIPO CAD. 20+362.184 A 21+851 |
| 3 | PMDF - 10 - EST - 612000 - III - 0060 - 05434 - P - 01 | | ARMADO ESTRUCTURAL DEL REVESTIMIENTO SECUNDARIO Y CUBETA DE CONCRETO DEL TÚNEL DE DOVELAS PREFABRICADAS PLANO TIPO CAD. 20+362.184 A 21+851 |
| 4 | PMDF - 10 - EST - 612000 - III - 0075 - 05457 - P - 00 | | ALTERNATIVA DE ARMADO ESTRUCTURAL DEL REVESTIMIENTO SECUNDARIO Y CUBETA DE CONCRETO A BASE DE MALLAS EN EL TÚNEL DE DOVELAS PREFABRICADAS PLANO TIPO CAD. 20+362.184 AL 21+851 |
| 5 | PMDF - 10 - EST - 612000 - III - 0075 - 05457 - P - 01 | | ALTERNATIVA DE ARMADO ESTRUCTURAL DEL REVESTIMIENTO SECUNDARIO Y CUBETA DE CONCRETO A BASE DE MALLAS EN EL TÚNEL DE DOVELAS PREFABRICADAS PLANO TIPO CAD. 20+362.184 A 21+320 |
| 6 | PMDF - 10 - EST - 612230 - III - 0006 - 09206 - B - 01 | | SOLUCIÓN DE CUBETA Y DE NIVEL DE SUBRASANTE PARA UNIFORMIZAR EL CONTACTO ENTRE DOVELA Y LOSA DE FONDO ESTACIÓN MEXICALTZINGO |
| 7 | PMDF - 10 - EST - 612260 - III - 0036 - 05336 - B - 00 | | CONEXIÓN LOSA DE FONDO CON MURO MILÁN CABECERO EXISTENTE EN ZONA DE CUBETA. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS. |
| 8 | PMDF - 11 - EST - 612000 - III - 0067 - 05446 - P - 00 | | ARMADO ESTRUCTURAL DE CUBETA DE CONCRETO DEL TÚNEL DE DOVELAS PREFABRICADAS PLANO TIPO. CAD. 21+851 A 22+900 |
| 9 | PMDF - 11 - EST - 612230 - III - 0006 - 09206 - B - 00 | | SOLUCIÓN DE CUBETA Y NIVEL DE SUBRASANTE PARA UNIFORMIZAR EL CONTACTO ENTRE DOVELA Y LOSA DE FONDO ESTACIÓN MEXICALTZINGO |
| 10 | PMDF - 11 - EST - 612240 - III - 0025 - 09025 - B - 00 | | SOLUCIÓN DE CUBETA Y NIVEL DE SUBRASANTE PARA UNIFORMIZAR EL CONTACTO ENTRE DOVELAS Y LOSA DE FONDO ESTACIÓN ERMITA |
| 11 | PMDF - 11 - EST - 612250 - III - 0026 - 09026 - B - 00 | | SOLUCIÓN DE CUBETA Y DE NIVEL DE SUBRASANTE PARA UNIFORMIZAR EL CONTACTO ENTRE DOVELA Y LOSA DE FONDO ESTACIÓN EJE CENTRAL |
| 12 | PMDF - 11 - EST - 612260 - III - 0027 - 09027 - B - 00 | | SOLUCIÓN DE CUBETA Y DE NIVEL DE SUBRASANTE PARA UNIFORMIZAR EL CONTACTO ENTRE DOVELA Y LOSA DE FONDO ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 13 | PMDF - 11 - EST - 612270 - III - 0028 - 09028 - B - 00 | | SOLUCIÓN DE CUBETA Y DE NIVEL DE SUBRASANTE PARA UNIFORMIZAR EL CONTACTO ENTRE DOVELA Y LOSA DE FONDO ESTACIÓN ZAPATA |
| 14 | PMDF - 11 - EST - 612270 - III - 0094 - 50093 - B - 00 | | SUSTITUCIÓN DE CUBETA POR LOSA CORRIDA EN CAJA RECEPTORA ESTACIÓN ZAPATA PLANO REF. PMDF-10-IHS-612270-III-0029-33283-P PMDF-11-ARQ-612270-III-0308-33390-P PMDF-11-EST-612270-III-0110- |
| 15 | PMDF - 11 - EST - 612280 - III - 0029 - 09029 - B - 00 | | SOLUCIÓN DE CUBETA Y DE NIVEL DE SUBRASANTE PARA UNIFORMIZAR EL CONTACTO ENTRE DOVELA Y LOSA DE FONDO ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 16 | PMDF - 11 - EST - 612295 - III - 0033 - 08934 - B - 00 | | SOLUCIÓN DE CUBETA PARA OBTENER NIVEL SUBRASANTE EN LUMBRERA DE SALIDA (CÁDIZ) TRAMO INSURGENTES SUR - MIXCOAC |

| 22 | CLAVE DEL PLANO | CONCEPTO DEL PLANO |
|----|---|---|
| | DRENAJE | |
| 1 | P MDF - 10 - EST - 612280 - III - 0204 - 39804 - B - 00 | SE ADICIONA VIGA PARA APOYO DE VIGA TC-3 UBICADA EN NIVEL DE DESCANSO NTC 2243.33 DE LA ESCALERA DE ACCESO 2 Y SE AGREGA PROYECCIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE PLANO DE REF. PMDF-10-EST-612280-III-0051-33816-P |
| 2 | P MDF - 11 - EST - 612230 - III - 0027 - 05727 - B - 00 | INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y SOLUCIÓN A LÍNEAS SECUNDARIAS DE DRENAJE - PROYECTO EJECUTIVO DE DESVÍO DE COLECTOR Ø= 1.07 M SUBTRAMO. INCORPORACIÓN PERIFÉRICO Y AV. |
| 3 | P MDF - 11 - EST - 612260 - III - 0221 - 39431 - B - 00 | SE ACTUALIZA PLANTA DE ESCALERA -1 COLOCANDO LOS REGISTROS Y ADICIONANDO UNA REJILLA PARA EL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE ACUERDO AL PROYECTO HIDRÁULICO ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS PLANO DE REF. PMDF-10-EST-612260-III-0071-32193-P-01 |

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015



Página
27/497

| 290 | CLAVE DEL PLANO | CONCEPTO DEL PLANO |
|-----------------|--|--|
| CÁRCAMOS | | |
| 1 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0034 - 30650 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO "DESCARGA DE CÁRCAMOS SANITARIOS 2 Y 3 A RED MUNICIPAL" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. |
| 2 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0037 - 30653 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DESCARGA DE CÁRCAMOS PLUVIALES 1 Y 2 A RED MUNICIPAL" PLANTA Y CORTES. ESTACIÓN ERMITA. |
| 3 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0021 - 31432 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES GENERALES DE CÁRCAMOS SANITARIOS. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 4 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0021 - 31432 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES GENERALES DE CÁRCAMOS SANITARIOS. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 5 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0030 - 31441 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DESCARGA DE CÁRCAMOS A RED MUNICIPAL" PLANTA Y CORTES. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 6 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0030 - 31441 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DESCARGA DE CÁRCAMOS PLUVIALES 1 Y 2 A RED MUNICIPAL". ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 7 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0031 - 31442 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES GENERALES DE CÁRCAMOS PLUVIALES 1 Y 2. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 8 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0031 - 31442 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES GENERALES DE CÁRCAMOS PLUVIALES 1 Y 2. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 9 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0030 - 32276 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DESCARGA DE CÁRCAMOS A RED MUNICIPAL" PLANTA Y CORTES. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS. |
| 10 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0030 - 32276 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DESCARGA DE CÁRCAMOS PLUVIALES 1 Y 2 A RED MUNICIPAL" PLANTA Y CORTES. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS. |
| 11 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0036 - 32282 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO "DESCARGA DE LOS CÁRCAMOS 2 Y 3 A RED MUNICIPAL" PLANTA CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN |
| 12 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0036 - 32282 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO "DESCARGA DE CÁRCAMOS SANITARIOS 2 Y 3 A RED MUNICIPAL" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS. |
| 13 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0037 - 32283 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL DETALLES GENERALES DE CÁRCAMOS. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS. |
| 14 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0037 - 32283 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES GENERALES DE CÁRCAMOS SANITARIOS. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS. |
| 15 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0022 - 33276 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DESCARGA DE CÁRCAMOS SANITARIOS 1 Y 2 A RED MUNICIPAL PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. |
| 16 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0038 - 33292 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DETALLES GENERALES DE CÁRCAMOS PLUVIALES" ESTACIÓN ZAPATA. |
| 17 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0039 - 33293 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DESCARGA DE "CÁRCAMOS PLUVIALES 1 Y 2" A RED MUNICIPAL PLANTA Y CORTES ESTACIÓN ZAPATA. |
| 18 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0044 - 33430 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES GENERALES DE CÁRCAMOS SANITARIOS ESTACIÓN ZAPATA. |
| 19 | PMDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0031 - 33908 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DESCARGA DE CÁRCAMOS PLUVIALES 1 Y 2 A RED MUNICIPAL PLANTA Y CORTES ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE. |
| 20 | PMDF - 11 - IHS - 612240 - III - 0104 - 39008 - B - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL AJUSTE DE NIVELES DE REGISTROS PLUVIALES CUYA DESCARGA ES HACIA CÁRCAMOS PLUVIALES ENTRE LOS CADENAMIENTOS 22+843.815 AL 22+997.818 REF.: PMDF-10-IHS-612240-III-0023-30639-P. |
| 21 | PMDF - 11 - IHS - 612250 - III - 0105 - 39218 - B - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL AJUSTE DE NIVELES DE REGISTROS PLUVIALES CUYA DESCARGA ES HACIA CÁRCAMOS PLUVIALES ENTRE LOS CADENAMIENTOS 24+029.161 AL 23+875.161 REF.: PMDF-10-IHS-612250-III-0023-31434-P. |
| 22 | PMDF - 11 - IHS - 612260 - III - 0106 - 39443 - B - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL AJUSTE DE NIVELES DE REGISTROS PLUVIALES CUYA DESCARGA ES HACIA CÁRCAMOS PLUVIALES ENTRE LOS CADENAMIENTOS 25+459.198 AL 25+305.206 REF.: PMDF-10-IHS-612260-III-0023-32269-P. |
| 23 | PMDF - 11 - IHS - 612270 - III - 0107 - 39636 - B - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL AJUSTE DE NIVELES DE REGISTROS PLUVIALES CUYA DESCARGA ES HACIA CÁRCAMOS PLUVIALES ENTRE LOS CADENAMIENTOS 26+209.708 AL 26+417.608 REF.: PMDF-10-IHS-612270-III-0028-33282-P. REF. PMDF-10- |
| 24 | PMDF - 11 - IHS - 612280 - III - 0108 - 39812 - B - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL AJUSTE DE NIVELES DE REGISTROS PLUVIALES CUYA DESCARGA ES HACIA CÁRCAMOS PLUVIALES ENTRE LOS CADENAMIENTOS 26+771.885 AL 26+617.885 REF.: PMDF-10-IHS-612280-III-0020-33897-P. |
| CUBETA | | |
| 1 | PMDF - 11 - IHS - 612000 - III - 0021 - 50760 - B - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DEL DREN CUBETA DE INTERTRAMOS PARA TÚNEL CON DOVELAS. |
| DRENAJE | | |
| 1 | PMDF - 10 - IHS - 612235 - III - 0001 - 30075 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CADENAMIENTOS 21+677.88 AL 22+190.00 (PLANTA Y PERFIL 1 DE 2) TRAMO: ESTACIÓN MEXICALTZINGO -ESTACIÓN |
| 2 | PMDF - 10 - IHS - 612235 - III - 0002 - 30076 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CADENAMIENTO 22+200.00 AL 22+850.37 (PLANTA Y PERFIL 2 DE 2) TRAMO: ESTACIÓN MEXICALTZINGO -ESTACIÓN |
| 3 | PMDF - 10 - IHS - 612235 - III - 0004 - 30095 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL, CORTES E ISOMÉTRICO LUMBRERA SUR 81 KM 21+680 ACLARACIÓN: SE AUTORIZA CON ELIMINACIÓN EN EL TÍTULO DE "LUMBRERA SUR 81 KM 21+680" |

| 290 | CLAVE DEL PLANO | CONCEPTO DEL PLANO |
|-----|---|--|
| 4 | PMPDF - 10 - IHS - 612235 - III - 0006 - 30097 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DESCARGA DE CÁRCAMO PLUVIAL A RED MUNICIPAL" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO LUMBRERA SUR 81 KM 21+680 ACLARACIÓN: SE AUTORIZA CON ELIMINACIÓN EN EL TÍTULO DE "LUMBRERA SUR 81 KM 21+680" |
| 5 | PMPDF - 10 - IHS - 612235 - III - 0007 - 30098 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES GENERALES DE DRENAJE Y CÁRCAMO PLUVIAL LUMBRERA SUR 81 KM 21+680 ACLARACIÓN: SE AUTORIZA CON ELIMINACIÓN EN EL TÍTULO DE "LUMBRERA SUR 81 KM 21+680" |
| 6 | PMPDF - 10 - IHS - 612235 - III - 0008 - 30099 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL KM 21+680 TRAMO MEXICALTZINGO - ERMITA |
| 7 | PMPDF - 10 - IHS - 612235 - III - 0009 - 30100 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO LUMBRERA SUR 73 KM 22+160.00 ACLARACIÓN: SE AUTORIZA CON ELIMINACIÓN EN EL TÍTULO DE "LUMBRERA SUR 73 KM 22+160.00" |
| 8 | PMPDF - 10 - IHS - 612235 - III - 0010 - 30101 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE "DETALLES GENERALES DE DRENAJE Y CÁRCAMO PLUVIAL LUMBRERA SUR 73 KM 22+160" ACLARACIÓN: SE AUTORIZA CON ELIMINACIÓN EN EL TÍTULO DE "LUMBRERA SUR 73 KM 22+160" |
| 9 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0001 - 30617 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL ESTACIÓN "ERMITA" ENTRE LOS CADENAMIENTOS 22+843.815 AL 22.997.815 |
| 10 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0012 - 30628 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULO SANITARIOS PARA EMPLEADOS" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO ESTACIÓN |
| 11 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0013 - 30629 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "CUARTOS DE ASEO ACERA SUR Y ACERA NORTE" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO ESTACIÓN ERMITA |
| 12 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0014 - 30630 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE NIVEL MEZZANINE "CRUCE DE DESCARGA ENTRE MÓDULOS SANITARIOS" PLANTA Y CORTES ESTACIÓN ERMITA |
| 13 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0015 - 30631 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULOS SANITARIOS" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN ERMITA |
| 14 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0016 - 30632 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULO SANITARIO PARA EL PÚBLICO" ACERA NORTE PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO |
| 15 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0017 - 30633 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULO SANITARIO PARA EL PÚBLICO" ACERA SUR PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO |
| 16 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0019 - 30635 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO "DESCARGA DE CÁRCAMO SANITARIO 1 A RED MUNICIPAL" PLANTA Y CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN ERMITA |
| 17 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0020 - 30636 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "MÓDULOS SANITARIOS" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN ERMITA |
| 18 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0021 - 30637 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "SANITARIOS, PARA CONDUCTORES ACERA SUR Y NORTE (PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO) ESTACIÓN |
| 19 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0022 - 30638 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN ERMITA |
| 20 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0023 - 30639 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL ANDÉN Y BAJO ANDÉN "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN ERMITA |
| 21 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0024 - 30640 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 1 DE 4. ESTACIÓN ERMITA |
| 22 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0025 - 30641 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES. ESTACIÓN ERMITA |
| 23 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0026 - 30642 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE RED DE DRENAJE" ISOMÉTRICO. ESTACIÓN ERMITA |
| 24 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0027 - 30643 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 2 DE 4. ESTACIÓN ERMITA |
| 25 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0029 - 30645 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DETALLES GENERALES. ESTACIÓN |
| 26 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0038 - 30654 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES GENERALES. ESTACIÓN ERMITA |
| 27 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0039 - 30655 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES GENERALES DE CÁRCAMO SANITARIO. ESTACIÓN ERMITA |
| 28 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0041 - 30657 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL" DETALLES DE ACCESOS 1, 2 Y 3. ESTACIÓN ERMITA |
| 29 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0042 - 30384 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPO A" PLANTA GENERAL PASARELA ERMITA |
| 30 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0044 - 30386 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPO A" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTAS EN DIFERENTES NIVELES PASARELA ERMITA |
| 31 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0045 - 30387 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPO A" "CONEXIÓN A INFRAESTRUCTURA DELEGACIONAL" |
| 32 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0046 - 30388 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPO A" "MÓDULO SANITARIO PARA EMPLEADOS" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO PASARELA ERMITA |
| 33 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0047 - 30389 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPOS A, B Y C" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES PASARELA ERMITA |
| 34 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0048 - 30390 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPOS A, B Y C" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" ISOMÉTRICO PASARELA |
| 35 | PMPDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0050 - 30392 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPO "B" PLANTA GENERAL PASARELA ERMITA |

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
29/497

| 290 | CLAVE DEL PLANO | CONCEPTO DEL PLANO |
|-----|--|--|
| 36 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0051 - 30393 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPO "B" "CONEXIÓN A INFRAESTRUCTURA DELEGACIONAL" PASARELA ERMITA |
| 37 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0053 - 30395 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPO "B" MODULO SANITARIO PARA EMPLEADOS PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO PASARELA ERMITA |
| 38 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0054 - 30396 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 CUERPO "B" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE PLANTAS EN DIFERENTES NIVELES PASARELA ERMITA |
| 39 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0055 - 30397 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPO C" " DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTAS EN DIFERENTES NIVELES PASARELA ERMITA |
| 40 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0056 - 30398 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPO D" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL PASARELA ERMITA |
| 41 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0057 - 30821 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 3 DE 4. ESTACIÓN ERMITA. |
| 42 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0058 - 30822 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 4 DE 4. ESTACIÓN ERMITA. |
| 43 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0061 - 30906 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 CUERPO D" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE CORTES E ISOMÉTRICO |
| 44 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0062 - 30907 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPOS A, B, C Y D" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES GENERALES PASARELA ERMITA |
| 45 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0065 - 30910 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPO A Y B" DETALLES GENERALES PASARELA ERMITA |
| 46 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0067 - 30994 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL LOSA TAPA SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL EN LOSA TAPA PLANTA, CORTES Y DETALLES. ESTACIÓN ERMITA. |
| 47 | PMDF - 10 - IHS - 612240 - III - 0067 - 52415 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CALCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL |
| 48 | PMDF - 10 - IHS - 612245 - III - 0001 - 31063 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CADENAMIENTO 22+997.18 AL 23+520.00 (PLANTA Y PERFIL 1 DE 2) TRAMO: ESTACIÓN ERMITA- ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 49 | PMDF - 10 - IHS - 612245 - III - 0002 - 31064 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CADENAMIENTO 23+520.00 AL 23+890.26 (PLANTA Y PERFIL 2 DE 2) TRAMO: ESTACIÓN ERMITA- ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 50 | PMDF - 10 - IHS - 612245 - III - 0003 - 31065 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE PLANTA GENERAL, CORTES E ISOMÉTRICO LUMBRERA BALBOA KM 23+342.72 ACLARACIÓN: SE AUTORIZA CON CAMBIO DE TÍTULO EN "LUMBRERA" |
| 51 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0001 - 31412 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CALCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL ENTRE LOS CADENAMIENTOS 23+875.161 AL 24+029.161 |
| 52 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0012 - 31423 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MODULO SANITARIO PARA EMPLEADOS" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 53 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0012 - 31423 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MODULO SANITARIO PARA EMPLEADOS" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 54 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0013 - 31424 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "CUARTO DE ASEO Y GENERALES" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 55 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0013 - 31424 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "CUARTO DE ASEO Y GENERALES" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 56 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0014 - 31425 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "CRUCE DESCARGA ENTRE MÓDULOS SANITARIOS" PLANTA Y CORTES. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 57 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0014 - 31425 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "CRUCE DE DESCARGA ENTRE MÓDULOS SANITARIOS" PLANTA Y CORTES. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 58 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0015 - 31426 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULOS SANITARIOS", PLANTA GENERAL. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 59 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0015 - 31426 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULOS SANITARIOS" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 60 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0016 - 31427 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MODULO SANITARIO PARA EL PÚBLICO" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 61 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0016 - 31427 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MODULO SANITARIO PARA EL PÚBLICO" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 62 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0017 - 31428 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "SERVICIOS PARA EMPLEADOS" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 63 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0017 - 31428 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "SERVICIOS PARA EMPLEADOS" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 64 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0019 - 31430 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO "DESCARGA DE CÁRCAMO A RED MUNICIPAL" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 65 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0019 - 31430 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO "DESCARGA DE CÁRCAMO SANITARIO 1 A RED MUNICIPAL" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 66 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0020 - 31431 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES GENERALES. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 67 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0020 - 31431 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES GENERALES. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 68 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0022 - 31433 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 69 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0022 - 31433 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |

| 290 | CLAVE DEL PLANO | CONCEPTO DEL PLANO |
|-----|--|--|
| 70 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0023 - 31434 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL ANDEN Y BAJO ANDEN "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 71 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0023 - 31434 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL ANDEN Y BAJO ANDEN "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 72 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0024 - 31435 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 73 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0024 - 31435 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 74 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0025 - 31436 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 1 DE 2. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 75 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0025 - 31436 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 1 DE 5. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 76 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0026 - 31437 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 2 DE 2. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 77 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0026 - 31437 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 2 DE 5. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 78 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0027 - 31438 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE RED DE DRENAJE" ISOMÉTRICO. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 79 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0027 - 31438 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE RED DE DRENAJE" ISOMÉTRICO. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 80 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0031 - 31442 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES GENERALES ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 81 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0031 - 31442 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES GENERALES ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 82 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0032 - 31443 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL" DETALLE DE ACCESO NORTE. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 83 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0032 - 31443 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL" DETALLE DE ACCESOS ACERA NORTE. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 84 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0033 - 31444 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL" DETALLE DE ACCESOS SUR. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 85 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0033 - 31444 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL" DETALLE DE ACCESOS ACERA SUR. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 86 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0036 - 31447 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 3 DE 5. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 87 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0037 - 31448 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 4 DE 5. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 88 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0038 - 31449 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 5 DE 5. ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 89 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0039 - 31450 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL LOSA TAPA SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL EN LA LOSA TAPA PLANTA, CORTES Y DETALLES ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 90 | PMDF - 10 - IHS - 612250 - III - 0039 - 31450 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL LOSA TAPA SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL EN LA LOSA TAPA PLANTA, CORTES Y DETALLES ESTACIÓN EJE CENTRAL. |
| 91 | PMDF - 10 - IHS - 612255 - III - 0001 - 32052 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CADENAMIENTO 24+014.55 AL 24+670.00 (PLANTA Y PERFIL 1 DE 2) TRAMO: ESTACIÓN EJE CENTRAL - ESTACIÓN PARQUE |
| 92 | PMDF - 10 - IHS - 612255 - III - 0002 - 32053 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CADENAMIENTO 24+680.00 AL 25+313.76 (PLANTA Y PERFIL 2 DE 2) TRAMO: ESTACIÓN EJE CENTRAL - ESTACIÓN PARQUE |
| 93 | PMDF - 10 - IHS - 612255 - III - 0004 - 32058 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL, CORTES E ISOMÉTRICO LUMBRERA VERTIZ KM 24+890 ACLARACIÓN: SE AUTORIZA CON ELIMINACIÓN EN EL TÍTULO DE "LUMBRERA VERTIZ KM 24+890" |
| 94 | PMDF - 10 - IHS - 612255 - III - 0006 - 32060 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DESCARGA DE CÁRCAMO PLUVIAL A RED MUNICIPAL" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO LOCALIZADO EN LUMBRERA KM 24+880 TRAMO: EJE CENTRAL - PARQUE DE LOS VENADOS |
| 95 | PMDF - 10 - IHS - 612255 - III - 0006 - 32060 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DESCARGA DE CÁRCAMO PLUVIAL A RED MUNICIPAL" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO LUMBRERA VERTIZ KM 24+890 ACLARACIÓN: SE AUTORIZA CON ELIMINACIÓN EN EL TÍTULO DE "LUMBRERA VERTIZ KM 24+890" |
| 96 | PMDF - 10 - IHS - 612255 - III - 0007 - 32061 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES GENERALES DE DRENAJE Y CÁRCAMO PLUVIAL LUMBRERA VERTIZ KM 24+890 ACLARACIÓN: SE AUTORIZA CON ELIMINACIÓN EN EL TÍTULO DE "LUMBRERA VERTIZ KM 24+890" |
| 97 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0001 - 32247 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL ENTRE LOS CADENAMIENTOS 25+305.206 AL 25+459.198 |
| 98 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0001 - 32247 - M - 01 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL ENTRE LOS CADENAMIENTOS 25+305.206 AL 25+459.198 |
| 99 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0011 - 32257 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULOS SANITARIOS" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 100 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0012 - 32258 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULO SANITARIO PARA EMPLEADOS" PLANTA CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN PARQUE |
| 101 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0012 - 32258 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULO SANITARIO PARA EMPLEADOS" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO ESTACIÓN PARQUE |
| 102 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0013 - 32259 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "SANITARIO PARA CONDUCTORES, CÁRCAMO 2 Y CUARTO DE ASEO ACERA NORTE (PLANTA CORTES E ISOMÉTRICO). ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS. |

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
31/497

| 290 | CLAVE DEL PLANO | CONCEPTO DEL PLANO |
|-----|--|---|
| 103 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0013 - 32259 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "SANITARIOS, ASEO Y GENERALES" ACERA NORTE (PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO) ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 104 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0014 - 32260 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "SANITARIO PARA CONDUCTORES, CÁRCAMO 3 Y CUARTO DE ASEO ACERA SUR (PLANTA CORTES E ISOMÉTRICO). ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 105 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0014 - 32260 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN SANITARIOS, ASEO Y GENERALES (ACERA SUR) (PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO) ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 106 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0015 - 32261 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULO SANITARIO PARA EL PÚBLICO" PLANTA CORTES E ISOMÉTRICO ESTACIÓN PARQUE |
| 107 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0015 - 32261 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULO SANITARIO PARA EL PÚBLICO" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO ESTACIÓN PARQUE |
| 108 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0016 - 32262 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "CRUCE DE DESCARGA ENTRE MÓDULOS SANITARIOS" PLANTA Y CORTES. ESTACIÓN PARQUE |
| 109 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0017 - 32263 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "SERVICIOS PARA EMPLEADOS" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 110 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0018 - 32264 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO CÁRCAMO 1 (DRENAJE SANITARIO) "GEOMÉTRICO Y FUNCIONAL" PLANTA CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 111 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0021 - 32267 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES GENERALES ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 112 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0022 - 32268 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 113 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0023 - 32269 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL ANDÉN Y BAJO ANDÉN "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 114 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0024 - 32270 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 115 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0025 - 32271 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 1 DE 2 ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 116 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0026 - 32272 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 2 DE 2. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS. |
| 117 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0026 - 32272 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 2 DE 2 ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 118 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0029 - 32275 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DETALLES GENERALES. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS. |
| 119 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0029 - 32275 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DETALLES GENERALES. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 120 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0031 - 32277 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE RED DE DRENAJE" ISOMÉTRICO. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS. |
| 121 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0035 - 32281 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO "DESCARGA DE CÁRCAMO 1 A RED MUNICIPAL" PLANTA CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS. |
| 122 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0038 - 32284 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL" DETALLE DE ACCESO SUR ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 123 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0039 - 32357 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DETALLES GENERALES. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 124 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0043 - 32361 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO "DESCARGA DE CÁRCAMO SANITARIO 1 A RED MUNICIPAL" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |
| 125 | PMDF - 10 - IHS - 612260 - III - 0045 - 32435 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL LOSA TAPA SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL EN LOSA TAPA PLANTA, CORTES Y DETALLES. ESTACIÓN: PARQUE DE LOS VENADOS |
| 126 | PMDF - 10 - IHS - 612265 - III - 0001 - 32770 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CADENAMIENTO 25+457.20 AL 26+029.44 (PLANTA Y PERFIL) TRAMO ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS ESTACIÓN |
| 127 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0001 - 33255 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL ENTRE LOS CADENAMIENTOS 26+055.708 AL 26+209.708 |
| 128 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0013 - 33267 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL VESTÍBULO Y MEZZANINE "MÓDULOS SANITARIOS" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN ZAPATA |
| 129 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0014 - 33268 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL VESTÍBULO "MÓDULO SANITARIO PARA EMPLEADOS" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN ZAPATA |
| 130 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0015 - 33269 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO "SANITARIO EN TAQUILLA NIVEL VESTÍBULO Y CUARTO DE EXTRACCIÓN NIVEL MEZZANINE" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN ZAPATA |
| 131 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0016 - 33270 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL VESTÍBULO "MÓDULO SANITARIO PARA EL PÚBLICO" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN ZAPATA |
| 132 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0017 - 33271 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "SERVICIO PARA EMPLEADOS" PLANTA GENERAL. ESTACIÓN ZAPATA |
| 133 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0018 - 33272 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "CUARTOS DE ASEO Y GENERALES" 1 DE 2 PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN ZAPATA |
| 134 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0019 - 33273 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDÉN "CUARTOS DE ASEO Y GENERALES" 2 DE 2 PLANTAS, CORTES E ISOMÉTRICO. ESTACIÓN: ZAPATA |
| 135 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0023 - 33277 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL VESTÍBULO CRUCE DE DESCARGA ENTRE MÓDULOS SANITARIOS PLANTAS Y CORTE. ESTACIÓN: ZAPATA |
| 136 | PMDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0024 - 33278 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES GENERALES. ESTACIÓN ZAPATA |

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
32/497

| 290 | CLAVE DEL PLANO | CONCEPTO DEL PLANO |
|-----|---|---|
| 137 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0025 - 33279 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL VESTÍBULO "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN" PLANTA GENERAL ESTACIÓN ZAPATA |
| 138 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0026 - 33280 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL VESTÍBULO "DISTRIBUCIÓN DE RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL ESTACIÓN ZAPATA |
| 139 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0027 - 33281 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL ESTACIÓN ZAPATA |
| 140 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0028 - 33282 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL ANDEN Y BAJO ANDEN "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL ESTACIÓN ZAPATA |
| 141 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0029 - 33283 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES ESTACIÓN ZAPATA |
| 142 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0030 - 33284 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE RED DE DRENAJE" ISOMÉTRICO ESTACIÓN ZAPATA |
| 143 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0031 - 33285 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 1 DE 5 ESTACIÓN ZAPATA |
| 144 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0034 - 33288 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 2 DE 5 ESTACIÓN ZAPATA |
| 145 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0035 - 33289 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 3 DE 5 ESTACIÓN ZAPATA |
| 146 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0036 - 33290 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 4 DE 5 ESTACIÓN ZAPATA |
| 147 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0037 - 33291 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 5 DE 5 ESTACIÓN ZAPATA |
| 148 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0040 - 33294 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "NIVEL VESTÍBULO" DETALLE DE ACCESOS PONIENTE ESTACIÓN ZAPATA |
| 149 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0041 - 33427 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "NIVEL VESTÍBULO" DETALLE DE ACCESOS ORIENTE ESTACIÓN ZAPATA |
| 150 | P MDF - 10 - IHS - 612270 - III - 0045 - 32961 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL LOSA TAPA SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL EN LOSA TAPA PLANTA, CORTES Y DETALLES ESTACIÓN ZAPATA |
| 151 | P MDF - 10 - IHS - 612275 - III - 0001 - 33457 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CADENAMIENTO 26+216.86 AL 26.630.44 (PLANTA Y PERFIL) TRAMO: ESTACIÓN ZAPATA - ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 152 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0001 - 33963 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE ENTRE LOS CADENAMIENTOS 26+617.885 AL 26+771.885 |
| 153 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0001 - 33963 - M - 01 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL ENTRE LOS CADENAMIENTOS 26+617.885 AL 26+771.885 |
| 154 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0011 - 33888 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULOS SANITARIOS" PLANTA GENERAL ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 155 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0012 - 33889 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULO SANITARIO PARA EMPLEADOS" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO ESTACIÓN 20 DE |
| 156 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0013 - 33890 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "MÓDULO SANITARIO PARA EL PÚBLICO" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO ESTACIÓN 20 DE |
| 157 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0014 - 33891 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL MEZZANINE "CRUCE DE DESCARGA ENTRE MÓDULOS SANITARIOS" PLANTA Y CORTE ESTACIÓN 20 DE |
| 158 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0015 - 33892 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDEN "SERVICIOS PARA EMPLEADOS" PLANTA GENERAL ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 159 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0016 - 33893 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO NIVEL ANDEN "CUARTOS DE ASEO Y EXTRACCIÓN" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 160 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0018 - 33895 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DESCARGA DE CÁRCAMO SANITARIO 1 A RED MUNICIPAL PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO ESTACIÓN 20 DE |
| 161 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0019 - 33896 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 162 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0020 - 33897 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL ANDEN Y BAJO ANDEN "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 163 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0021 - 33898 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 164 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0022 - 33899 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE RED DE DRENAJE" ISOMÉTRICO. |
| 165 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0025 - 33902 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 1 DE 5 ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 166 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0026 - 33903 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 2 DE 5 ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 167 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0027 - 33904 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 3 DE 5 ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 168 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0028 - 33905 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 4 DE 5 |
| 169 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0029 - 33906 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES 5 DE 5 ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 170 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0030 - 33907 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES GENERALES DE CÁRCAMO PLUVIALES 1 Y 2 ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 171 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0032 - 33909 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL" DETALLE DE ACCESOS ACERA NORTE ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 172 | P MDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0033 - 33910 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "DISTRIBUCIÓN DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL" DETALLE DE ACCESOS ACERA SUR ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |

| 290 | CLAVE DEL PLANO | CONCEPTO DEL PLANO |
|-----|---|---|
| 173 | PMDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0036 - 33913 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES GENERALES ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 174 | PMDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0037 - 33914 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES GENERALES DE CÁRCAMO SANITARIO ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE |
| 175 | PMDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0038 - 33916 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL LOSA TAPA SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL EN LOSA TAPA PLANTA, CORTES Y DETALLES. |
| 176 | PMDF - 10 - IHS - 612280 - III - 0038 - 33916 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL LOSA TAPA SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL EN LA LOSA TAPA PLANTA, CORTES Y DETALLES |
| 177 | PMDF - 10 - IHS - 612285 - III - 0001 - 34006 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CADENAMIENTO 26+759.34 AL 27.421.26 (PLANTA Y PERFIL) TRAMO: ESTACIÓN 20 DE NOVIEMBRE ESTACIÓN INSURGENTES |
| 178 | PMDF - 10 - IHS - 612295 - III - 0001 - 34566 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CADENAMIENTO 27+514.24 AL 27+920.00 (PLANTA Y PERFIL 1 DE 2) TRAMO: ESTACIÓN INSURGENTES SUR- ESTACIÓN |
| 179 | PMDF - 10 - IHS - 612295 - III - 0002 - 34567 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CADENAMIENTO 27+920.00 AL 28+282.41 (PLANTA Y PERFIL 2 DE 2) TRAMO: ESTACIÓN INSURGENTES SUR - ESTACIÓN |
| 180 | PMDF - 10 - IHS - 612305 - III - 0001 - 35259 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CADENAMIENTO 28+460.00 AL 28+760.00 (PLANTA Y PERFIL) TRAMO: ESTACIÓN MIXCOAC - COLA DE MANIOBRAS MIXCOAC |
| 181 | PMDF - 10 - IHS - 612305 - III - 0002 - 35260 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DETALLES DE REGISTROS Y CUBIERTA DE DREN LATERAL DETALLES TRAMO: ESTACIÓN MIXCOAC- COLA DE MANIOBRAS MIXCOAC |
| 182 | PMDF - 10 - IHS - 612307 - III - 0012 - 51363 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL CÁRCAMO PLUVIAL 2 "GEOMÉTRICO Y FUNCIONAL" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO |
| 183 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0003 - 35497 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 11. |
| 184 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0004 - 35504 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO 11 |
| 185 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0005 - 35505 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS RED DE DRENAJE EN GALERÍA DE CONEXIÓN A TÚNEL PLANTA Y CORTE SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN N.º 11 (ERMITA) |
| 186 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0006 - 21761 - P - 00 | DRENAJE PLUVIAL SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN SR-04 PK 10+040 |
| 187 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0006 - 22657 - P - 00 | DRENAJE PLUVIAL SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN 05 PK 11+988. |
| 188 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0008 - 20376 - P - 00 | DRENAJE PLUVIAL SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN SR-01 PK 4+535 |
| 189 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0008 - 35511 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 12 TRAMO: EJE CENTRAL - PARQUE DE LOS |
| 190 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0009 - 35512 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 12 TRAMO: EJE CENTRAL - PARQUE DE LOS VENADOS |
| 191 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0009 - 35512 - P - 02 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 12 TRAMO: EJE CENTRAL PARQUE DE LOS VENADOS |
| 192 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0010 - 35516 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS RED DE DRENAJE EN TRINCHERA PLANTA Y CORTES SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 12 TRAMO: EJE CENTRAL - PARQUE DE LOS VENADOS |
| 193 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0013 - 35539 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO.13. |
| 194 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0014 - 35540 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 13. |
| 195 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0015 - 35541 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO RED DE DRENAJE EN TRINCHERA PLANTA Y CORTES SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO.13. |
| 196 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0018 - 35544 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO PLANTA, CORTES, ISOMÉTRICO Y DETALLES "SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 14" TRAMO: INSURGENTES SUR |
| 197 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0018 - 35544 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO PLANTA, CORTES, ISOMÉTRICO Y DETALLES "SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 14" TRAMO: INSURGENTES SUR |
| 198 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0019 - 35545 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PLANTA, CORTES, ISOMÉTRICO Y DETALLES "SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 14" TRAMO: INSURGENTES SUR |
| 199 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0019 - 35545 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PLANTA, CORTES, ISOMÉTRICO Y DETALLES "SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN N° 14". TRAMO: INSURGENTES SUR |
| 200 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0020 - 35546 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS RED DE DRENAJE EN GALERÍA DE CONEXIÓN A TÚNEL PLANTA Y CORTES SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 14 (AUGUSTO RODIN) TRAMO: INSURGENTES |
| 201 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0020 - 35546 - P - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO RED DE DRENAJE EN GALERÍAS DE CONEXIÓN A TÚNEL PLANTA Y CORTES SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN N° 14 (AUGUSTO RODIN). TRAMO INSURGENTES SUR - MIXCOAC. |
| 202 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0022 - 35547 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO CÁRCAMO SANITARIO "GEOMÉTRICO Y FUNCIONAL" PLANTA Y CORTES SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 11. |
| 203 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0023 - 35548 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DESCARGA DE CÁRCAMO SANITARIO A RED MUNICIPAL PLANTA Y CORTES SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 11. |
| 204 | PMDF - 10 - IHS - 612320 - III - 0024 - 35549 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES DE CÁRCAMO SANITARIO SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO. 11. |
| 205 | PMDF - 11 - IHS - 612235 - III - 0003 - 30077 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CALCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTER-TRAMOS LUMBRERA VÍA LÁCTEA A LA COLA DE MANIOBRAS MIXCOAC (CASETA DEL VISITADOR) ENTRE LOS CADENAMIENTOS 21+670.00 AL 28+749.43 |
| 206 | PMDF - 11 - IHS - 612235 - III - 0012 - 30103 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DESCARGA DE CÁRCAMO PLUVIAL A RED MUNICIPAL PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO LUMBRERA SUR 73 KM 22+160.000 ACLARACIÓN: SE AUTORIZA CON ELIMINACIÓN EN EL TÍTULO DE "LUMBRERA SUR 73 KM 22+160.000" |
| 207 | PMDF - 11 - IHS - 612235 - III - 0013 - 30104 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CALCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL LUMBRERA SUR 73 KM. 22+160.00 |
| 208 | PMDF - 11 - IHS - 612235 - III - 0030 - 52014 - B - 00c | INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y PLUVIALES PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL CÁRCAMO EN LUMBRERA SUR 81 TRAMO ERMITA - MEXICALTZINGO CAD 21+680.000 |
| 209 | PMDF - 11 - IHS - 612235 - III - 0030 - 52014 - B - 01 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y PLUVIALES PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL CÁRCAMO EN LUMBRERA SUR 81 |

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
34/497

| 290 | CLAVE DEL PLANO | CONCEPTO DEL PLANO |
|-----|--|--|
| 210 | PMDF - 11 - IHS - 612240 - III - 0039 - 52412 - B - 00 | DRENAJE PLUVIAL DE LA REJILLA DE VENTILACIÓN MAYOR CABECERA ORIENTE |
| 211 | PMDF - 11 - IHS - 612240 - III - 0047 - 30389 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPOS A, B Y C" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES PASARELA ERMITA |
| 212 | PMDF - 11 - IHS - 612240 - III - 0048 - 30390 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPOS A, B Y C" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" ISOMÉTRICO PASARELA |
| 213 | PMDF - 11 - IHS - 612240 - III - 0055 - 30397 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPO C" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA EN DIFERENTES NIVELES PASARELA ERMITA |
| 214 | PMDF - 11 - IHS - 612240 - III - 0056 - 30398 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPO D" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" PLANTA GENERAL PASARELA |
| 215 | PMDF - 11 - IHS - 612240 - III - 0061 - 30906 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 CUERPO "D" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE CORTES E ISOMÉTRICO |
| 216 | PMDF - 11 - IHS - 612240 - III - 0062 - 30907 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA A LÍNEA 2 "CUERPOS A, B, C Y D" "DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN Y RED DE DRENAJE" DETALLES GENERALES PASARELA ERMITA |
| 217 | PMDF - 11 - IHS - 612240 - III - 0066 - 30911 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CALCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA L12 A L2 ENTRE LOS CADENAMIENTOS 23+018.37 AL 23+135.93 |
| 218 | PMDF - 11 - IHS - 612240 - III - 0066 - 30911 - M - 01 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CALCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL PASARELA DE CORRESPONDENCIA L12 A L2 ENTRE LOS CADENAMIENTOS 23+018.37 AL 23+135.93 |
| 219 | PMDF - 11 - IHS - 612240 - III - 0352 - 53482 - B - 00 | DRENAJE PLUVIAL CUARTO DE VENTILACIÓN MAYOR CABECERA PONIENTE NIVEL VESTÍBULO ESTACIÓN ERMITA L-12 ESTACIÓN ERMITA |
| 220 | PMDF - 11 - IHS - 612245 - III - 0007 - 31080 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CALCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL LUMBRERA BALBOA KM 23+342.72 |
| 221 | PMDF - 11 - IHS - 612245 - III - 0012 - 06861 - B - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DISTRIBUCIÓN DE ZOCLODREN LUMBRERA BALBOA KM 23+343.95 |
| 222 | PMDF - 11 - IHS - 612255 - III - 0008 - 32062 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CALCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL LUMBRERA VERTIZ KM 24+890 |
| 223 | PMDF - 11 - IHS - 612255 - III - 0010 - 52916 - B - 00 | DRENAJE PLUVIAL AJUSTE DE NIVELES DEL CÁRCAMO PLUVIAL UBICADO EN LA LUMBRERA PARA SALIDA DE EMERGENCIA DE VERTIZ CAD 24+890.00 ESTACIÓN EJE CENTRAL - ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS KM 24+890.00 |
| 224 | PMDF - 11 - IHS - 612260 - III - 0046 - 32440 - P - 00 | INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y SOLUCIÓN A LÍNEAS SECUNDARIAS DE DRENAJE.- PROYECTO EJECUTIVO DE DESVÍO DE ATARJEA DE Ø= 45CM SUBTRAMO: CALLE RELACIONES EXTERIORES Y |
| 225 | PMDF - 11 - IHS - 612260 - III - 0102 - 39428 - B - 00 | AJUSTE DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL CONDUCCIÓN ENTRE REJILLAS DE CAPTACIÓN RP-01 Y RP-02 LOCALIZADAS EN ACCESO 1 EN LA ZONA NORPONIENTE DE LA ESTACIÓN ENTRE LOS CADENAMIENTOS 25+459.198 AL 25+382.202 REF. PMDF-10-IHS-612260-III-0022-32268-P |
| 226 | PMDF - 11 - IHS - 612270 - III - 0349 - 53478 - B - 00 | DRENAJE PLUVIAL, CONEXIÓN DE ZOCLODREN DE TÚNEL DE INTERCONEXIÓN ENTRE LÍNEA 12 Y LÍNEA 3 PASARELA DE CORRESPONDENCIA DIRECCIÓN UNIVERSIDAD ESTACIÓN ZAPATA |
| 227 | PMDF - 11 - IHS - 612280 - III - 0047 - 53118 - B - 00 | DRENAJE PLUVIAL AJUSTE DE DRENES POR COLOCACIÓN DE MANTA ELASTÓMERA EN BAJO ANDEN |
| 228 | PMDF - 11 - IHS - 612290 - III - 2019 - 07700 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "INSTALACIÓN DE DRENAJE" |
| 229 | PMDF - 11 - IHS - 612290 - III - 2019 - 07700 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL NIVEL MEZZANINE "INSTALACIÓN DE DRENAJE" |
| 230 | PMDF - 11 - IHS - 612290 - III - 2020 - 07701 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PLANTAS ANDEN "INSTALACIÓN DE DRENAJE" |
| 231 | PMDF - 11 - IHS - 612290 - III - 2020 - 07701 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PLANTAS ANDEN "INSTALACIÓN DE DRENAJE" |
| 232 | PMDF - 11 - IHS - 612290 - III - 2021 - 07702 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PLANTA BAJO ANDEN "INSTALACIÓN DE DRENAJE" |
| 233 | PMDF - 11 - IHS - 612290 - III - 2021 - 07702 - P - 01 | INSTALACIÓN PLUVIAL PLANTA BAJO ANDEN "INSTALACIÓN DE DRENAJE" |
| 234 | PMDF - 11 - IHS - 612295 - III - 0002 - 06659 - B - 00 | PROPUESTAS DE INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DETALLES DE REGISTROS Y CUBIERTA DE DREN LATERAL |
| 235 | PMDF - 11 - IHS - 612295 - III - 0013 - 06867 - B - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE EN INTERTRAMOS DEL CAD. 27+546.248 AL 27+765.793 |
| 236 | PMDF - 11 - IHS - 612295 - III - 0032 - 52096 - B - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DESAGÜE EN ÁREA DE VENTILACIÓN MAYOR CABECERA ORIENTE MIXCOAC |
| 237 | PMDF - 11 - IHS - 612295 - III - 0040 - 52413 - B - 00 | DRENAJE PLUVIAL DE REJILLA DE VENTILACIÓN MAYOR LOCALIZADA EN LA CALLE DE CÁDIZ CADENAMIENTO 27+774.657 |
| 238 | PMDF - 11 - IHS - 612305 - III - 0001 - 06600 - B - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DETALLES DE REGISTROS Y CUBIERTA DE DREN LATERAL Y DETALLES ANDEN DE MANIOBRAS Y DEPÓSITOS MIXCOAC |
| 239 | PMDF - 11 - IHS - 612305 - III - 0001 - 06634 - P - 00 | PLANTA Y PERFIL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DEL CADENAMIENTO 28+450.775 AL |
| 240 | PMDF - 11 - IHS - 612305 - III - 0002 - 06635 - P - 00 | DETALLES PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL REGISTROS Y CUBIERTA DE DREN LATERAL |
| 241 | PMDF - 11 - IHS - 612305 - III - 0003 - 06685 - B - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL REGISTROS Y CUBIERTA DE DREN LATERAL DEL CADENAMIENTO 28+500 AL 28+ 535.82 |
| 242 | PMDF - 11 - IHS - 612305 - III - 0004 - 06637 - P - 00 | PLANTA, CORTES, ISOMÉTRICO Y DETALLES INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO Y CÁRCAMO 1 "CASITA DEL VISITADOR". |
| 243 | PMDF - 11 - IHS - 612305 - III - 0005 - 06638 - P - 00 | DETALLES DE CÁRCAMO SANITARIO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO "CASITA DEL VISITADOR". |
| 244 | PMDF - 11 - IHS - 612305 - III - 0007 - 06640 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CALCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL LOCALIZADO EN EL KM 28+720.40 CASITA DEL VISITADOR" |
| 245 | PMDF - 11 - IHS - 612305 - III - 0011 - 35290 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO DETALLES DE CÁRCAMO SANITARIO CASITA DEL VISITADOR. |
| 246 | PMDF - 11 - IHS - 612305 - III - 0013 - 51366 - M - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL CÁRCAMO DE TRASPALCO 1 MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CALCULO LUMBRERA 1 KM. 28+541.36 |

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
35/497

| 290 | CLAVE DEL PLANO | CONCEPTO DEL PLANO |
|-----|--|---|
| 247 | PMDF - 11 - IHS - 612305 - III - 0014 - 51365 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL CÁRCAMO DE TRASPALO 1 "GEOMÉTRICO Y FUNCIONAL" PLANTA, CORTES E ISOMÉTRICO |
| 248 | PMDF - 11 - IHS - 612307 - III - 0011 - 06836 - B - 00 | PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL REJILLAS DE VENTILACIÓN DE LA LUMBRERA "2" UBICADA EN EL CAD. 29+369.694 |
| 249 | PMDF - 11 - IHS - 612307 - III - 0013 - 51364 - M - 01 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL LUMBRERA 2 KM 29+360 TRAMO NAVE DE DEPOSITO MIXCOAC |
| 250 | PMDF - 11 - IHS - 612310 - III - 0004 - 24360 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO HOJA 1 DE 2 |
| 251 | PMDF - 11 - IHS - 612310 - III - 0005 - 24361 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE SANITARIO HOJA 2 DE 2 |
| 252 | PMDF - 11 - IHS - 612310 - III - 0007 - 24363 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DEL DRENAJE DE FILTRACIONES HOJA 1 DE 2 PLANTA DE CIMENTACIÓN |
| 253 | PMDF - 11 - IHS - 612310 - III - 0008 - 20046 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DEL DRENAJE DE FILTRACIONES HOJA 2 DE 2 PASO CONFINADO Y GALERÍA DE CABLES |
| 254 | PMDF - 11 - IHS - 612310 - III - 0010 - 24366 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL HOJA 1 DE 2 |
| 255 | PMDF - 11 - IHS - 612310 - III - 0011 - 24367 - P - 00 | INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL HOJA 2 DE 2 |
| 256 | PMDF - 11 - IHS - 612320 - III - 0001 - 35495 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL LOCALIZADO EN EL KM. 23+040.00 |
| 257 | PMDF - 11 - IHS - 612320 - III - 0006 - 35506 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL. TRAMO: EJE CENTRAL - PARQUE DE LOS VENADOS. SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN SR-12'. LOCALIZADO EN EL KM. 25+273.87. |
| 258 | PMDF - 11 - IHS - 612320 - III - 0006 - 35506 - M - 01 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL TRAMO: EJE CENTRAL - PARQUE DE LOS VENADOS SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN SR-12' LOCALIZADO EN EL KM. 25+273.87 |
| 259 | PMDF - 11 - IHS - 612320 - III - 0006 - 35506 - M - 02 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL TRAMO EJE CENTRAL - PARQUE DE LOS VENADOS SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN SR-12' LOCALIZADO EN EL KM. 25+273.87 |
| 260 | PMDF - 11 - IHS - 612320 - III - 0007 - 21762 - P - 00 | DRENAJE PLUVIAL SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN SR-03 TRAMO: NOPALERA - LOS OLIVOS PK 8+110 |
| 261 | PMDF - 11 - IHS - 612320 - III - 0011 - 35517 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL. TRAMO: ZAPATA - 20 DE NOVIEMBRE. SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN SR-13'. LOCALIZADO EN EL KM. 26+639.35. |
| 262 | PMDF - 11 - IHS - 612320 - III - 0016 - 35542 - M - 00 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL TRAMO: INSURGENTES SUR - MIXCOAC. SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN SR-14 LOCALIZADO EN EL KM. 28+000.00 |
| 263 | PMDF - 11 - IHS - 612320 - III - 0016 - 35542 - M - 01 | MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS PROYECTO DE LA RED DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL. TRAMO: INSURGENTES SUR - MIXCOAC. SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN SR-14". LOCALIZADO EN EL KM. 28+000.00. |
| 264 | PMDF - 11 - IHS - 612320 - III - 0019 - 50419 - B - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN NO 12 TRAMO EJE CENTRAL - PARQUE DE LOS VENADOS |
| 265 | PMDF - 11 - IHS - 612320 - III - 0362 - 53628 - B - 00 | UBICACIÓN DE VÁLVULA DE DRENAJE EN SUBESTACIÓN DE RECTIFICACIÓN SR-12 EN PK 25+273.89 ESTACIÓN PARQUE DE LOS VENADOS |

| 10 | CLAVE DEL PLANO | CONCEPTO DEL PLANO |
|----|---|---|
| | CUBETA | |
| 1 | PMDF - 11 - MS - 612235 - III - 0274 - 06216 - B - 00 | USO DE CUBETA DE CONCRETO NO ESTRUCTURADA EN EL TÚNEL DE DOVELAS |
| 2 | PMDF - 11 - MS - 612290 - III - 0301 - 51442 - E - 00 | ESPECIFICACIÓN PARA LA COLOCACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN LA CUBETA DE LA ESTACIÓN |
| | DRENAJE | |
| 1 | PMDF - 09 - MS - 612300 - III - 0027 - 00109 - P - 00 | PROCEDIMIENTO DE EXCAVACIÓN DE ZANJA, POZOS DE VISITA Y REGISTROS E INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE DESVÍO DE LAS LÍNEAS DE DRENAJE SECUNDARIO DE 0.30M, 0.38M Y 0.60M DE DIÁMETRO |
| 1 | PMDF - 11 - MS - 612220 - III - 0196 - 06140 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL BAJO ANDEN "PASOS PARA ESCURRIMIENTOS EN ZONA DE BAJO ANDEN" PLANTA GENERAL. |
| 2 | PMDF - 11 - MS - 612220 - III - 0197 - 06141 - P - 00 | INSTALACIÓN PLUVIAL PROYECTO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL NIVEL BAJO ANDEN "PASOS PARA ESCURRIMIENTOS EN ZONA DE BAJO ANDEN" PLANTA GENERAL. |
| | CÁRCAMOS | |
| 1 | PMDF - 10 - MS - 612240 - III - 0213 - 30898 - P - 00 | PROCEDIMIENTO DE EXCAVACIÓN DE LOS CÁRCAMOS DE AGUA PLUVIAL 1 Y 2. ESTACIÓN ERMITA |
| 2 | PMDF - 10 - MS - 612240 - III - 0214 - 30899 - P - 00 | PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LOS CÁRCAMOS DE AGUA PLUVIAL 1 Y 2. ESTACIÓN ERMITA |
| 3 | PMDF - 10 - MS - 612260 - III - 0117 - 32434 - P - 00 | PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LOS CÁRCAMOS DE AGUA PLUVIAL 1 Y 2 |
| 4 | PMDF - 12 - MS - 612235 - III - 0324 - 05480 - B - 00 | PROCESO CONSTRUCTIVO PARA TENDIDO DE TUBERÍA DE 200MM DEL TÚNEL DE LÍNEA 12 AL CÁRCAMO DE LA SALIDA DE EMERGENCIA SUR 81 |
| 5 | PMDF - 12 - MS - 612255 - III - 0325 - 05481 - B - 00 | PROCESO CONSTRUCTIVO PARA TENDIDO DE TUBERÍA DE 250 MM DEL TÚNEL DE LÍNEA 12 AL CÁRCAMO DE LA SALIDA DE EMERGENCIA VERTIZ |

Tabla 8 Lista de documentos túnel 2

5.3 Documentos entregados por el PMDF a MEXISTRA en formato físico

| | Código de Plano | Título del Plano | Cadenamiento | | |
|----|---------------------------------------|--|-----------------|--------|-----------------------------------|
| 1 | PMDF-12-IHS-612225-IV-0001-13416-P-AB | Instalación pluvial dren lateral | 18+959 | 19+419 | Atlalilco-Mexicaltzingo |
| 2 | PMDF-12-IHS-612225-IV-0002-13417-P-AB | Instalación pluvial dren lateral | 19+419 | 19+899 | |
| 3 | PMDF-12-IHS-612225-IV-0003-13418-P-AB | Instalación pluvial dren lateral | 19+899 | 20+369 | |
| 4 | PMDF-12-IHS-612225-IV-0004-13419-P-AB | Instalación pluvial dren lateral | 20+369 | 20+849 | |
| 5 | PMDF-12-IHS-612235-IV-0001-30075-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje en intertramos | 21+678 | 22+190 | Mexicaltzingo- Ermita |
| 6 | PMDF-12-IHS-612235-IV-0002-30076-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje en intertramos | 22+830 | 22+190 | |
| 7 | PMDF-12-IHS-612235-IV-0004-30095-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje en intertramos "distribución de zoclodren y red de drenaje" planta general, cortes e isométrico | LUMBRERA SUR 81 | 21+680 | Ermita- Eje Central |
| 8 | PMDF-12-IHS-612235-IV-0006-30097-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje en intertramos "descarga de cárcamo pluvial a red municipal" planta general, cortes e isométrico | LUMBRERA SUR 81 | 21+680 | |
| 9 | PMDF-12-IHS-612245-IV-0001-31063-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje pluvial | 22+984 | 23+520 | Parque de los venados-Eje Central |
| 10 | PMDF-12-IHS-612245-IV-0002-31064-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje pluvial | 23+520 | 23+875 | |
| 11 | PMDF-12-IHS-612245-IV-0003-31065-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red pluvial "distribución de zoclodren y red de drenaje" planta general, cortes e isométrico | LUMBRERA BALBOA | 23+343 | |
| 12 | PMDF-12-IHS-612245-IV-0004-31088-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red pluvial "distribución de zoclodren y red de drenaje" detalles generales de drenaje y cárcamo pluvial | LUMBRERA BALBOA | 23+344 | |
| 13 | PMDF-12-IHS-612255-IV-0001-32052-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje pluvial | 24+029 | 24+680 | Parque de los venados-Eje Central |
| 14 | PMDF-12-IHS-612255-IV-0004-32058-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje en intertramos "distribución de zoclodren y red de drenaje" planta general, cortes e isométrico | LUMBRERA VERTIZ | 24+680 | |
| 15 | PMDF-12-IHS-612255-IV-0006-32060-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje en intertramos "descarga de cárcamo pluvial a red municipal" planta general, cortes e isométrico | LUMBRERA VERTIZ | 24+890 | |

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
37/497



| | Código de Plano | Título del Plano | Cadenamiento | | |
|----|---------------------------------------|---|--------------|--------|----------------------------------|
| 16 | PMDF-12-IHS-612275-IV-0001-33457-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje pluvial | 26+172 | 26+618 | Zapata- 20 de Noviembre |
| 17 | PMDF-12-IHS-612285-IV-0001-34006-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje pluvial | 26+772 | 27+395 | 20 de Noviembre- Insurgentes Sur |
| 18 | PMDF-12-IHS-612295-IV-0001-34566-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje pluvial | 27+546 | 27+890 | Insurgentes- Mixcoac |
| 19 | PMDF-12-IHS-612285-IV-0001-34006-P-AB | Instalación pluvial proyecto de la red de drenaje pluvial | 27+890 | 28+294 | |

6. PRESENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL TÚNEL.

A partir de los documentos obtenidos, MEXISTRA pudo estudiar la concepción del túnel. El alcance del peritaje no incluye la estructura del túnel (anillo de dovelas).

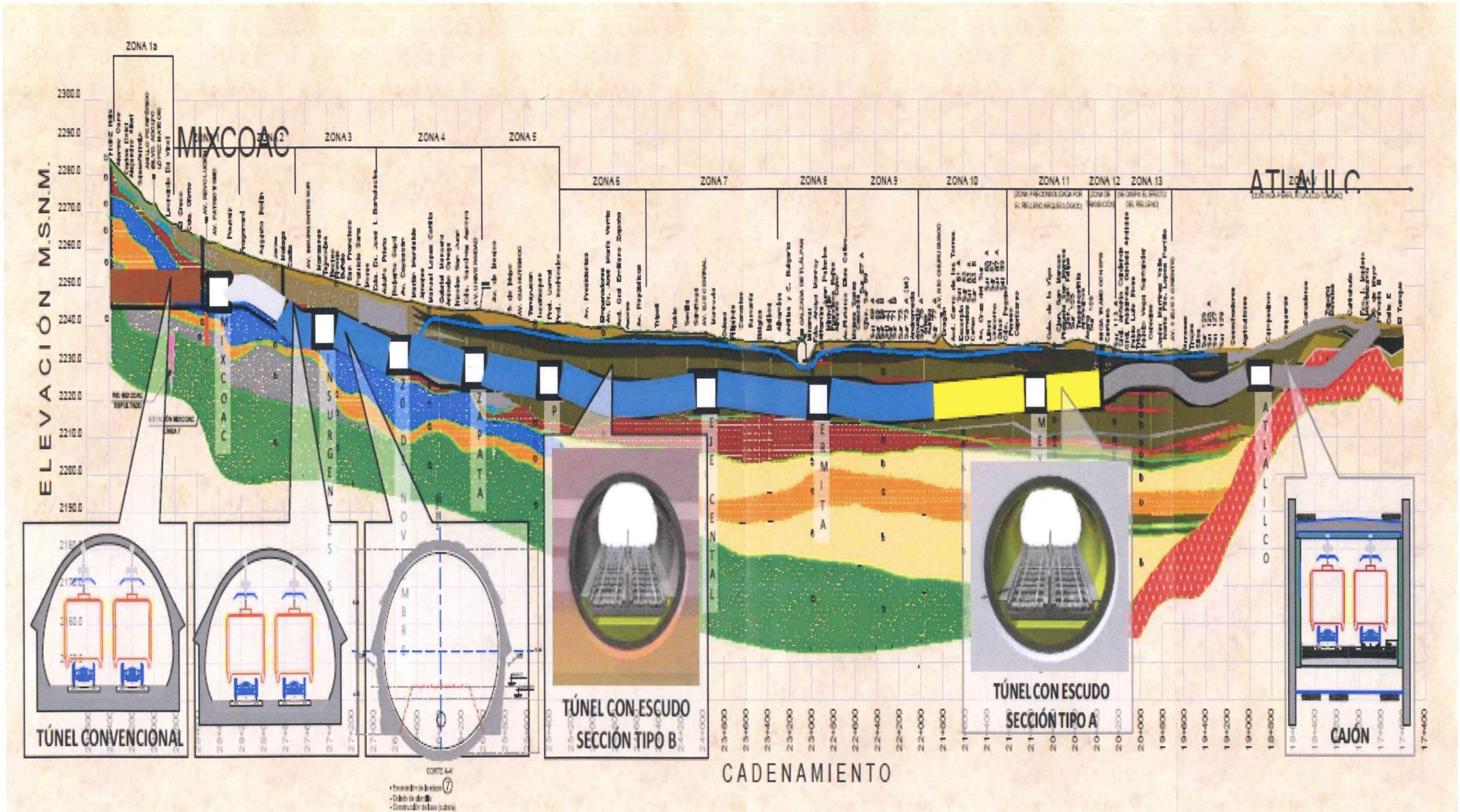
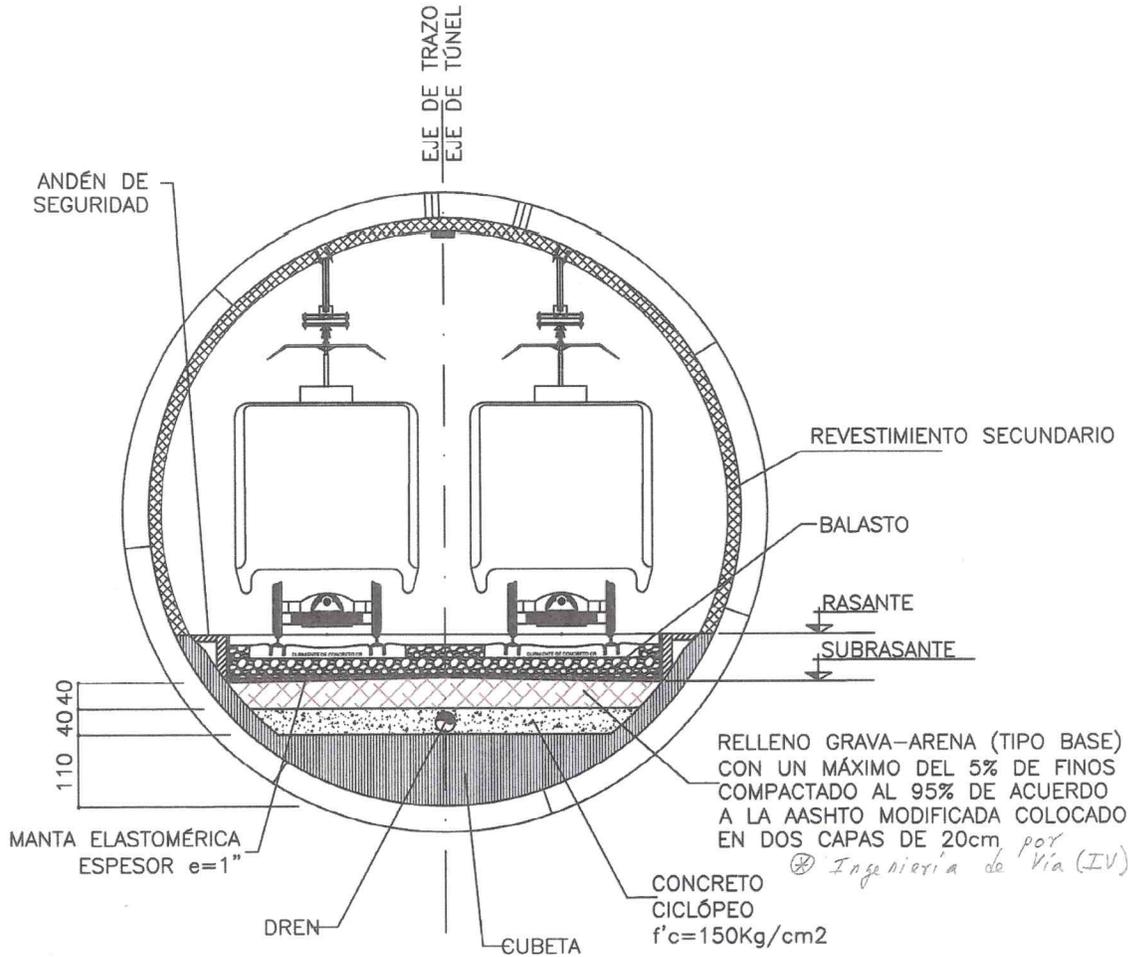


Figura 2. Esquema de la estructura del túnel.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

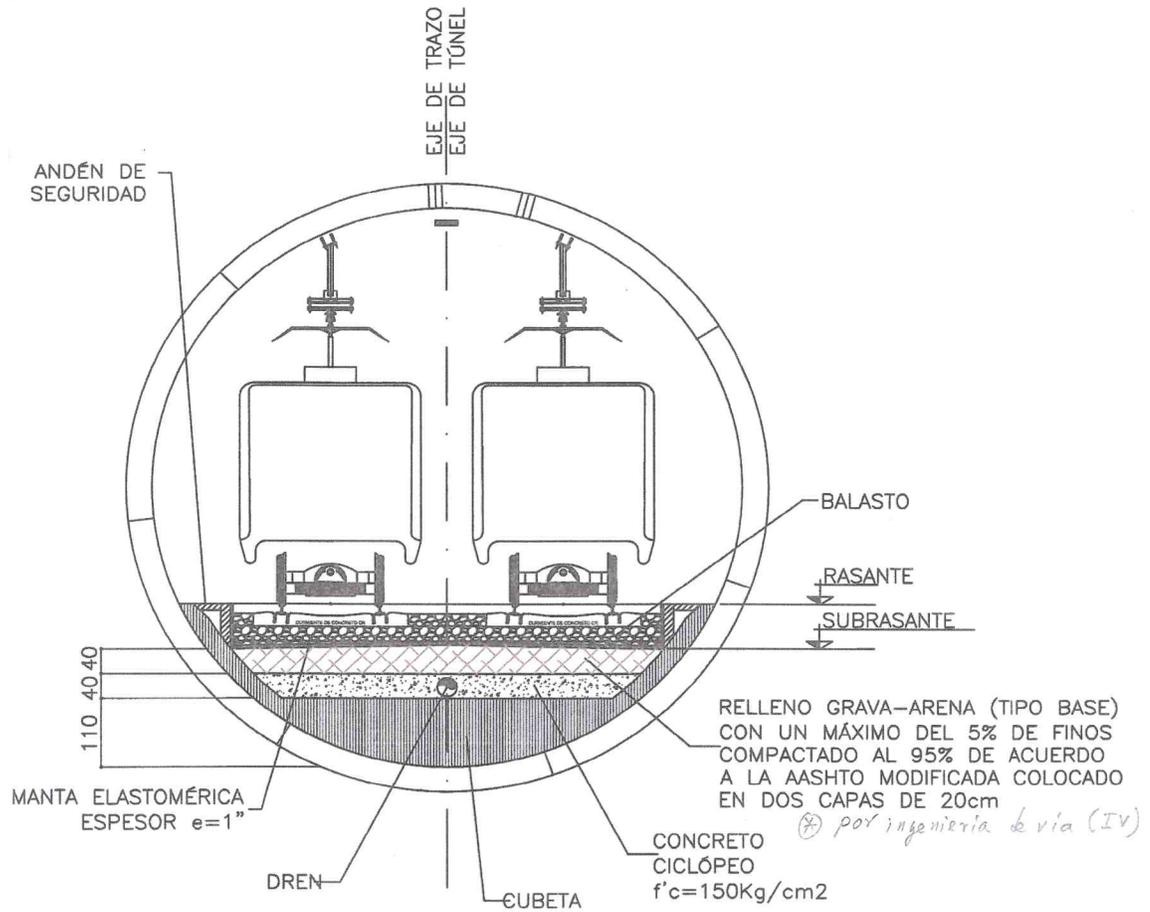
De acuerdo con el plano PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01, la estructura del túnel con escudo (que represente la mayor parte del tramo en túnel) está basada en 4 tipos diferentes de secciones:



SECCIÓN 1 CAD 20+326 AL 21+300

REF. 05453-P-00 GEOMETRIA REVESTIMIENTO Y CUBETA
05434-P-00 ARMADO DE REVESTIMIENTO
50760-B-00 CONCRETO CICLOPEO e=80 CM

Figura 3. Sección del túnel del PK20+326 al PK21+300.



SECCIÓN 2, CAD. 21+300 AL 22+470

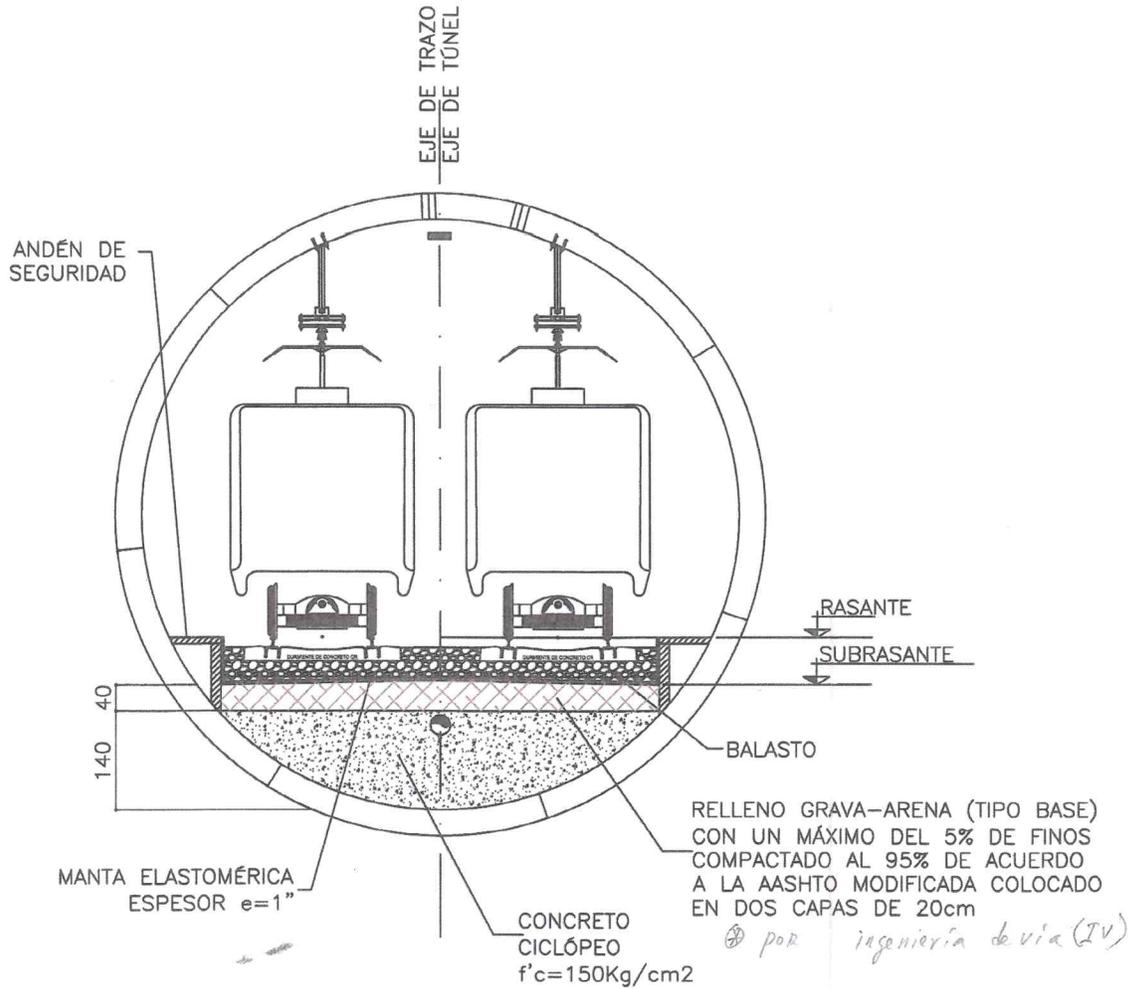
REF. 05453-P-00 GEOMETRIA REVESTIMIENTO Y CUBETA
05434-P-00 ARMADO DE REVESTIMIENTO
50760-B-00 CONCRETO CICLOPEO e=80 CM

Figura 4. Sección del túnel del PK21+300 al PK22+470.

(Handwritten signature in blue ink)

(Handwritten signature in blue ink)

(Handwritten signature in blue ink)



SECCIÓN 3, CAD. 22+470 AL 22+900

REF. 50757-B-00 RELLENO GRAVA-ARENA
05446-P-00 CUBETA ESTRUCTURADA

Figura 5. Sección del túnel del PK22+470 al PK22+900.

Metro de la Ciudad de México

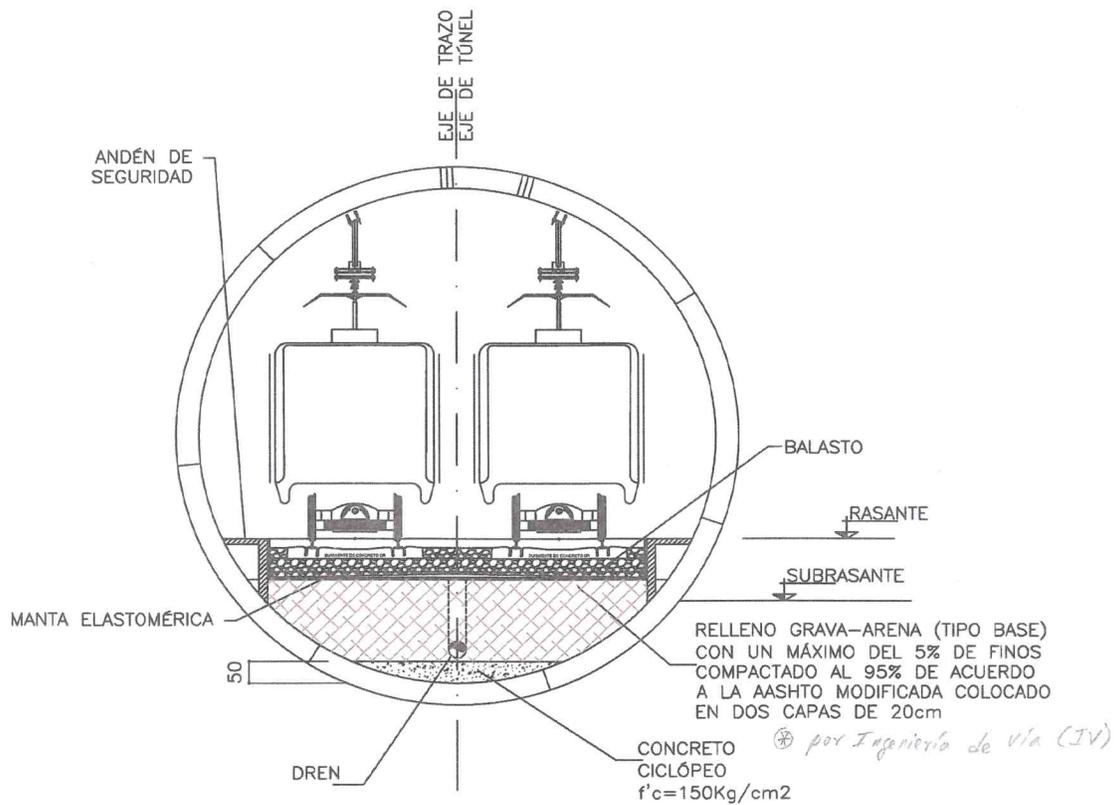
Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
42/497



SECCIÓN 4 CAD. 22+900 AL 27+390

REF. 06967-B-00 TRAMO SIN CUBETA

Figura 6. Sección del túnel del PK22+900 al PK 27+390.

[Handwritten signature]

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

[Handwritten signature]

Página
43/497

[Handwritten signature]

De acuerdo con el plano 209-PMDF-09-VI.8-612000-III-0426-52632-P-00, la estructura del túnel convencional está basada en la siguiente sección:

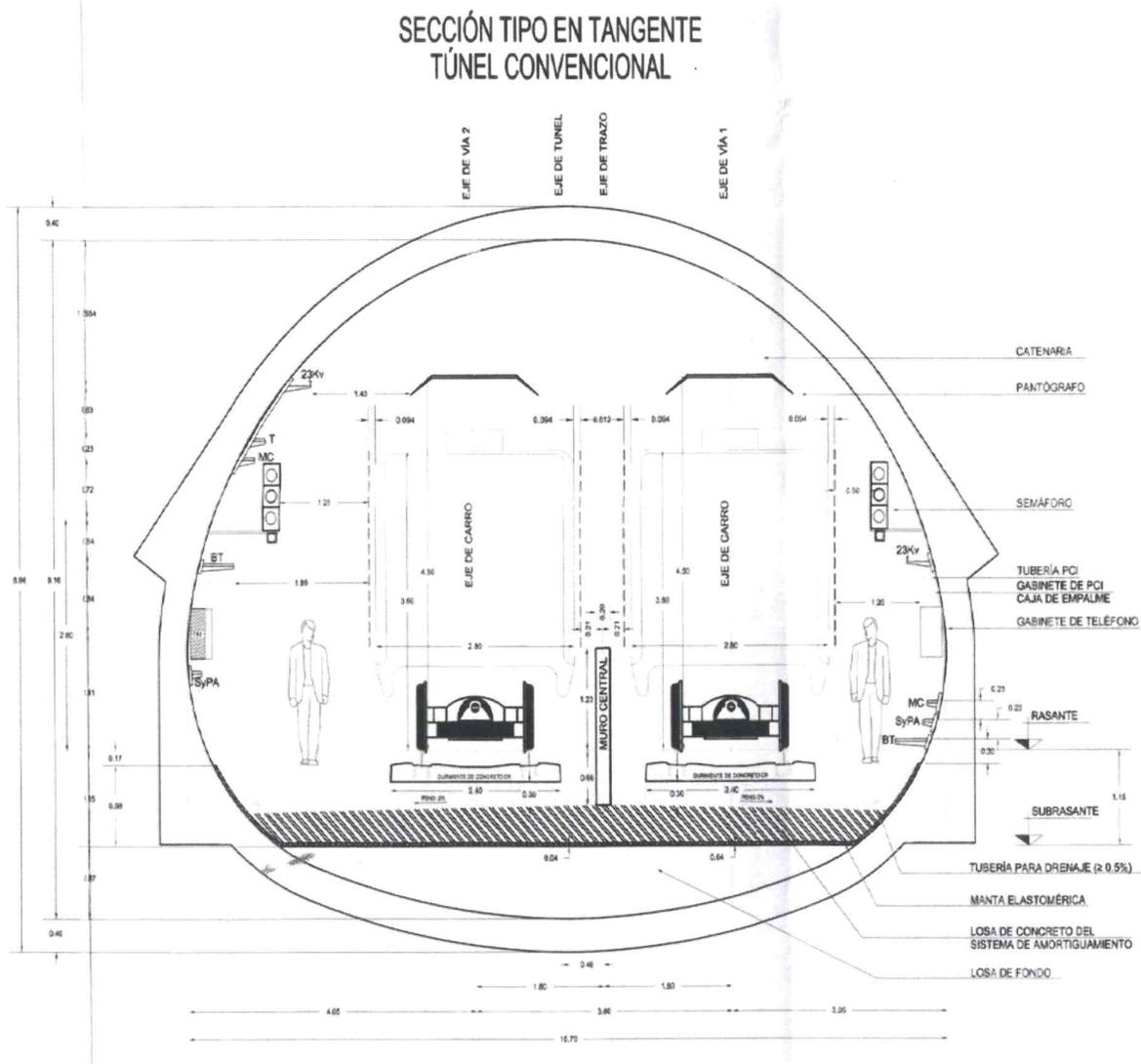


Figura 7. Sección del túnel de la estación Insurgentes hasta el final de la Línea.

De acuerdo con el plano 204-PMDF-09-VI.8-612000-III-0427-52633-P-00, la estructura del túnel en cajón está basada en la siguiente sección:

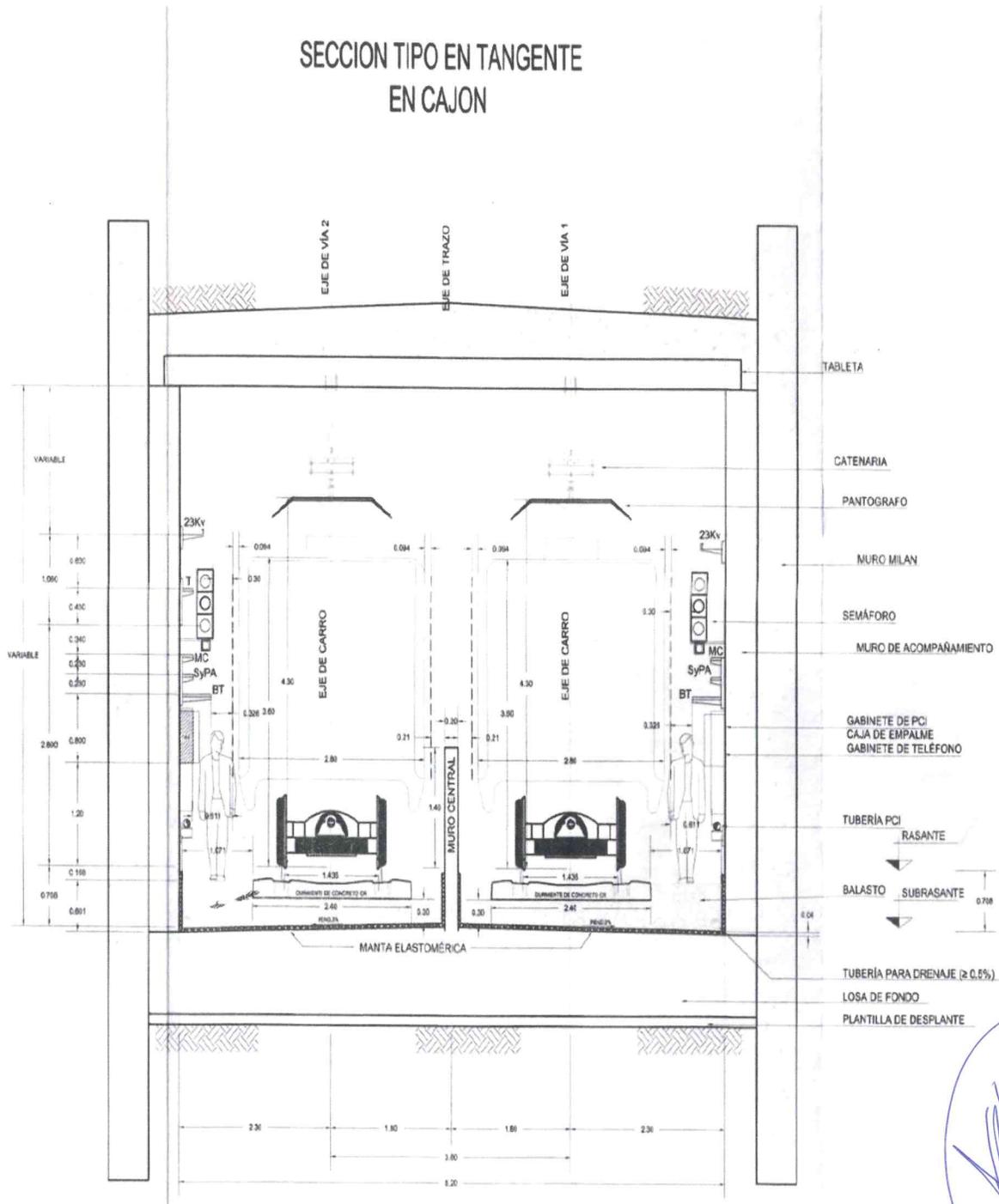


Figura 8. Sección en cajón, del inicio del túnel hasta el PK20+327.

7. INSPECCIÓN VISUAL DEL TÚNEL.

Se ha realizado una inspección visual del tramo en túnel de la línea 12. El objetivo de este peritaje fue obtener un diagnóstico preliminar del sistema de drenaje y un diagnóstico de la vía y de sus elementos.

Se ha realizado la Inspección visual en el tramo de la línea donde se mantiene el servicio comercial (entre las estaciones Atlalilco y Mixcoac). Todo este tramo se construyó en túnel.

Las zonas objeto de la inspección son representativas del conjunto de la línea e incluyen la mayor parte de las curvas de radio pequeño (inferiores a 500 m) donde se han detectado los desórdenes más importantes presentes en la línea.

La inspección visual ha sido realizada por los expertos de MEXISTRA en un recorrido a pie sobre ambas vías.

Esta inspección visual ha permitido presentar el estado en que se encuentran actualmente las zonas objeto del mismo para el diagnóstico.

7.1 Constataciones generales luego de la inspección visual

La inspección visual pone en evidencia degradaciones y anomalías importantes en las siguientes ubicaciones:

- Componentes de la vía,
- Balasto,
- Sistema de drenaje.

Nota: En esta fase, la capa sub-balasto, de grava arena no se ha retirado, además no se han tomado muestras para análisis en laboratorio.

La inspección visual genera dudas, y por lo tanto, fue necesario la realización de ensayos geotécnicos adicionales.

Estos sondeos geotécnicos han sido realizados mediante penetrómetros dinámicos, muestras con pruebas en laboratorio y ensayos con georadar en el tramo en túnel de la línea 12.

El objetivo fue:

- Determinar la naturaleza y el espesor de las capas de base existentes,
- Determinar la naturaleza del terreno de apoyo,
- Recopilar la información necesaria para una posible rehabilitación de la capa de base de la vía.
- Confirmar el estatus y el diseño del sistema de drenaje

7.2 Diferentes componentes de la vía

Los principales defectos observados son:

- Rieles: desgaste ondulatorio, desgaste lateral, desgaste vertical, aplastamiento, deformación por fluencia del metal, fisuras, head-checking, desnivelaciones de la superficie de rodadura,
- Soldaduras aluminotérmicas: defectos de geometría, defectos visuales,
- Durmientes: rotura, fisuras y grietas, desgaste anormal del concreto,
- Fijaciones del riel: apriete excesivo, aflojamiento y rotura
- Fijaciones del contrarriel: aflojamiento y rotura,
- El balasto está contaminado con finos
- La geometría de la vía: defectos de nivelación, defectos de alineación de la vía.

Nota: Debido al mantenimiento realizado por IMA/TSO muchos elementos han sido reemplazados. Estas operaciones ayudaron a reducir la gravedad de los daños.

Los defectos están principalmente ubicados en las curvas de radio inferior o igual a 800 m; el número y la gravedad de los defectos constatados están ligados al valor del radio de la curva (cuanto más pequeño es el radio, más grande es el número y la gravedad de las fallas).

Los defectos afectan sobre todo a los rieles (sobre las dos filas). Los defectos de riel, especialmente los que se refieren a la superficie de circulación, generan las vibraciones que ocasionan otras degradaciones:

- Rupturas de fijaciones del riel,
- Deterioro de la nivelación,
- Desgaste del balasto (atrición).

8. EXAMEN DE LOS COMPONENTES DE LA VÍA FÉRREA

8.1 Rieles

El riel es de tipo 115 RE de matiz 900; proviene del proveedor TataSteel Francia (Corus Hy)

Las vías están constituidas por largo riel soldado (LRS) formadas a partir de rieles elementales de 18 m soldados en vía por aluminotermia.

Los defectos graves se acumulan sobre las curvas de radio inferior o igual a 800 m y su frecuencia depende del radio de curvatura.

Se observan configuraciones similares en la mayoría de las curvas:

- La entrada y salida a la curva primero es marcada por la aparición de fisuras transversales

- Defecto llamado head-checking sobre el hongo del riel de la fila alta



Foto 1. Head-checking vía 2 Pk 19+075, cerca de la Estación Atlalilco.

- Fluencia del hongo



Foto 2. fluencia del hongo – Estación Atlalilco Curva N° 37 –vía 2 – PK 19+185

- Un desgaste ondulatorio aparece sobre la filas de rieles (aparato del riel). La profundidad y la amplitud de las ondas varían según el radio de la curva y la velocidad de los trenes.

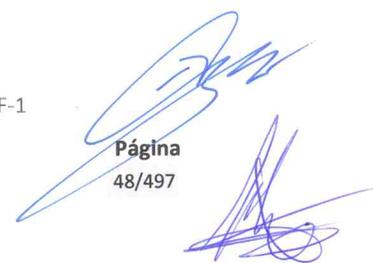




Foto 3. Desgaste ondulatorio de amplitud 5-6 cm - Estación Mixcoac vía 2 PK 28+450

8.2 Durmientes

Los durmientes monobloc son de concreto pretensado. Son de 3 tipos:

- Durmiente de vía en línea ITISA,
- Durmiente de vía en línea PRET,
- Durmientes con soporte de contrarrieles PRET.

El número de durmientes es de:

- 1515 durmientes/kilómetro en recta,
- 1666 durmientes/kilómetro en curva.

El análisis puso en evidencia:

- Defectos de moldeado,
- Ruptura de durmientes
- Grietas longitudinales
- Grietas transversales de los durmientes: aparición de un desgaste anormal del concreto sobre las cabezas de los durmientes de la fila baja en las curvas de radio pequeño.



Foto 4. Durmientes fracturados 25+880.5 y 25+881 fila "A"

Se trata del mismo defecto detectado en la zona del viaducto.

La presencia de numerosos durmientes rotos y agrietados, a pesar de la sustitución masiva ya realizada, es un nuevo factor que inquieta a causa del poco tiempo de servicio de la línea.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

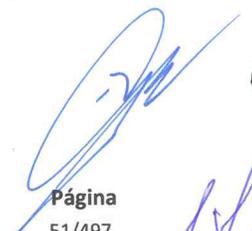
Página
50/497

Los durmientes rotos ya no son capaces de asegurar su función principal que consiste en mantener la separación y la estabilidad del riel. Este estado presenta un riesgo para la seguridad de las circulaciones.

Los durmientes agrietados no son reparables; las grietas solo se agravarán para conducir a la rotura del durmiente. Este fenómeno de rotura puede ser rápido a causa de las vibraciones generadas por el estado del riel y puede producirse al paso de un tren.

En las curvas de radio pequeño (< 500 m), la vía está instalada con un peralte importante (alcanzando 160 mm). Los esfuerzos del balasto en la cabeza del durmiente de la fila baja son elevados. Se comprueba en varias zonas un desgaste del concreto de la cabeza del durmiente por los granos de balasto.

Esta situación hace temer el mismo fenómeno para el fondo de los durmientes, lo que sería perjudicial para su resistencia a medio plazo, y sobre todo para el mantenimiento de la nivelación incluso en el muy corto plazo. No fue posible hacer un sondeo para verificar el estado de la superficie inferior de los durmientes de concreto durante el análisis; se tiene que hacer esta comprobación mediante un ensayo suplementario.



8.3 Sistema de fijación

El sistema de fijación del riel es de tipo Nabla Evolución (aislamiento plástico + lámina de resorte metálica) utilizadas con placa de asiento de caucho de 9 mm bajo el riel.

De manera general las fijaciones Nabla están muy apretadas. Esta presión excesiva > a 25 KN/m lleva a un desgaste acelerado del aislamiento de plástico y a una pérdida en término de la elasticidad de la lámina de resorte metálica.

Nota: El exceso de presión se determina visualmente por la deformación de la fijación. Antes del apriete, la fijación colocada correctamente en su lugar presenta verticalmente en su eje una holgura de 5mm entre la lámina y el lado superior de la junta aislante. Al apretar, la holgura disminuye y la deformación de la lámina se modifica. Por lo tanto, se recomiendan usar torquímetro para realizar una apriete adecuado.

Se constataron también otras anomalías:

- Ciertas fijaciones están rotas o agrietadas
- Las fijaciones están ausentes
- Las fijaciones han sido colocadas con una doble lámina de resorte metálica



Foto 5. Nabla rota - PK 25+111



Foto 6. Nabla fisurada, marcada con gis la fisura 25+678 fila "C"

8.4 Contrarriel en las curvas

No se ha encontrado la documentación que determine el uso de contrarrieles. Solamente se proveyeron las disposiciones técnicas (plano y dispositivo de montaje).

La DGOP y PMDF no tienen los documentos de justificación del contrarriel.

El papel y propósito de estos contrarrieles, si es activo o pasivo por concepción, fue precisado a MEXISTRA:

- Limitar las consecuencias de un descarrilamiento: en ese caso, se colocaría un riel de seguridad en el eje de la vía, lo que favorecería el bateo mecánico.
- Favorecer la inscripción de los vehículos en las curvas: la laguna entonces se adapta para darles una función activa sobre la curva. De hecho, el contrarriel juega este papel a la salida de las curvas.

Las especificaciones de MEXISTRA y las investigaciones de otras redes de metro muestran que este tipo de contrarrieles se instala, habitualmente, en las curvas de radio ≤ 100 m y está destinado a retener un eje cuando la rueda exterior comienza a subir sobre el riel de la fila exterior.

Los defectos siguientes están relacionados:

Handwritten signatures in blue ink, including a large signature at the top right and a smaller one at the bottom right.



Foto 7. Tornillo de contra riel roto – PK 25+618 Fila D

8.5 Balasto

8.5.1 Estatus del balasto

El balasto se encuentra formado por elementos de roca basáltica.

- Contaminación por elementos finos:



Foto 8. El balasto contiene una cantidad de finos importante - PK 24+200

Este desgaste es perjudicial para el posicionamiento y configuración (imbricación) de los pedazos entre ellos y consecuentemente para la estabilidad de la nivelación y de la geometría de la vía.

- Mala granulometría:

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
54/497

La granulometría del balasto observada no es conforme a la norma EN 13450 (d=25mm, D=50 mm).



Foto 9. Muchos elementos pequeños PK 23+800

A handwritten signature in blue ink, enclosed within a large, irregular blue scribble.

A handwritten signature in blue ink, enclosed within a large, irregular blue scribble.

A handwritten signature in blue ink, enclosed within a large, irregular blue scribble.

8.5.2 Diagrama del espesor de balasto en el túnel

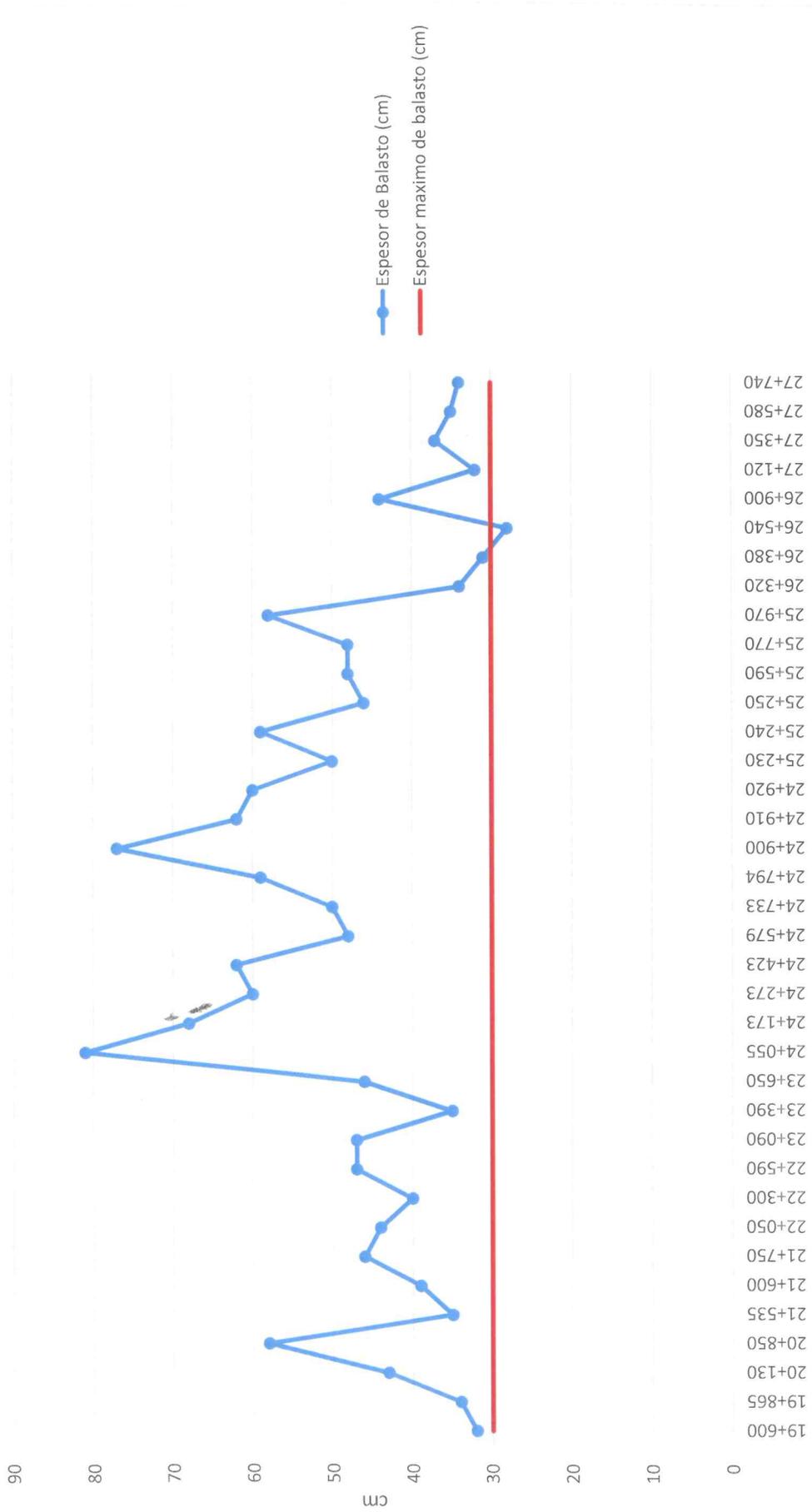


Figura 9. El espesor de balasto en el túnel varía de 28 a 81 cm

Méetro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12

[Handwritten signature]

Informe final

Para estar conforme a la norma EN274-110707-02C de la SNCF, por este tipo de línea, el espesor de balasto debe ser limitado a 20 cm, del lado de la fila baja de la curva. Esta disposición se justifica por el empleo de durmientes de concreto equipados con zapatillas reductoras de atrición bajo durmientes. Hoy en día, los espesores observados son demasiado importantes para asegurar una calidad geométrica correcta de la vía.

8.6 Geometría de la vía y nivelación

Los defectos de superficie del riel generan defectos de nivelación. En cuanto al túnel, la sustitución masiva de durmientes perturba la nivelación y necesitará varios trabajos y acciones correctivas para devolver una calidad de geometría correcta por causa de los asentamientos debajo de los nuevos durmientes.

8.7 Aparatos de vía

Durante los trabajos de mantenimiento realizados por IMA-TSO, las noches 20/21 de septiembre y 18/19 de octubre de 2014 se llevó a cabo la sustitución de los cambios (agujas, contra-agujas, rieles diagonales y rieles de transición) de la comunicación 13-23 de la Terminal Mixcoac, en virtud del daño producido por los trenes FE-10 utilizados en la Línea 12.



Figura 10. Comunicación 13/23

Cuatro semanas después de haber sustituido las agujas contra-agujas y rieles intermedios, el 19 de octubre, se observó que en el aparato 23 había marcas de desgaste ondulatorio en la contra-aguja curva y su riel intermedio, con una longitud de onda de 3 cm, aproximadamente.

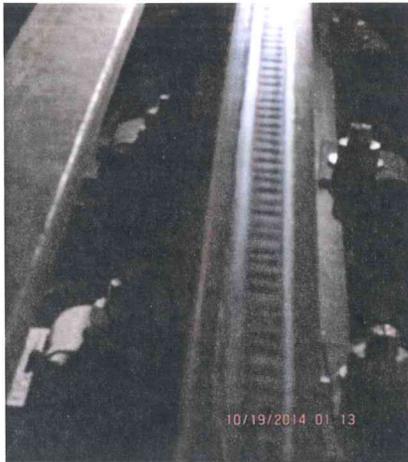


Foto 10. Desgaste ondulatorio en la contra-aguja-Comunicación 13/23

Para realizar la medición se colocó una regla metálica de 1 m sobre la mesa de rodamiento y se introdujeron láminas calibradoras metálicas graduadas para conocer el espacio entre la regla y la mesa de rodamiento. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

| Punto | Aparato | Ubicación | Desgaste |
|-------|---------|--|----------|
| 1 | 13 | Aguja curva, durmiente 7. | 0.10 |
| 2 | 13 | Contra-aguja curva, durmiente 7. | 0.06 |
| 3 | 13 | Aguja curva, entre durmientes 14 y 15. | 0.20 |
| 4 | 13 | Contra-aguja curva, entre durmientes 15 y 16. | 0.13 |
| 5 | 13 | Riel intermedio aguja curva, entre durmientes 18 y 19. | 0.45 |
| 6 | 13 | Riel intermedio contra-aguja curva, durmiente 21 | 0.06 |
| 7 | 13 | Riel intermedio contra-aguja curva, durmiente 21 | 0.06 |
| 8 | 13 | Riel intermedio aguja curva, entre durmientes 27 y 28. | 0.10 |

Tabla 9 Lista de los aparatos de vía 1

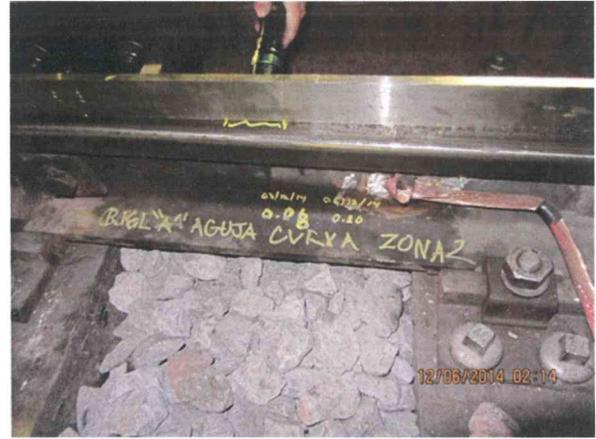


Foto 11. Desgaste geométrico-Comunicación 13/23

| Punto | Aparato | Ubicacion | Desgaste |
|-------|---------|---|----------|
| 9 | 23 | Aguja curva, entre durmientes 7y 8. | 0.08 |
| 10 | 23 | Contra-aguja curva, durmiente 7. | 0.08 |
| 11 | 23 | Aguja curva, entre durmientes 14 y 15. | 0.18 |
| 12 | 23 | Contra-aguja curva, entre durmientes 15 y 16. | 0.23 |
| 13 | 23 | Riel intermedio aguja curva, entre durmientes 19 y 20. | 0.06 |
| 14 | 23 | Riel intermedio contra-aguja curva, entre durmientes 20 y 21. | 0.13 |
| 15 | 23 | Riel intermedio aguja curva, entre durmientes 27 y 28. | 0.08 |
| 16 | 23 | Riel intermedio contra-aguja curva, durmiente 21 | 0.00 |

Tabla 10 Lista de los aparatos de vía 2



Foto 12. Desgaste geométrico-Comunicación 13/23



Vista a trasluz del desgaste en la mesa de rodamiento en el punto 3



Medición del tramo desgastado en el punto 2 (26 cm longitudinales)

Foto 13. Desgaste ondulatorio-Comunicación 13/23

En lo referente a la longitud de onda, se observó que las marcas se mantienen con una separación de aproximadamente 3 cm.

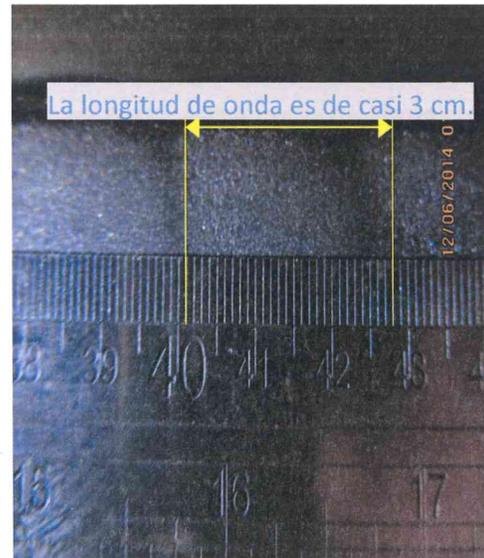


Foto 14. Desgaste ondulatorio – Aparato de vía 13/23

8.8 Síntesis del análisis de los componentes de la vía

Los reemplazos y los ajustes de los componentes de la vía, como parte del mantenimiento correctivo llevado a cabo por IMA-TSO, han ayudado a mitigar parcialmente los problemas. Sin embargo, para evitar el desgaste acelerado de los distintos componentes de la vía, es necesario proceder a las mismas medidas correctivas que se adoptan en el viaducto.

Tal como se ha indicado anteriormente, la mayoría de los defectos (y los más graves) conciernen a los rieles y afectan a las curvas de radio inferior a 500 m. Los problemas de interacción riel/rueda e interfaz infraestructura/material rodante parecen ser la causa de la mayoría de los defectos que afectan a los rieles, pero estas situaciones no deben dejar de lado otras causas de las averías y problemáticas de la línea 12.

Así, según las constataciones hechas en la visita de la vía, el origen de las degradaciones puede ser clasificado en dos categorías:

- Problemas de diseño y de ejecución:
 - Mala interacción riel/rueda e interfaz infraestructura/material rodante: desgaste de los rieles en curva
 - Fabricación: agrietamiento y rotura de durmientes, composición del balasto
 - Puesta en ejecución: soldaduras, presión excesiva de las fijaciones, defectos de geometría
- Consecuencias de los defectos de riel y de rueda:
 - Agravación de los defectos de rieles
 - Agravación de los defectos de durmientes

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
62/497

- Rotura de fijaciones
- Desgaste del balasto
- Deterioro de la nivelación

9. ANÁLISIS DEL TRAZADO DE VÍA

9.1 Trazado en planta

9.1.1 Radio mínimo y Longitud mínima de los elementos

En la visita del tramo en túnel de la línea, MEXISTRA ha constatado diferentes problemas en las curvas de radio inferior a 380 m. Los problemas de un trazado con curvas de radio pequeño ya fueron previstos en la Memoria de Calculo – Proyecto de implantación de vía, trazo y perfil. PMDF-11-VI. 13-612000-III-0001-10296-M00.

La siguiente tabla muestra las curvas de radios menores a 350 m en el túnel donde existen elementos de trazo que no cumplen la longitud mínima exigida.

La comunicación 13/23 no respeta la distancia mínima entre la junta de talón o de punta según el caso de la comunicación y el origen de la clotoide, conforme a la norma EN 13 803-1.



| Estaciones | PK | Num | PI | RC | Lel | V | dp | i | CT | CC | CC' | TC | S | LA | L < 30m | |
|------------------------------|-------------------|-----|------------|-------|------|-------|-----|----|--------|--------|--------|--------|---|--------|---------|-----|
| | | | | m | m | Km/h | mm | mm | | | | | | m | | 30 |
| Atlatlilco | 18+802,346 | | | | | | | | 18 170 | | | | | 18 956 | A | 787 |
| | | 37 | 19+185.601 | 200 | 53,4 | 60 | 160 | 52 | 18 956 | 19 010 | 19 272 | 19 326 | G | 263 | | |
| | | | | | | | | | 19 326 | | | 19 427 | A | 101 | | |
| | | 38 | 19+524.957 | 2000 | 0 | 80 | 0 | 38 | 19 427 | 19 427 | 19 623 | 19 623 | G | 196 | | |
| | | | | | | | | | 19 623 | | | 19 670 | A | 47 | | |
| | | 39 | 19+694.902 | 1000 | 20 | 90 | 40 | 56 | 19 670 | 19 690 | 19 720 | 19 740 | D | 31 | | |
| | | | | | | | | | 19 740 | | | 19 839 | A | 98 | | |
| | | 40 | 19+865.962 | 800 | 16,5 | 74,25 | 40 | 41 | 19 839 | 19 855 | 19 877 | 19 893 | G | 22 | XXX | |
| | | | | | | | | | 19 893 | | | 19 944 | A | 51 | | |
| | | 41 | 20+009.718 | 1800 | 0 | 70 | 0 | 32 | 19 944 | 19 944 | 20 075 | 20 075 | D | 130 | | |
| | | | | | | | | | 20 075 | | | 20 134 | A | 59 | | |
| | | 42 | 20+173.918 | 1200 | 25 | 90 | 50 | 30 | 20 134 | 20 159 | 20 189 | 20 214 | D | 30 | XXX | |
| | | | | | | | | | 20 214 | | | 20 583 | A | 369 | | |
| | | 43 | 20+661.391 | 250 | 62,3 | 70 | 160 | 71 | 20 583 | 20 646 | 20 676 | 20 738 | G | 30 | | |
| | | | | | | | | | 20 738 | | | 20 758 | A | 20 | XXX | |
| | | 44 | 20+813.812 | 250 | 40 | 55 | 131 | 12 | 20 758 | 20 798 | 20 828 | 20 868 | D | 30 | XXX | |
| | | | | | | | | | 20 868 | | | 21 207 | A | 339 | | |
| Mexicaltzingo | 20+873,675 | | | | | | | | 21 207 | 21 207 | 21 243 | 21 243 | D | 36 | | |
| | | | | | | | | | 21 243 | | | 21 259 | A | 16 | XXX | |
| | | 46 | 21+278.391 | 2100 | 0 | 80 | 0 | 36 | 21 259 | 21 259 | 21 297 | 21 297 | G | 38 | | |
| | | | | | | | | | 21 297 | | | 21 853 | A | 556 | | |
| | | 47 | 21+871.060 | 6000 | 0 | 90 | 0 | 16 | 21 853 | 21 853 | 21 889 | 21 889 | D | 36 | | |
| | | | | | | | | | 21 889 | | | 22 546 | A | 657 | | |
| | | 48 | 22+561.171 | 3000 | 0 | 80 | 0 | 25 | 22 546 | 22 546 | 22 577 | 22 577 | G | 31 | | |
| | | | | | | | | | 22 577 | | | 22 619 | A | 43 | | |
| | | 49 | 22+635.321 | 3000 | 0 | 90 | 0 | 32 | 22 619 | 22 619 | 22 651 | 22 651 | D | 32 | | |
| | | | | | | | | | 22 651 | | | 23 065 | A | 414 | | |
| Ermita | 22+828,378 | | | | | | | | 23 065 | 23 100 | 23 132 | 23 167 | D | 32 | | |
| | | 50 | 23+115.975 | 1000 | 35 | 90 | 70 | 28 | 23 167 | 23 167 | 23 464 | 23 464 | A | 297 | | |
| | | | | | | | | | 23 464 | 23 464 | 23 526 | 23 526 | G | 61 | | |
| | | 51 | 23+494.868 | 2000 | 0 | 90 | 0 | 48 | 23 526 | 23 526 | 23 689 | 23 689 | A | 163 | | |
| | | | | | | | | | 23 689 | 23 689 | 23 711 | 23 711 | D | 22 | XXX | |
| | | 52 | 23+699.835 | 3000 | 0 | 90 | 0 | 32 | 23 711 | 23 711 | 24 044 | 24 044 | A | 333 | | |
| Eje Central | 23+873,267 | | | | | | | | 24 044 | 24 106 | 24 370 | 24 432 | D | 264 | | |
| | | 53 | 24+259.658 | 280 | 62,3 | 70 | 160 | 46 | 24 432 | 24 432 | 24 988 | 24 988 | A | 555 | | |
| | | | | | | | | | 24 988 | 25 050 | 25 290 | 25 353 | G | 241 | | |
| Parque de los Venados | 25+300,800 | | | | | | | | 25 353 | 25 567 | 25 711 | 25 773 | A | 214 | | |
| | | 55 | 25+671.848 | 280 | 62,3 | 70 | 160 | 46 | 25 567 | 25 629 | 25 711 | 25 773 | G | 82 | | |
| | | | | | | | | | 25 773 | 25 804 | 25 858 | 25 804 | A | 31 | | |
| | | 56 | 25+912.954 | 280 | 54 | 69,42 | 140 | 63 | 25 804 | 25 858 | 25 963 | 26 017 | D | 105 | | |
| Zapata | 26+060,260 | | | | | | | | 26 017 | 26 340 | 26 369 | 26 340 | A | 323 | | |
| | | 57 | 26+354.771 | 8000 | 0 | 90 | 0 | 12 | 26 340 | 26 340 | 26 369 | 26 369 | D | 29 | XXX | |
| | | | | | | | | | 26 369 | 26 543 | 26 573 | 26 543 | A | 173 | | |
| | | 58 | 26+557.984 | 8000 | 0 | 90 | 0 | 12 | 26 543 | 26 543 | 26 573 | 26 573 | G | 31 | | |
| 20 de Noviembre | 26+615,881 | | | | | | | | 26 573 | 27 196 | 27 242 | 27 176 | A | 603 | | |
| | | 59 | 27+218.966 | 800 | 20 | 72 | 50 | 26 | 27 176 | 27 196 | 27 242 | 27 262 | G | 45 | | |
| | | | | | | | | | 27 262 | 27 301 | 27 359 | 27 279 | A | 17 | XXX | |
| | | 60 | 27+330.241 | 750 | 22 | 72 | 55 | 27 | 27 279 | 27 301 | 27 359 | 27 381 | D | 58 | | |
| Insurgentes Sur | 27+390,7 | | | | | | | | 27 381 | 27 649 | 27 672 | 27 649 | A | 267 | | |
| | | 61 | 27+660.369 | 4000 | 0 | 90 | 0 | 24 | 27 649 | 27 649 | 27 672 | 27 672 | D | 24 | XXX | |
| | | | | | | | | | 27 672 | 27 714 | 27 758 | 27 714 | A | 42 | | |
| | | 62 | 27+736.047 | -2000 | 0 | 90 | 0 | 48 | 27 714 | 27 714 | 27 758 | 27 758 | G | 45 | | |
| | | | | | | | | | 27 758 | 27 909 | 28 000 | 27 909 | A | 151 | | |
| | | 63 | 27+954.828 | 2000 | 0 | 90 | 0 | 48 | 27 909 | 27 909 | 28 000 | 28 000 | D | 91 | | |
| Mixcoac | 28+292,638 | | | | | | | | 28 000 | 28 520 | 28 520 | 28 520 | A | 519 | | |
| | | 64 | 28+581.084 | 250 | 46,7 | 60 | 140 | 30 | 28 520 | 28 566 | 28 595 | 28 642 | G | 29 | XXX | |
| | | | | | | | | | 28 642 | 28 985 | 29 038 | 28 985 | A | 344 | | |
| | | 65 | 29+053.710 | 225 | 53 | 60 | 159 | 30 | 28 985 | 29 038 | 29 068 | 29 121 | D | 29 | XXX | |
| | | | | | | | | | 29 121 | 29 216 | 29 232 | 29 171 | A | 50 | | |
| | | 66 | 29+224.351 | 260 | 44,7 | 60 | 135 | 26 | 29 171 | 29 216 | 29 232 | 29 277 | G | 16 | XXX | |
| | | | | | | | | | 29 277 | 29 360 | 29 360 | 29 360 | A | 83 | | |

Tabla 11 Resumen de las curvas de radio inferior a 350 m donde existen elementos de trazo que no cumplen la longitud mínima exigida

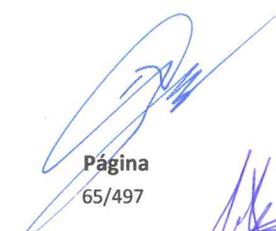
9.1.2 Peralte máximo, insuficiencia de peralte, velocidad máxima

Los valores indicados en la Memoria de Cálculo son los siguientes:

- Velocidad de operación máxima en vía libre: 90 km/h
- Velocidad de operación máxima en Patios y Talleres: 20 km/h
- Escantillón o trocha de vía: 1435 mm
- Peralte teórico: $ht = 11.8 V^2/RC$
- Peralte práctico: aproximadamente corresponde a 2/3 del valor teórico ≤ 160 mm
- Insuficiencia de peralte: $l = ht - hp \leq 150$ mm
- Velocidad de variación del peralte: $di/dt = 75$ mm/seg

Analizando parcialmente el eje en planta del trazado de las vías, observamos ciertas incoherencias en los valores del peralte práctico respecto al método de cálculo preconizado.

El origen del problema no parece ser un defecto de los materiales, sino un problema muy delicado de compatibilidad a nivel de la interfaz riel/rueda donde se tiene un riel que responde al estándar AREMA y una rueda fabricada bajo otros estándares.


| MEMORIA DE CALCULO | | | | | | | | | | hpmax=100mm lmax=100mm | | |
|------------------------------|------|------------|------|------|----|-----|------|---------|----------|------------------------|-----------|----|
| CURVA | PI | RC | Lcl | V | hp | i | p | Ai / At | hp mm | l mm | V km/h | |
| | | m | m | Km/h | mm | mm | mm/m | mm/s | | | | |
| Atlatilco | | | | | | | | | | | | |
| 18+802,346 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 37-1 | 19+187.419 | 202 | 54 | 50 | 110 | 36 | 2,1 | 9,4 | 60 | 86 | 50 |
| 1 | 37-2 | 19+183.783 | 198 | 72 | 45 | 90 | 31 | 1,2 | 5,4 | 60 | 86 | 50 |
| 19+694,838 | | | | | | | | | | | | |
| | 39-1 | 19+694.838 | 998 | 40 | 65 | 30 | 20 | 0,8 | 9,0 | 25 | 26 | 65 |
| | 39-2 | 19+694.966 | 1002 | 20 | 65 | 30 | 20 | 1,5 | 17,8 | 25 | 26 | 65 |
| 19+861,801 | | | | | | | | | | | | |
| | 40-1 | 19+861.801 | 802 | 17 | 60 | 30 | 23 | 1,8 | 23,2 | 11 | 42 | 60 |
| | 40-2 | 19+861.716 | 798 | 16 | 60 | 30 | 23 | 1,8 | 23,5 | 11 | 42 | 60 |
| 20+178,246 | | | | | | | | | | | | |
| | 42-1 | 20+178.246 | 1198 | 25 | 75 | 30 | 25 | 1,2 | 21,2 | 35 | 20 | 75 |
| | 42-2 | 20+169.590 | 1202 | 25 | 70 | 30 | 18 | 1,2 | 14,1 | 35 | 20 | 75 |
| 20+661,173 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 43-1 | 20+661.173 | 252 | 63 | 50 | 80 | 37 | 1,3 | 8,3 | 76 | 39 | 50 |
| 1 | 43-2 | 20+659.481 | 248 | 69 | 55 | 110 | 34 | 1,6 | 7,5 | 76 | 39 | 50 |
| 20+814,039 | | | | | | | | | | | | |
| | 44-1 | 20+814.039 | 248 | 40 | 40 | 40 | 36 | 1,0 | 10,1 | 40 | 37 | 40 |
| | 44-2 | 20+814.547 | 252 | 40 | 45 | 60 | 35 | 1,5 | 10,9 | 40 | 37 | 40 |
| Mexicaltzingo | | | | | | | | | | | | |
| Eje Central | | | | | | | | | | | | |
| 20+873,675 | | | | | | | | | | | | |
| 23+873,267 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 53-1 | 24+258.530 | 277 | 72 | 60 | 125 | 29 | 1,7 | 6,6 | 88 | 66 | 60 |
| 1 | 53-2 | 24+260.900 | 280 | 63 | 55 | 100 | 27 | 1,6 | 6,7 | 88 | 66 | 60 |
| 1 | 54-1 | 25+189.541 | 261 | 62 | 50 | 50 | 63 | 0,8 | 14,0 | 58 | 55 | 50 |
| 1 | 54-2 | 25+187.197 | 257 | 71 | 50 | 50 | 65 | 0,7 | 12,6 | 58 | 55 | 50 |
| Parque de los Venados | | | | | | | | | | | | |
| 25+300,800 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 55-1 | 25+672.088 | 282 | 63 | 55 | 100 | 27 | 1,6 | 6,5 | 91 | 35 | 55 |
| 1 | 55-2 | 25+671.140 | 278 | 79 | 55 | 100 | 28 | 1,3 | 5,5 | 91 | 35 | 55 |
| 25+912,428 | | | | | | | | | | | | |
| | 56-1 | 25+912.428 | 278 | 70 | 50 | 80 | 26 | 1,1 | 5,2 | 77 | 29 | 50 |
| 25+913,480 | | | | | | | | | | | | |
| | 56-2 | 25+913.480 | 282 | 54 | 50 | 80 | 25 | 1,5 | 6,3 | 77 | 29 | 50 |
| Zapata | | | | | | | | | | | | |
| 20 de Noviembre | | | | | | | | | | | | |
| 26+060,260 | | | | | | | | | | | | |
| 26+615,881 | | | | | | | | | | | | |
| | 59-1 | 27+219.040 | 802 | 20 | 65 | 30 | 32 | 1,5 | 29,0 | 31 | 30 | 65 |
| | 59-2 | 27+218.892 | 798 | 20 | 70 | 40 | 32 | 2,0 | 31,6 | 31 | 30 | 65 |
| 27+330,144 | | | | | | | | | | | | |
| | 60-1 | 27+330.144 | 748 | 64 | 50 | 0 | 39 | 0,0 | 8,6 | 1 | 37 | 50 |
| 27+330,338 | | | | | | | | | | | | |
| | 60-2 | 27+330.338 | 752 | 22 | 55 | 0 | 47 | 0,0 | 32,9 | 1 | 37 | 50 |
| Insurgentes Sur | | | | | | | | | | | | |
| Mixcoac | | | | | | | | | | | | |
| 27+390,700 | | | | | | | | | | | | |
| 28+292,638 | | | | | | | | | | | | |
| | 65-1 | 29+054.773 | 223 | 53 | 35 | 0 | 65 | 0,0 | 11,9 | 1 | 64 | 35 |
| | 65-2 | 29+053.358 | 227 | 53 | 35 | 0 | 64 | 0,0 | 11,6 | 1 | 64 | 35 |
| 29+224,564 | | | | | | | | | | | | |
| | 66-1 | 29+224.564 | 262 | 45 | 35 | 0 | 55 | 0,0 | 12,0 | 3 | 51 | 35 |
| | 66-2 | 29+224.138 | 258 | 45 | 35 | 0 | 56 | 0,0 | 12,2 | 3 | 51 | 35 |

Tabla 12 Lista de curvas en las que se debe reducir el peralte

Nota: Las curvas n° 60, 65 y 66 no tienen peralte. Por lo tanto, no es posible bajar más el peralte, lo que explica que no aparezcan en la tabla.




9.2 Perfil longitudinal

Sin observación.

10. SINTESIS DEL ANALISIS DEL SISTEMA COMPLETO VÍA FÉRREA

Los diferentes componentes de la vía (rieles, durmientes, sistema de fijación) tomados individualmente son conformes a las normas internacionales. Sin embargo, se encuentran en los límites de las tolerancias permitidas por dichas normas. Ver el documento SYSTRA "Informe final de análisis línea 12-VF-REV2.10", capítulo 3.4 "examen de los componentes de la vía férrea" MEX-S117-REP-0012-B del 29/08/2014.

Las rupturas de ciertos componentes son la consecuencia del desgaste ondulatorio y no la causa de éste.

La calidad geométrica de la vía (medida y registrada por la maquina ME50 del STC) es irregular. La lectura de los registros permite evidenciar defectos de nivelación longitudinal y transversal de la vía y mala calidad geométrica de las soldaduras. El reemplazo masivo de los durmientes en ciertas zonas ha tenido, igualmente, efectos sobre el deterioro de la geometría.

El desgaste ondulatorio está presente solamente en las curvas con radios inferiores a los 350 m y en las vías desviadas de aparatos. El único punto común entre estas zonas es el radio pequeño: los aparatos se colocan sin peralte y se recorren a velocidad reducida.

El elemento determinante en la causa del desgaste ondulatorio también es el trazo de la vía con curvas de radios inferiores a los 350 m. La velocidad, la baja calidad del balasto, el peralte pronunciado y la calidad irregular de la geometría de la vía son factores agravantes y no son la causa de la aparición del desgaste ondulatorio.



11. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA PLATAFORMA.

11.1 Presentación de los análisis preliminares

Con el fin de analizar el buen funcionamiento del sistema de drenaje, MEXISTRA ha realizado una inspección visual del tramo en túnel de la línea 12. El objetivo de esto peritaje fue realizar un diagnóstico preliminar del sistema de drenaje.

Esta inspección visual se realizó en el tramo de la línea entre las estaciones CULHUACAN y MIXCOAC. Todo este tramo se encuentra en túnel.

Las zonas objeto de la inspección son representativas del conjunto de la línea e incluyen la mayor parte de las curvas de radio pequeño inferiores a 500 m, donde se observan los desórdenes más importantes presentes en la línea.

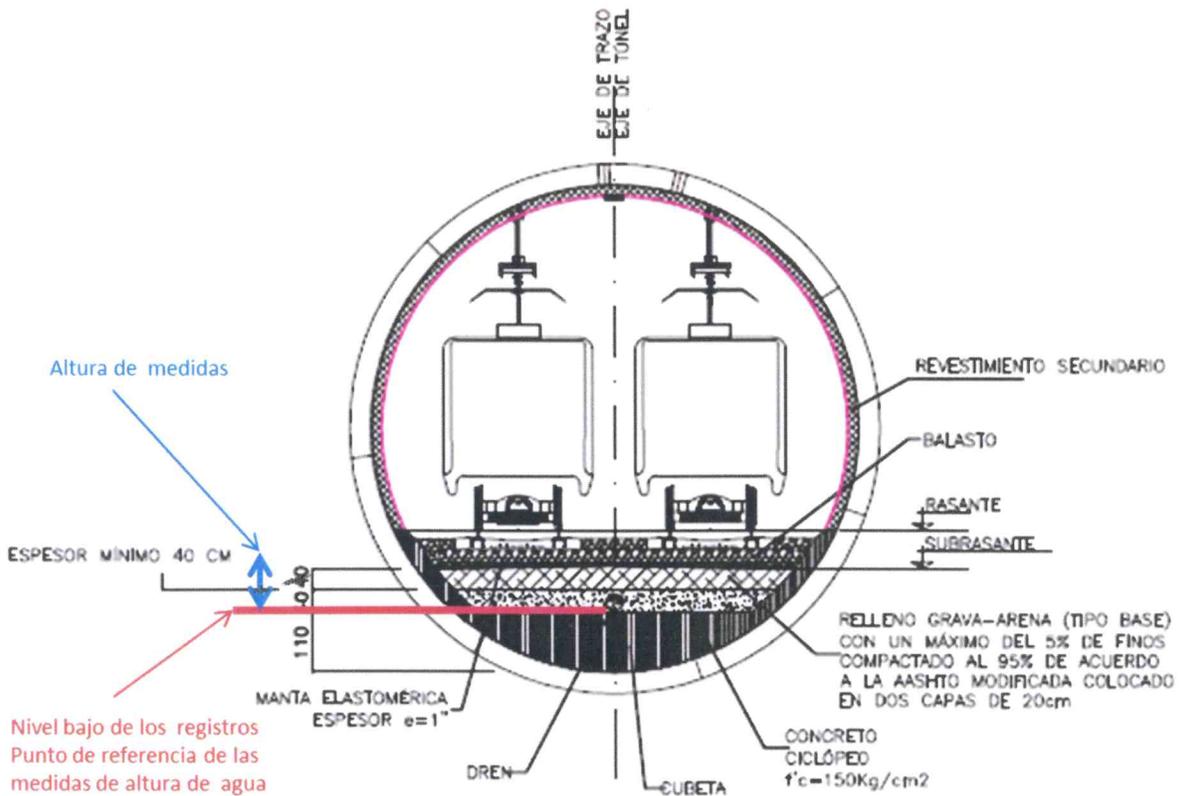


Figura 11. Esquema de la medición de altura de agua en la subcapa

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
68/497

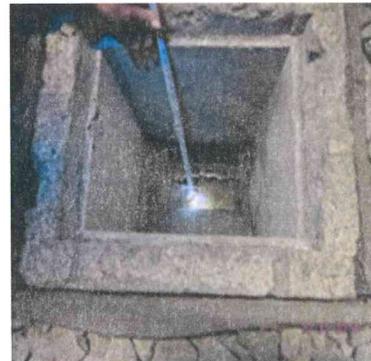
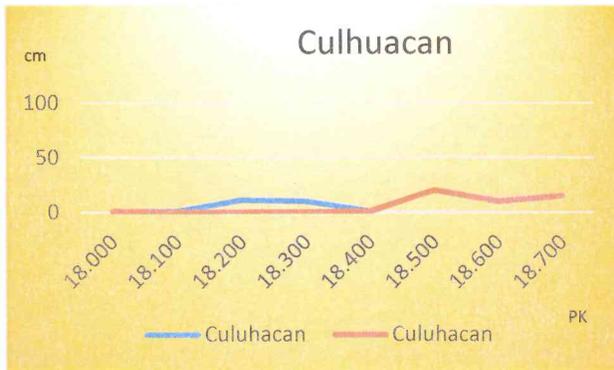
11.2 Mediciones.

Durante la inspección visual del túnel, se han realizado ensayos con el fin de comprobar el buen funcionamiento del drenaje del túnel.

Los niveles de agua varían de 0 cm a 90 cm (estación Eje Central). Se observan las siguientes conclusiones en varias estaciones.

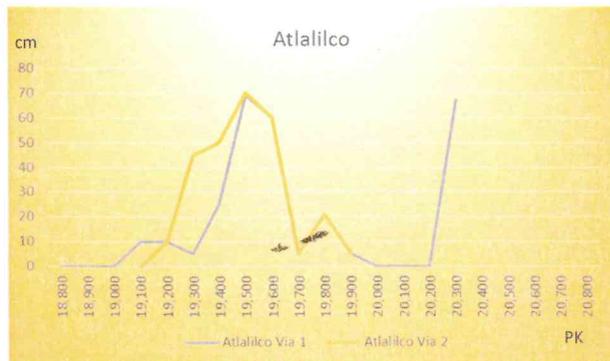
Se muestran a continuación las áreas con problema de drenaje (principalmente vía 1). Los gráficos siguientes presentan los tirantes de agua en la vía 1 y 2.

CULHUACÁN



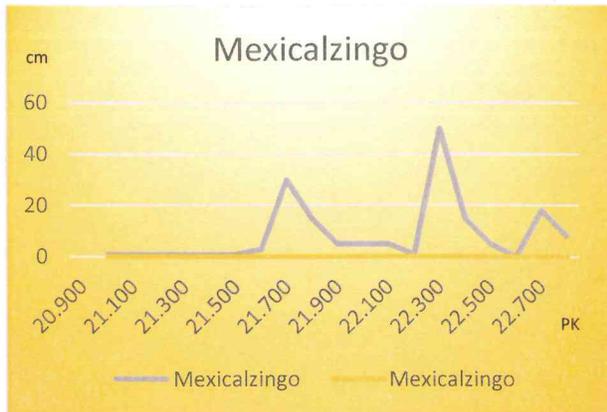
PK 18+000 – 18+700
Presencia de agua. El espesor varía entre 0 y 20 cm.
El espesor del balasto varía entre 22 y 43 cm
Balasto húmedo y con muchos finos

ATLALILCO



PK 19+020 – 20+800
Presencia de agua. El espesor varía entre 0 y 70 cm.
Espesor varía del balasto entre 28 y 46 cm
Balasto húmedo y con muchos finos

MEXICALZINGO



PK 21+027 – 22+818

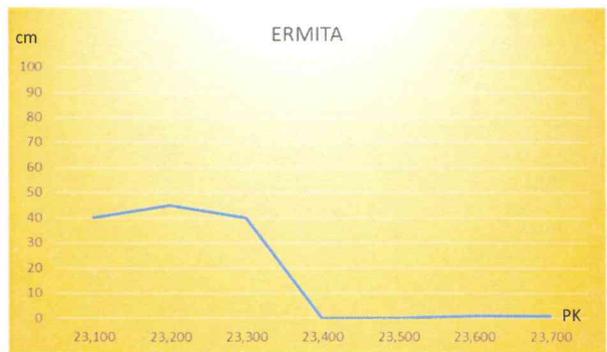
Presencia de agua. El espesor varía entre 1 y 50 cm.

El espesor del balasto varía entre 27 y 42 cm

En la cabecera poniente PK 21+027, se localiza una filtración fuerte de agua que cae a la vía 1.

Balasto húmedo y con muchos finos

ERMITA



PK 23+100 – 23+800

Presencia de agua. El espesor varía entre 0 y 40 cm.

El espesor del balasto varía entre 28 y 33 cm

Balasto húmedo y con muchos finos

EJE CENTRAL



PK 24+100 – 25+289

Presencia de agua. El espesor varía entre 0 y 93 cm.

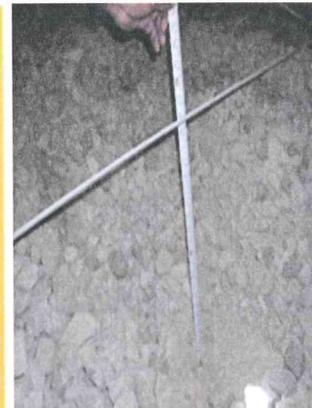
El espesor del balasto varía entre 23 y 38 cm

Húmedo y con mucho fino en el balasto

Pk 24+888: Bombas de elevación:

El agua está a 4,70m de profundidad. La bomba del cárcamo funciona correctamente pero no está situada en el punto bajo (del PK 24+500 aprox.).

PARQUE DE LOS VENADOS



PK 25+500 – 26+000

Presencia de agua. El espesor varía entre 1 y 63 cm.

El espesor del balasto varía entre 32 y 40 cm

Húmedo y con muchos finos en el balasto

ZAPATA



PK 26+300 – 26+600
 Presencia de agua. El espesor varía entre 1 y 7 cm.
 El espesor del balasto varía entre 28 y 47 cm
 Muchos finos en el balasto

HOSPITAL 20 DE NOVIEMBRE



PK 26+800 – 27+300
 Presencia de agua. El espesor varía entre 0 y 20 cm.
 El espesor del balasto varía entre 27 y 39 cm
 Muchos finos en el balasto

INSURGENTES SUR



PK 27+-598 – 28+200

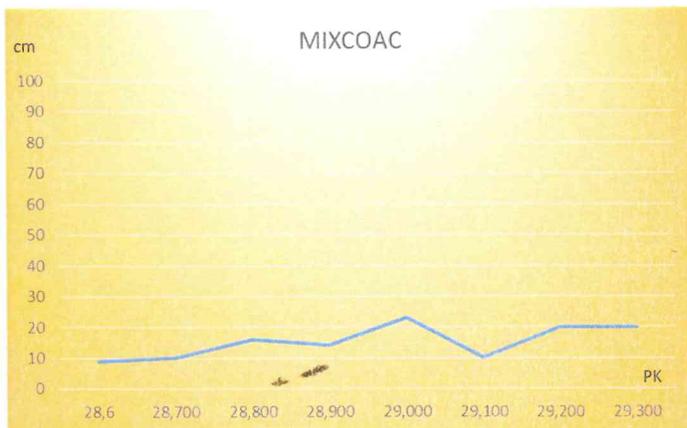
Presencia de agua. El espesor varía entre 0 y 22 cm.

El espesor del balasto varía entre 41 y 56 cm

Finos en el balasto.

En la zona de los PK 27+598 al 27+604 se localiza una fuerte filtración de agua sobre las 2 vías, influyendo en la primera "Cala"

MIXCOAC



PK 28+-595 – 29+300

Presencia de agua. El espesor varía entre 9 y 20 cm.

El espesor del balasto varía entre 35 y 41cm

Fino en el balasto.

En la zona de los PK 28+595 se localiza una filtración de agua de mediana intensidad sobre las 2 vías.

11.3 Análisis específico intertramo Eje Central – Parque de los Venados.

Se limpiaron los registros del intertramo de la estación Eje Central a estación Parque de los Venados del registro ubicado en el PK 24+210 al registro ubicado en el PK 24+887.

Tras observar que no existe ningún tapón dentro de la tubería que interfiera en el recorrido del agua hacia el cárcamo, se bombeó el agua contenida en el registro del PK 24+700 al registro del PK 24+730, lo cual permitió que el nivel del agua que se encontraba en los registros anteriores bajara.

El único problema que se presenta es que la pendiente de la tubería no es constante y de acuerdo a los planos, lo que permite la aparición de puntos bajos.

MEXISTRA realizará un levantamiento topográfico que determine la posición exacta del ducto para así poder definir la acción correctiva correspondiente.

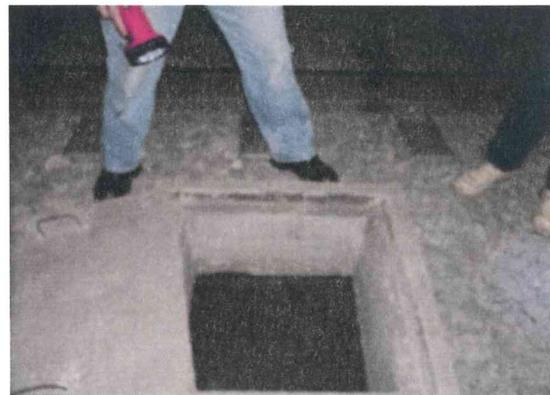
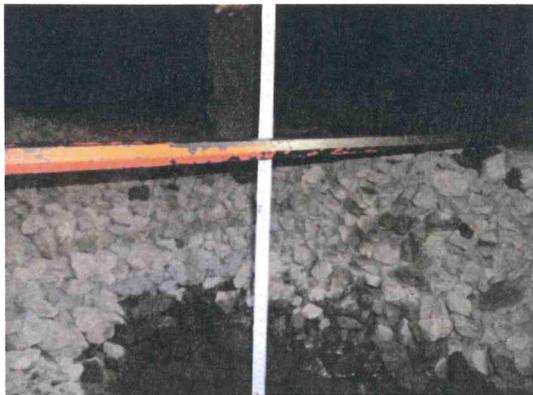


Foto 15. Problema de punto bajo. Éste está en el PK 24+500, y la bomba está ubicada al km 24+888.



11.4 Nivel de agua

Altura de agua en el dren (en centímetros)

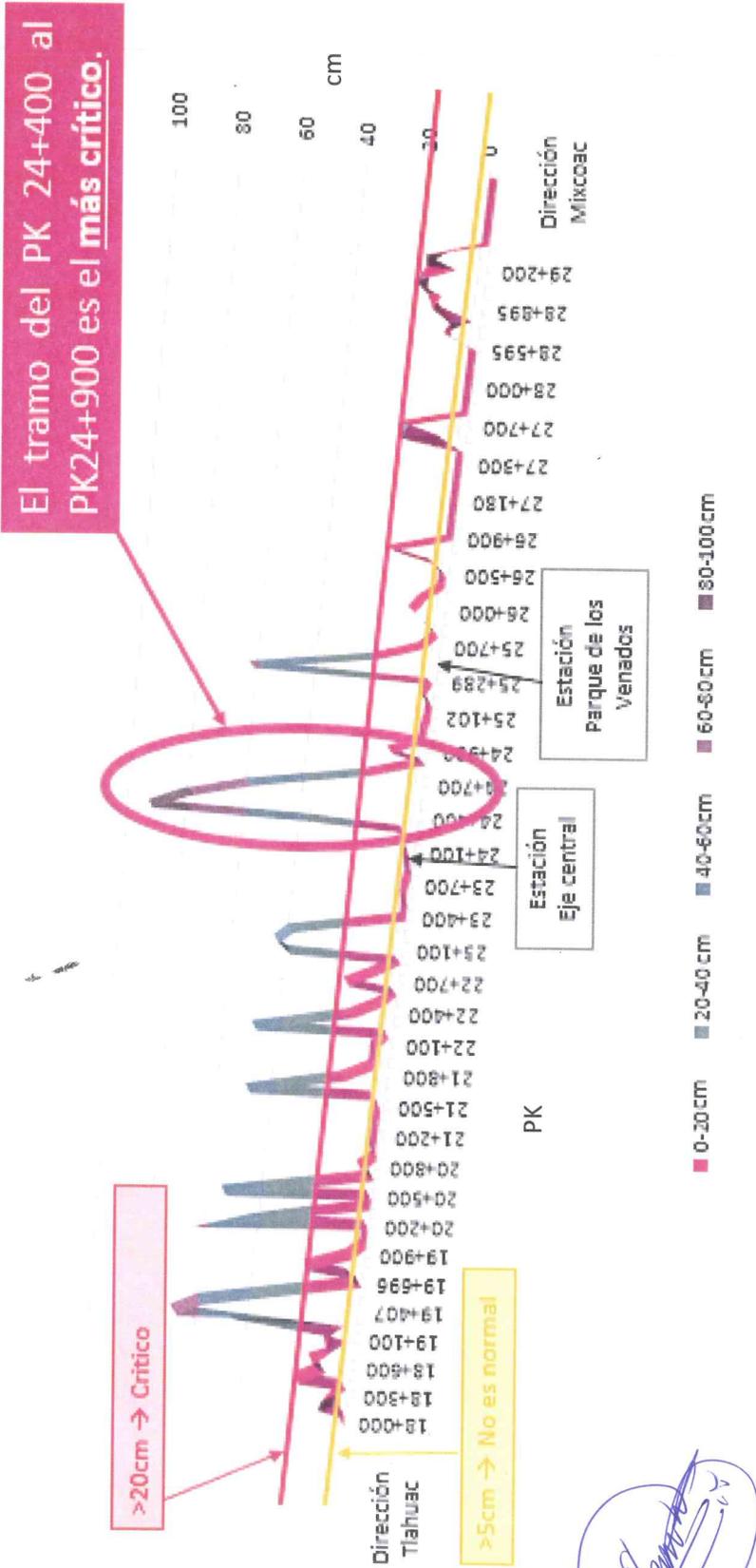


Figura 12. Altura de agua en el dren

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

11.5 Conclusión del análisis preliminar

Se reconocen las siguientes irregularidades:

- Con una longitud total de 11,3 km, el túnel tiene un total de 5,7 km de zonas con problema de drenaje (con el criterio agua >5 cm). 23 zonas críticas tienen problemas con un tirante de agua > 20 cm.
- Muchas zonas tienen elementos externos en el sistema de drenaje.
- Mala calidad de la subcapa
- Altura importante de balasto
- El balasto tiene muchos finos
- El balasto está desgastado en la totalidad del túnel (muchos elementos son demasiado pequeños debido a las actividades de bateo reforzado para rectificar la compactación inicial insuficiente que permitió una buena nivelación de la vía desde la construcción original)
- Ubicación e integridad del sistema de drenaje

De acuerdo con las primeras investigaciones, se recomendó:

- Limpiar los registros del sistema de drenaje retirando la basura y cuerpos extraños que se han detectado, durante los recorridos de inspección
- Mantener una campaña de inspección sistemática a lo largo del sistema de drenaje para prever cualquier problema con el agua

Sin embargo, estas primeras investigaciones ponen de relieve varios riesgos:

- Mala instalación del sistema de drenaje
- Problemas de calidad o de degradación de la subcapa

12. ANÁLISIS DETALLADO DE LA PLATAFORMA DEL TÚNEL

12.1 Introducción

Para confirmar o no las dudas explicadas en el capítulo anterior y después de una limpieza del sistema de drenaje, se ha realizado un análisis detallado y pruebas para:

- Confirmar la ubicación del sistema de drenaje en el suelo
- Calificar los desempeños del relleno de la subcapa y ver si se puede mantener o si se debe cambiar
- Calificar exactamente el suelo
- Calificar el concreto

La especificación de estas pruebas fue entregada al mismo tiempo que el informe de diagnóstico preliminar del túnel (véase documento Especificaciones técnicas para las investigaciones de la plataforma del túnel, Ref L12-TRA-OC-1075-SY-INF-2).

12.2 Estudio del proyecto “AS DESIGN”

El área del túnel objeto de la presente versión del diagnóstico se extiende del inter-tramo “Culhuacán – Atlalilco” hasta la estación Mixcoac.

MEXISTRA confirma que a pesar de estas peticiones no ha recibido todos los planos “As-Built”.

En ciertas zonas, los planos no tienen la misma información en los documentos, por ejemplo en el tramo “Parque de los Venados hasta Eje Central”:

- PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01
- PMDF-10-IHS-612255-III-0001-32052-P-00 (Ver las figuras 13 y 17)
- DP L 12 004 14

Además hay errores en el plano PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01 al nivel de la sección 4.

El documento DP L 12 004 14 parece tener la

12.2.1 Estudio del proyecto “As design” de la plataforma



De acuerdo con el plano PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01, la estructura del túnel con escudo (que represente la mayor parte del tramo en túnel) está basada en 4 tipos diferentes de secciones, las cuales tienen diferentes espesores de concreto y de grava arena en las plataformas:

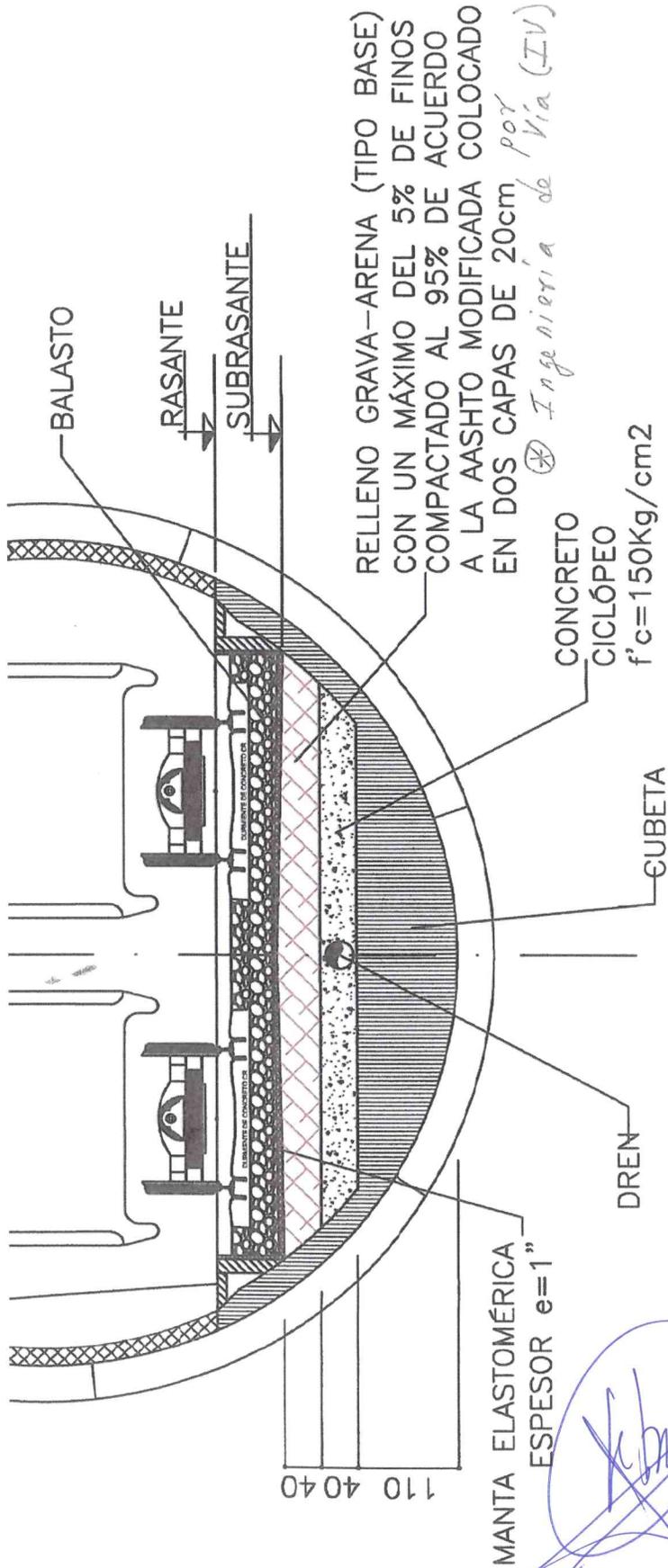


Figura 13. Sección del túnel tipo 1 (del PK20+326 al PK21+300) según el plano PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01.

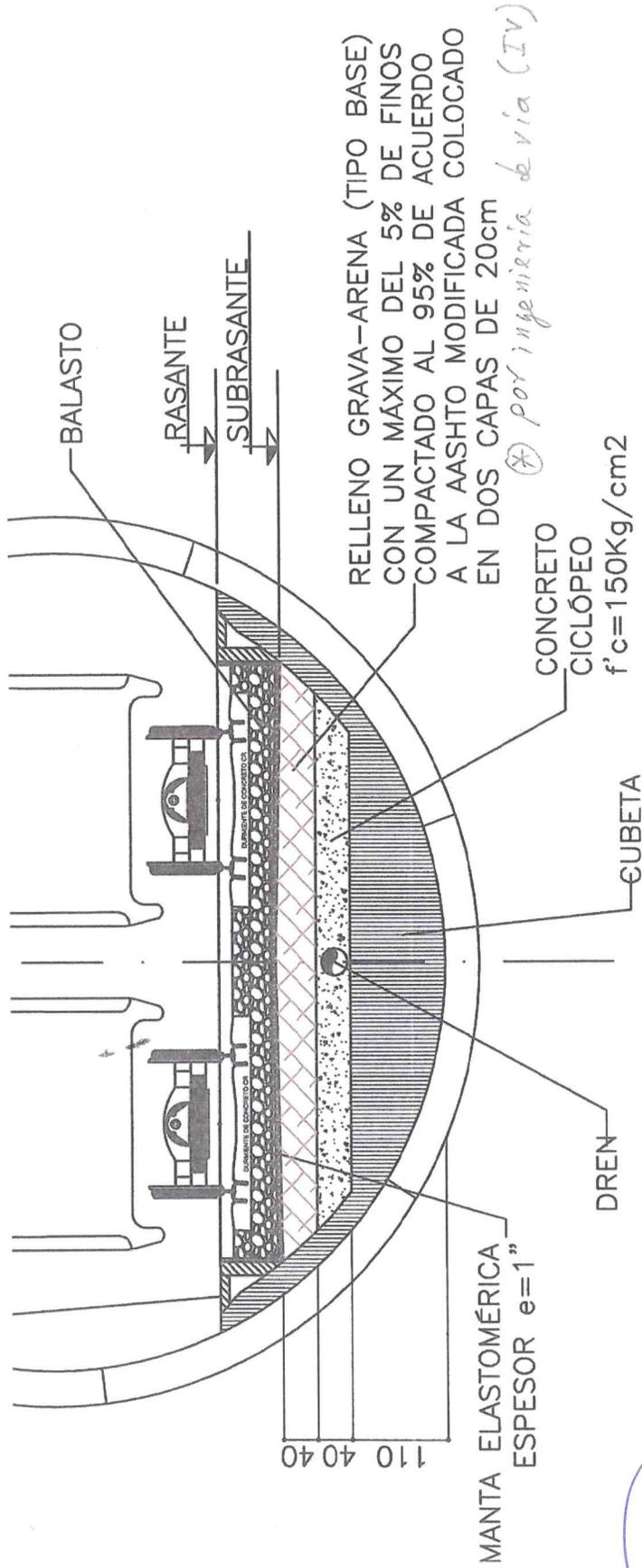


Figura 14. Sección del túnel tipo 2 (del PK21+300 al PK22+470) según el plano PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Metro de la Ciudad de México

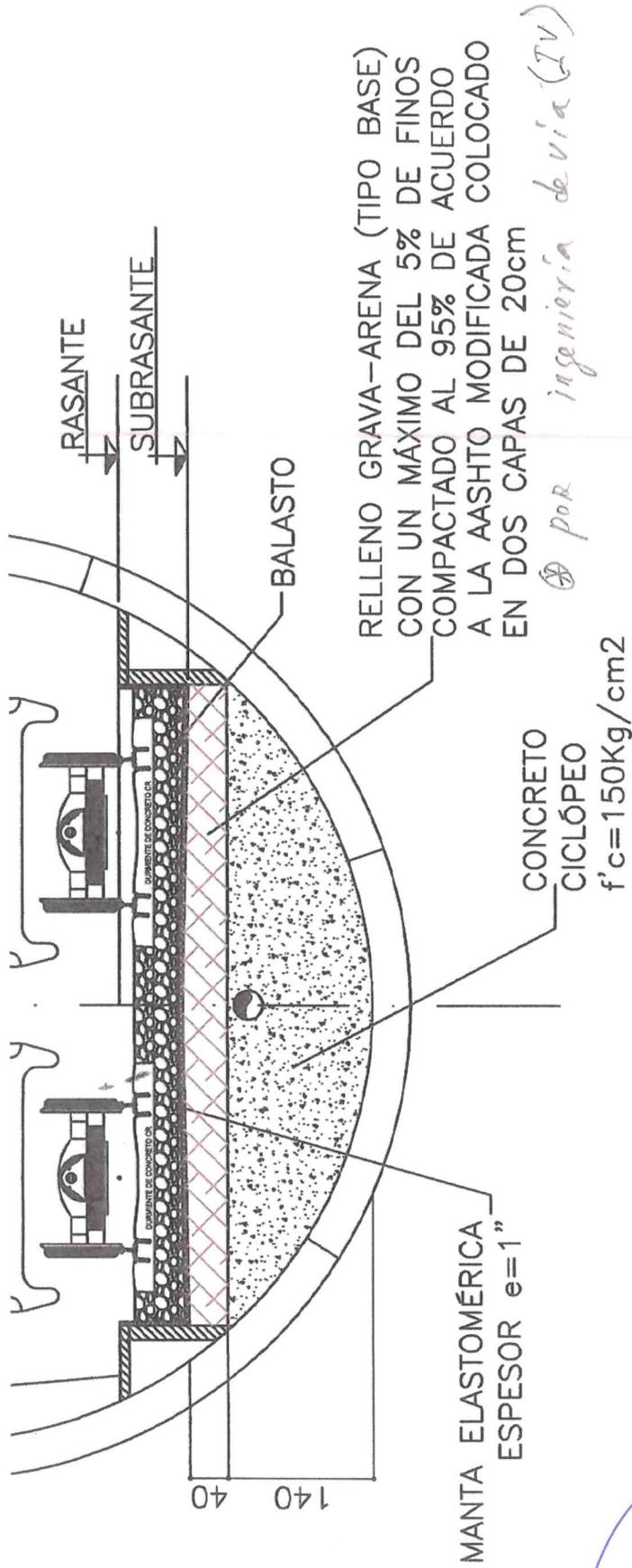
Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
79/497



por ingeniería de vía (IV)

Figura 15. Sección del túnel tipo 3 (del PK22+470 al PK22+900) según el plano PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

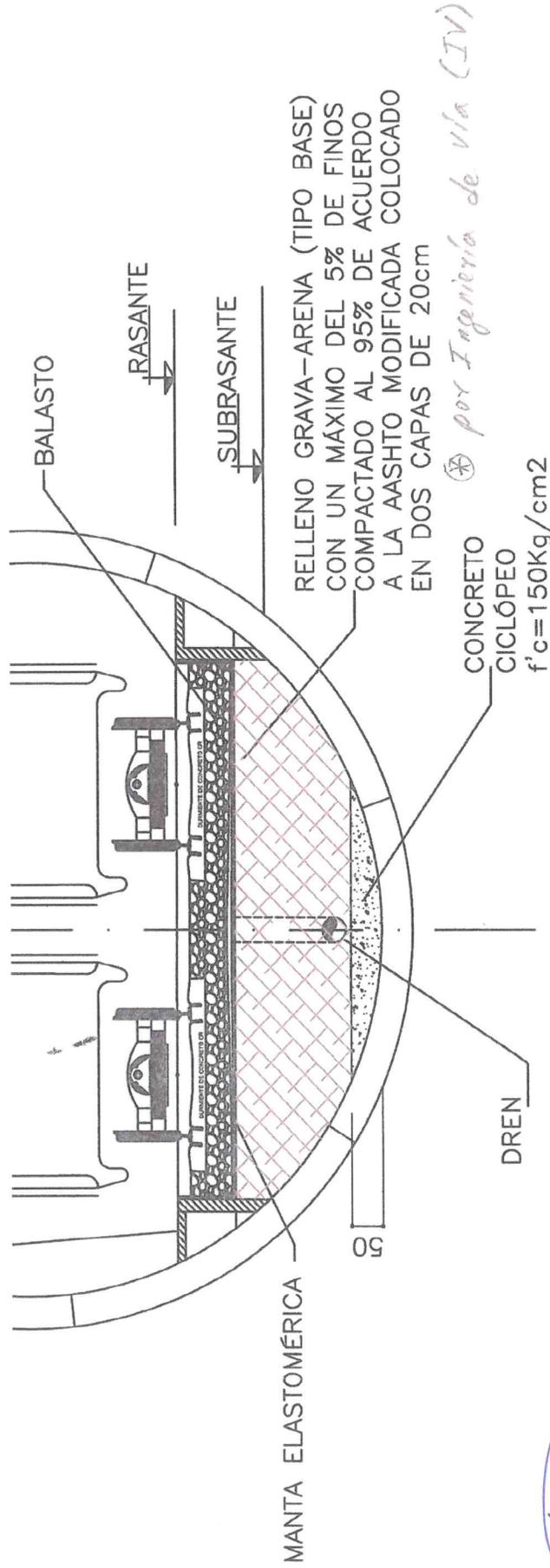


Figura 16. Sección del túnel tipo 4 (del PK22+900 al PK 27+390) según el plano PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01.

[Handwritten signatures in blue ink]

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015
Página 81/497

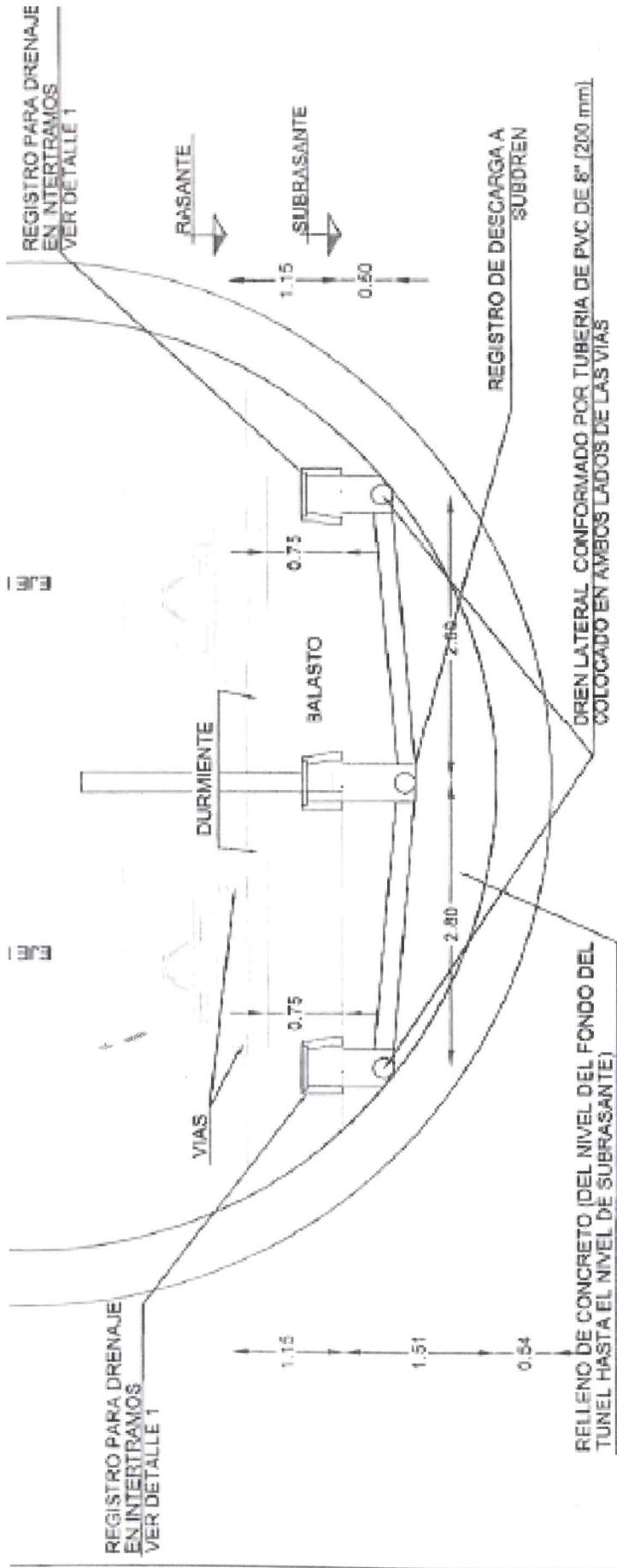


Figura 17. Sección transversal (tipo 4) del túnel según plano PMDF-10-IHS-612255-III-0001-32052-P-00

[Handwritten signatures in blue ink]

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
82/497

Nota: El plano PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01 tiene los comentarios siguientes:

- ✦ (*)
- ✦ LOS CIMENTOS DE ANCLAJE DE REAJUSTAMIENTO SECUNDARIO Y CUBETA ESTRUCTURADA NO CORRESPONDEN CON EL PERFIL PREVIAMENTE AUTORIZADO EN LOS PLANOS:
- 05424-P-00
- 05443-P-00
- ✦ ESTE PLANO CONTIENE INFORMACIÓN QUE NO CORRESPONDE A LA DISCIPLINA DE ESTRUCTURAS (DISEÑO DEL RELEVO DE CUBETA)
- ✦ CANTON TIEMAS DE COTEJO DE SCOTECUJA, I.H.S., VIAS, P.O., ETC.
- ✦ En zonas de colapsos o Vallas (perfil) no se recomienda el relleno gravoso, para evitar fines en los catenamientos de captación de filtraciones y falta de tipo de ingeniería de vía.

Figura 18. Sección transversal (tipo 4) del túnel según plano PMDF-10-IHS-612255-III-0001-32052-P-00

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

De acuerdo con el plano 209-PMDF-09-VI.8-612000-III-0426-52632-P-00, la estructura del túnel convencional está basada en la siguiente sección:

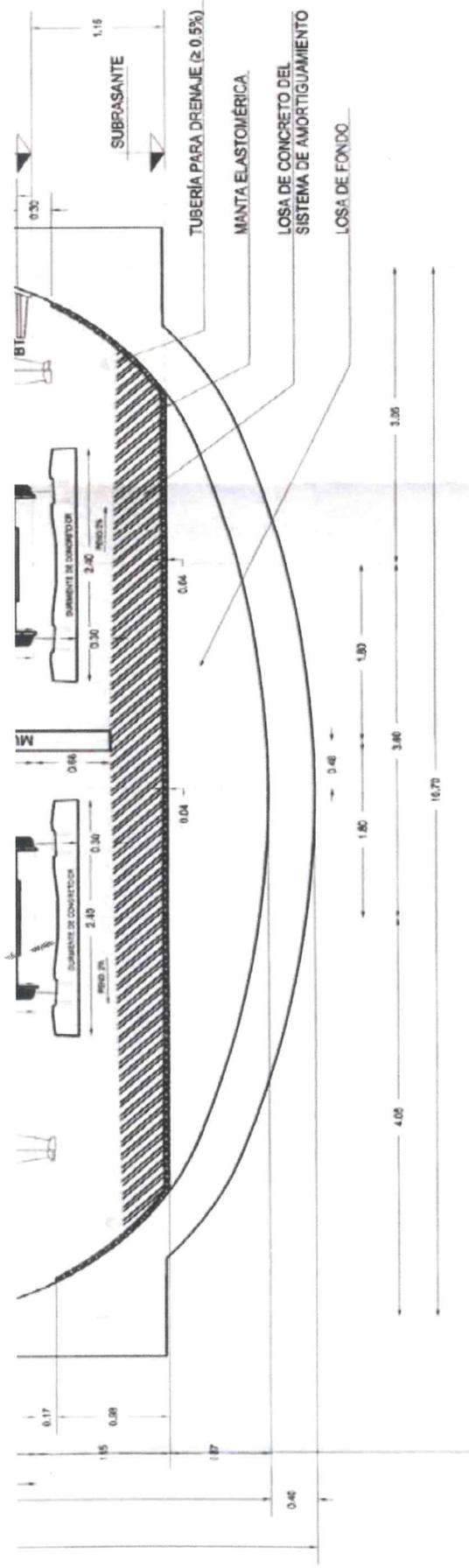


Figura 19. Sección del túnel de la estación hasta el final de la Línea.

[Handwritten signatures in blue ink]

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
84/497

De acuerdo con el plano 204-PMDF-09-VI.8-612000-III-0427-52633-P-00, la estructura del túnel en cajón está basada en la siguiente sección:

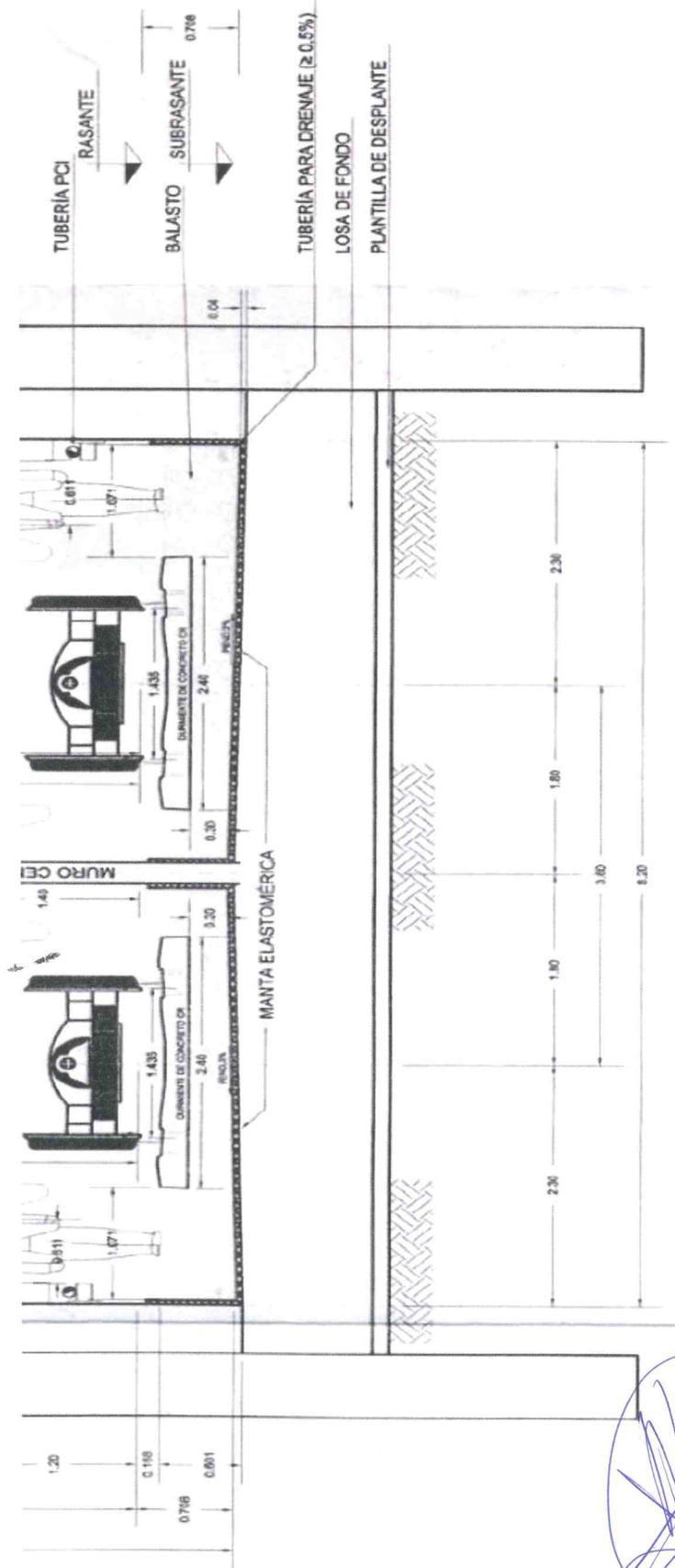


Figura 20. Sección del túnel de la estación Atlailco hasta el PK20+357.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
85/497

[Handwritten signatures and stamps]

12.2.2 Conclusiones relativas al diseño de la plataforma del túnel

MEXISTRA confirma que hay muchas dudas sobre el diseño final de las diferentes configuraciones de la plataforma, en efecto, los planos que nos han sido entregados no parecen estar actualizados (particularmente en la sección entre las estaciones “Parque de los Venados” y “Eje Central”) por razón que existen varias versiones.

En el tramo con túnel con escudo, de acuerdo con la estructura de la plataforma que no es la óptima (por razón que tiene grava arena), el sistema de drenaje debería estar perfectamente diseñado y realizado para asegurar que no haya contaminación de la capa de grava arena por el agua. En el caso contrario, eso puede conducir a una degradación del grado de compactación o del material de la grava arena que conducirían a problemas de nivelación de la vía.

En los otros tramos, los planos que tenemos no presentan problemas específicos de diseño al nivel de la plataforma de la vía.

12.2.3 Características de la subcapa del tramo en túnel con escudo

12.2.3.1 Presentación

La selección del material de relleno que se utiliza como sub-base de la capa de balasto, sobre la que se apoyan los durmientes del sistema de vías, se basó en las recomendaciones del AREMA (American Railroad Engineering Manual). Esta norma define las características geotécnicas suficientes para recibir los esfuerzos que le transmitirán los trenes, distribuidos a través de los propios durmientes del sistema de vías y de la capa de Balasto de 30 cm de espesor (bajo el lecho inferior del durmiente) en la que se apoyan.

Según las especificaciones de PMDF, se había previsto utilizar un espesor no menor a 30 cm para la capa de balasto y no menor a 40 cm para la capa de relleno de grava-arena (sub-balasto).

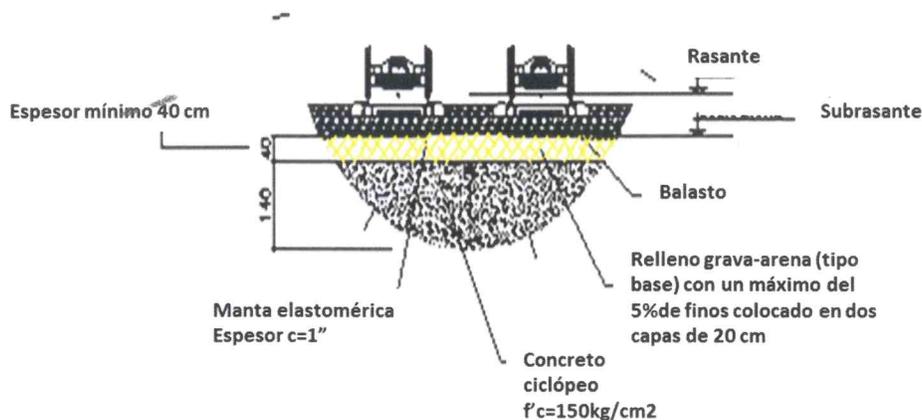


Figura 21. Relleno grava-arena (tipo base)

12.2.3.2 Características geotécnicas.

Como se precisa en las especificaciones de PMDF, las cuales se basan en el Manual AREMA (inciso 2.11.2.5): "los materiales más comúnmente empleados para ser usados como sub balasto son los materiales especificados como base hidráulica y sub base en la construcción de autopistas, en donde no más del 5% del material empleado como sub balasto, deberá pasar la malla No. 200.

Bajo esta óptica se recomendará emplear como relleno bajo la capa de balasto, una **capa de 40 cm de espesor** que cumpla con los requerimientos de una base hidráulica con un **máximo de 5% de finos** y que cumpla con la zona granulométrica típica de una base hidráulica (se anexa tabla). Esta granulometría es muy similar a la zona que se maneja para materiales filtrantes por lo que el material cumple con dicha función evitando la fuga de partículas."

12.2.3.2.1 Composición granulometría

Se define en la tabla siguiente los valores a alcanzar:

| Criba (mm) | Designación | Límite superior (%) | Límite inferior (%) |
|------------|-------------|---------------------|---------------------|
| 0,075 | 200 | 5 | 0 |
| 0,15 | 100 | 9 | 3 |
| 0,25 | 60 | 12 | 5 |
| 0,425 | 40 | 17 | 8 |
| 0,85 | 20 | 25 | 13 |
| 2 | 10 | 36 | 21 |
| 4,75 | 4 | 50 | 30 |
| 9,5 | 3/8 | 65 | 40 |
| 19 | 3/4 | 86 | 60 |
| 25 | 1 | 100 | 70 |
| 37,5 | 1 ½ | --- | 100 |
| 50 | 2 | --- | 100 |

Tabla 13 Requerimientos de granulométricos para una base hidráulica

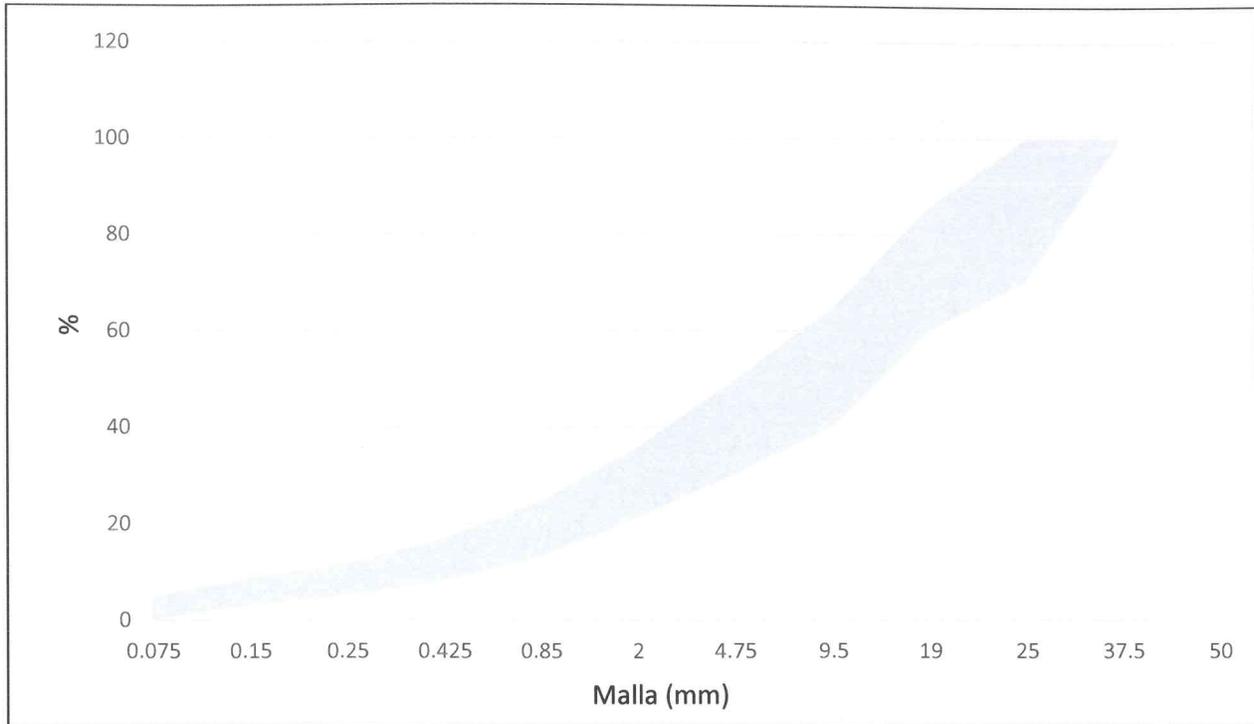


Figura 22. Representación gráfica de la granulometría aceptable

12.2.3.2.2 Características adicionales

| Características | Valor (%) |
|-------------------------|-----------|
| Limite Liquido | 25 máx. |
| índice plástico | 6 máx. |
| Desgaste de los Ángeles | |

Tabla 14 Características adicionales

12.2.3.2.3 Compactación - Relación resistencia/compactación:

Una base de datos establece una relación entre la tasa de compactación (en porcentaje del Proctor Normalizado-OPN o del Proctor Modificado-OPM (1)) y la resistencia a la penetración de las distintas clases de estado del suelo y su humedad (AREMA ASTM D 698 – AASHTO-T-180).

(1): El ensayo Proctor es una prueba geotécnica para determinar el contenido de agua necesario para obtener la máxima densidad seca de un suelo granular compactado.

Página
88/497

El ensayo Proctor sigue la norma AREMA ASTM D 698 – AASHTO-T-180 (determinación de la compactación de materiales de referencia). Se observan los valores obtenidos por la prueba W_{OPN} para contenido óptimo de agua y W_{OPN} para la máxima densidad seca. Otra referencia puede ser determinada de energía superior (particularmente para las capas de pavimento granular), es el óptimo modificado Proctor (OPM).

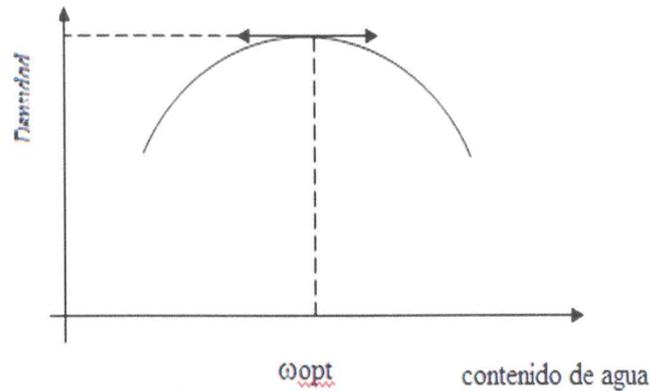


Figura 31. Proctor : relación densidad / contenido de agua

El objetivo de compactación es alcanzar una densidad objetivo q4.

Para ello deben obtenerse los siguientes valores:

- $\gamma_{dm} \geq 95\%$ pd OPN
- $\gamma_{dfc} \geq 92\%$ pd OPN

Con:

- γ_{dm} : densidad seca promedio en todo el espesor de la capa compactada.
- γ_{dfc} : capa inferior densidad seca; es decir, el valor promedio en una oblea de 8 cm de espesor situadas en la parte inferior de la capa compactada

12.2.3.3 Conclusiones relativas a la subcapa del tramo en túnel con escudo

Los requerimientos del proyecto son normales y dentro de las normas. Sin embargo, MEXISTRA insiste sobre la calidad de la subcapa, la cual es un elemento fundamental para asegurar una estabilidad correcta de la vía y evitar potenciales defectos de nivelación. Los parámetros geotécnicos de la subcapa y en particular el estudio granulométrico, el Proctor Optimo, la densidad seca del material y la cantidad de agua deberán imperativamente cumplir con los requerimientos anteriores.

12.2.4 Características del concreto utilizado en los tramos en túnel

12.2.4.1 Características del concreto ciclópeo

La superficie de la capa subrasante (grava-arena) será realizada con ayuda de concreto ciclópeo de un espesor total de hasta 1.50 m.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
89/497

Este concreto, compuesto de bloques de piedra y cantos rodados, no requiere una resistencia mecánica muy elevada, puesto que debe asegurar un rol de relleno únicamente. En consecuencia, la resistencia a la compresión mínima para este concreto debe ser de 100 kg / cm² (10 MPa) en 28 días, utilizando, para realizar las pruebas mecánicas, un cubo de concreto de tamaño 15x15x15 cm.

12.2.4.2 Conclusiones relativas al concreto ciclópeo

Los requerimientos del proyecto son normales y dentro de las normas.

12.2.5 Sistema de drenaje

12.2.5.1 Presentación

MEXISTRA recuerda que los presupuestos para tener un túnel completamente impermeable son muy elevados y que no es recomendable para las aplicaciones de tipo ferrocarriles, por lo que se debe tener un sistema de drenaje en adecuación con el diseño de la estructura de la plataforma y de su composición. En el túnel de la Línea 12 y de acuerdo al suelo de México hay riesgos de desplazamientos de la estructura del túnel y entonces la aparición de filtraciones.

En los tramos en cajón y en túnel tradicional, los planos que tenemos no presentan problemas específicos de diseño al nivel del principio de funcionamiento del sistema de drenaje. Sin embargo, estos planos solo son secciones tipo, los cuales no detallan el sistema de drenaje completo (registro, tubería, cárcamos...).

En el tramo con túnel con escudo MEXISTRA recuerda que la plataforma está basada sobre una subcapa de grava y arena por lo que se requiere que el sistema de drenaje debe ser perfectamente diseñado (punto de captación de las filtraciones, pendientes, desempeños de evacuación del agua, bombas) y realizado (calidad de realización). El capítulo siguiente presenta el análisis específico del proyecto de este tramo de acuerdo con los riesgos.

12.2.5.2 Análisis del proyecto del sistema de drenaje en el tramo en túnel con escudo

MEXISTRA recuerda que los planos que nos han sido entregados no parecen ser actualizados (particularmente en la sección entre las estaciones "Parque de los Venados" y "Eje Central").

El drenaje de este tramo se ha construido según los principios siguientes:

- El tubo de drenaje principal está en el eje del túnel con registros cada 30 m y coladeras cada 10 m entre registros
- Adicionalmente, en estaciones se encuentran 2 tuberías laterales conectadas a la principal en cabeza de estación
- El relleno de balasto permite el escurrimiento superficial hacia las coladeras las cuales descargan a tuberías de PVC de 20 cm con conducción por gravedad a cárcamos pluviales en las cabeceras de las estaciones.

La determinación del diámetro de la tubería de drenaje del sistema de vías, toma en cuenta lo establecido en los términos de referencia, en cuanto al diámetro mínimo y al hecho de que deben de trabajar por gravedad (a superficie libre), cuidando que las condiciones de velocidad del agua, se conserven dentro del rango permisible.

El tipo de material considerado para la tubería y piezas especiales es de P.V.C. sanitario. Su ensamble e instalación se realiza mediante un anillo de hule, la velocidad del flujo del agua en la tubería se considera en un intervalo permisible de 0.3 a 3.0 m/s.

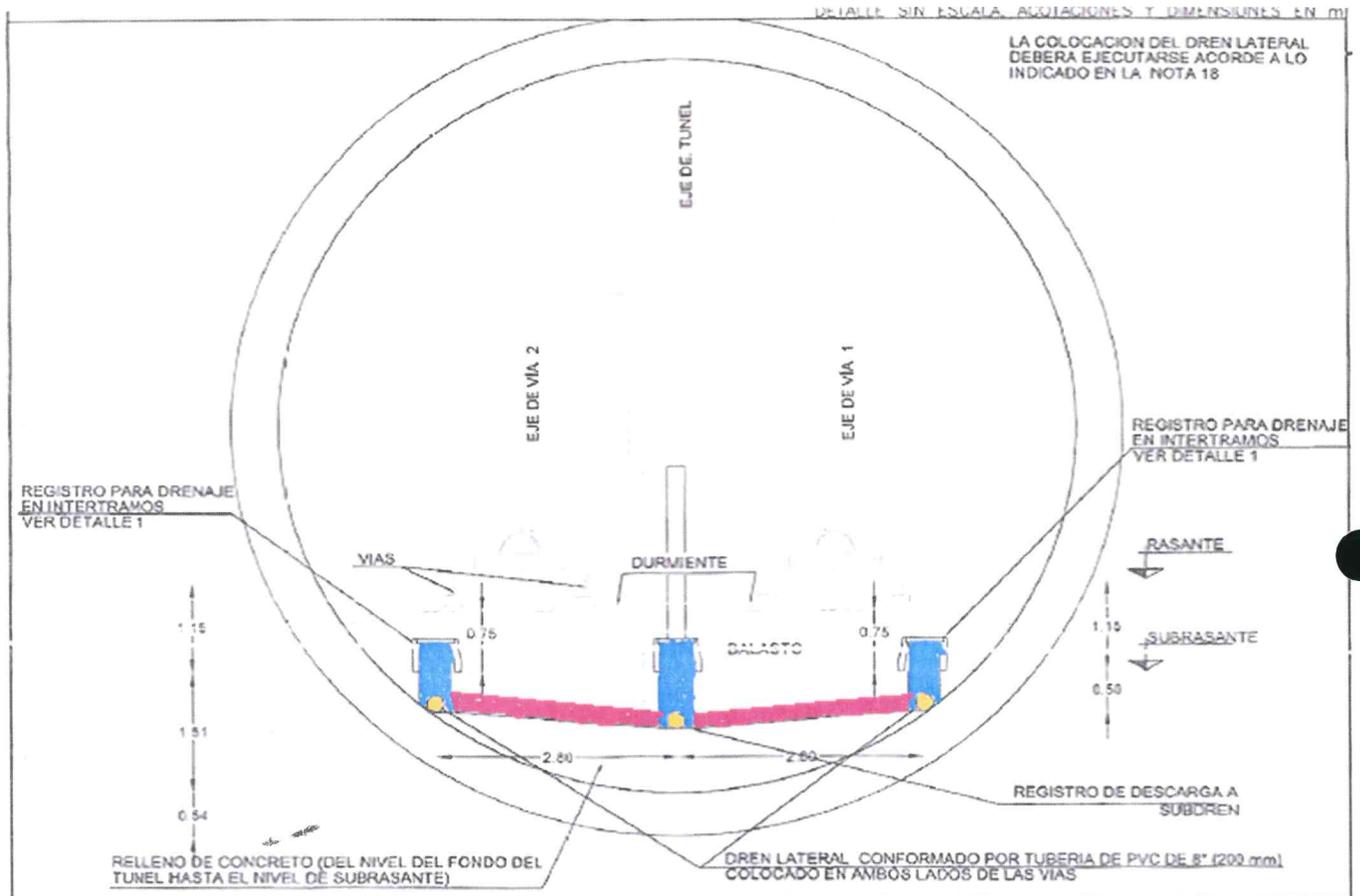
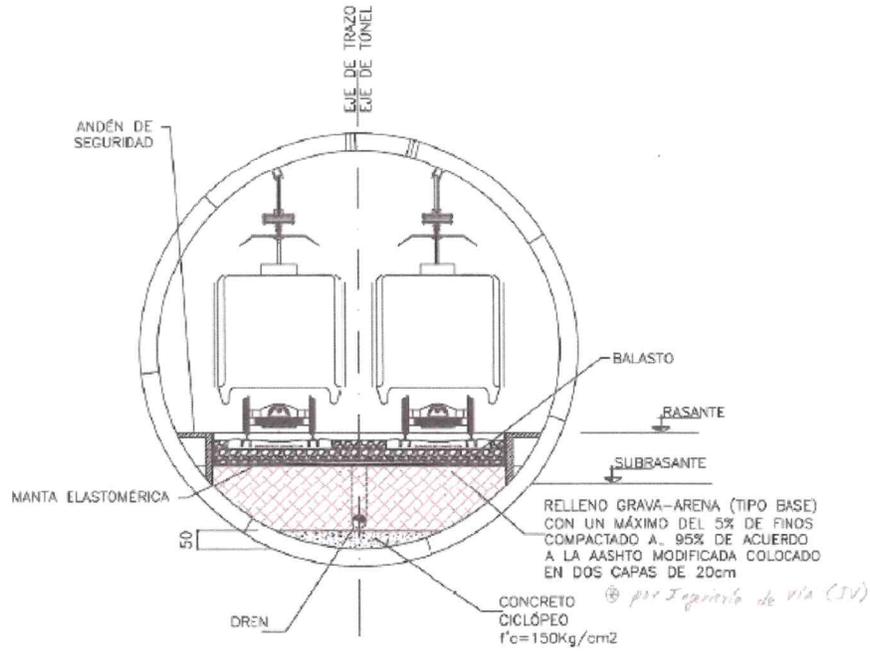


Figura 32. Sección transversal del sistema de drenaje con las coladeras de piso (pk 24+680 al pk 25+313)

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



SECCIÓN 4 CAD. 22+900 AL 27+390

REF. 05967-B-00 TRAMO SIN CUBETA

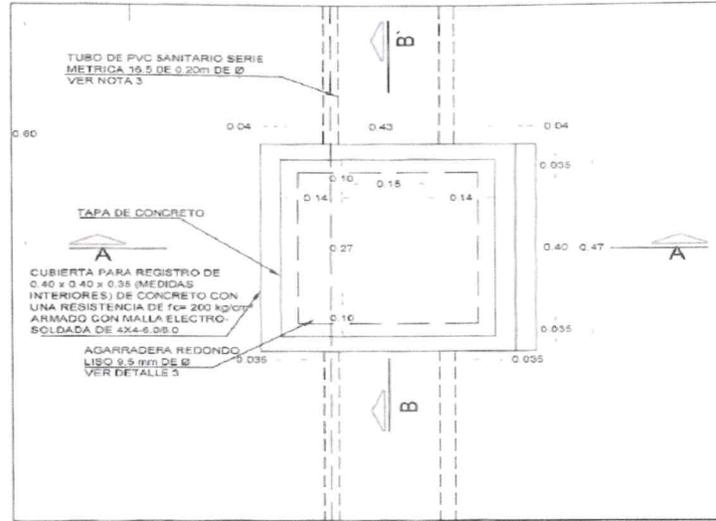
Figura 33. Sección tipo 4 (PMDF-11-EST-612000-III-0240-51298-P-01)

De acuerdo a los planos, el tubo central es de PVC sanitario serie métrica 16,5 de 0,20 m de diámetro sin perforaciones.



Figura 34. Tubo central del sistema de drenaje

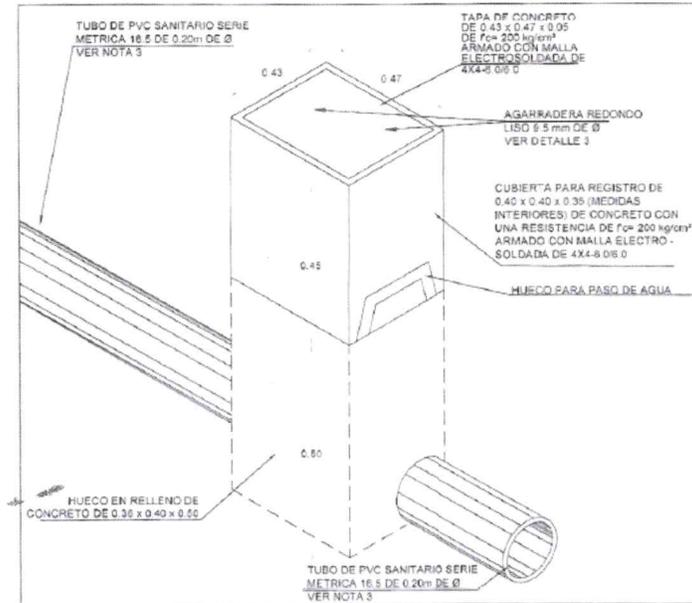
Según los planos, los registros tienen las dimensiones 0,40 x 0,40 (medidas interiores), son de concreto con una resistencia de $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$, armado con malla electro soldada de 4x4-6 0/6.0.



PLANTA

NOTA. LA POSICIÓN EN PLANTA DEL REGISTRO DEBE QUEDAR COLOCADO ENTRE DOS DURMIENTES, POR LO QUE SE PODRÁ HACER EL AJUSTE DE SEPARACION ENTRE REGISTROS ACORDE A LA POSICION DE LOS DURMIENTES.

Figura 35. Vista en planta del sistema de drenaje



ISOMETRICO

Figura 36. Vista isométrica de un registro del sistema de drenaje

Los estratos de planos siguientes permiten observar la ubicación de los elementos del sistema de drenaje:

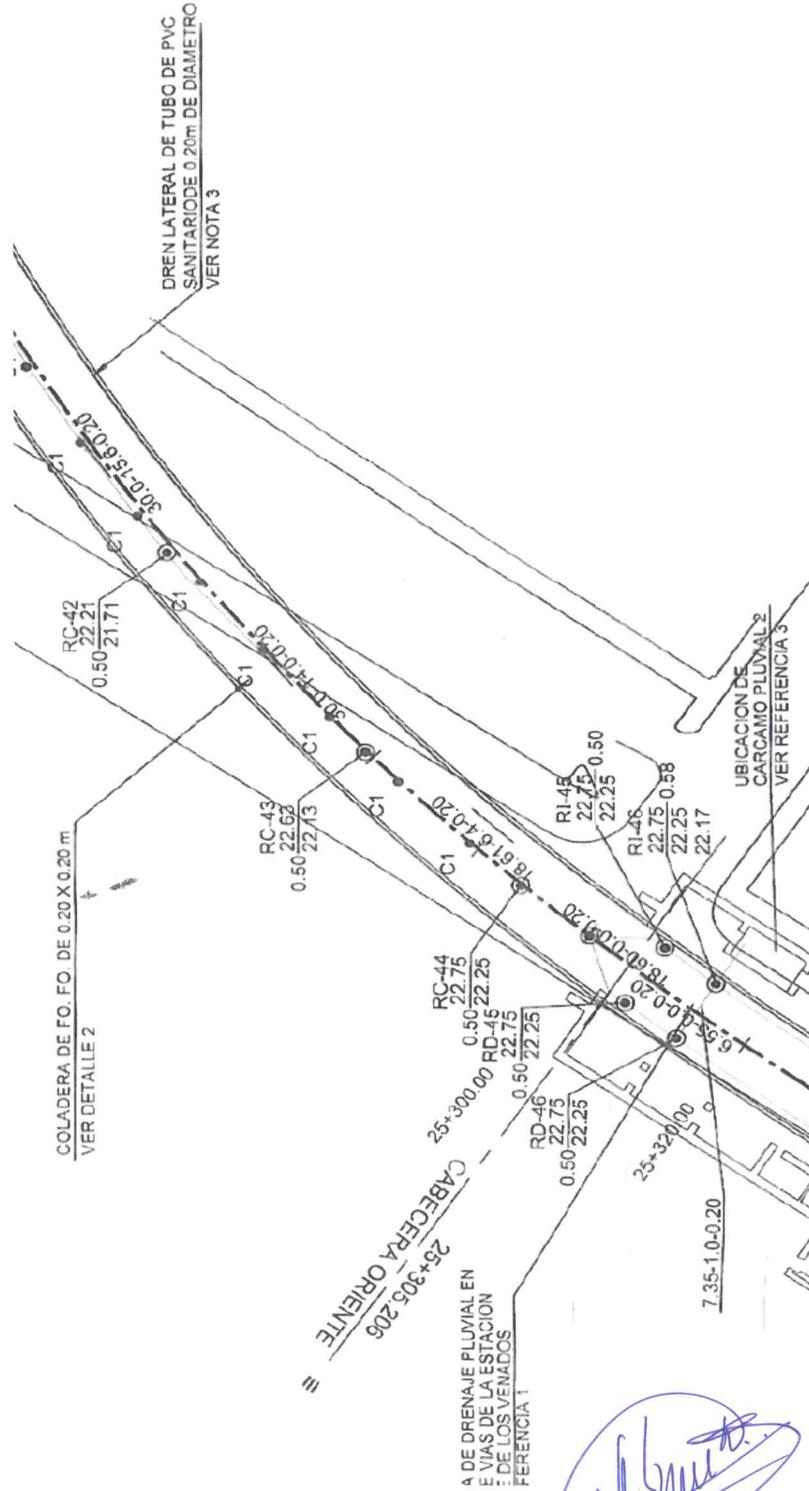


Figura 37. Trazado del sistema del drenaje (tipo-extracto de plano PMDF-10-IHS-612255-III-0002-32053-P-00)

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
94/497

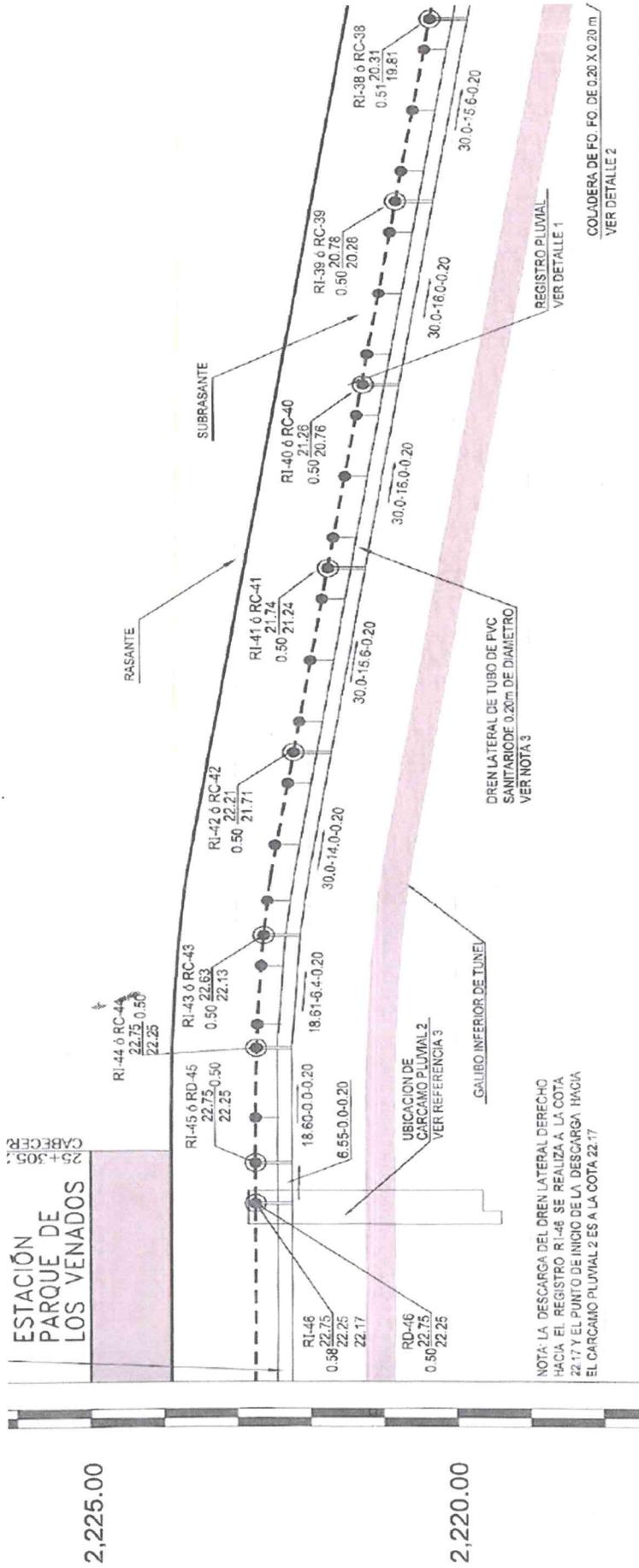


Figura 38. Perfil longitudinal del sistema de drenaje (extracto de plano PMDF-10-IHS-612255-III-0002-32053-P-00)

[Handwritten signatures in blue ink]

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

Informe final

07/07/2015

Página
95/497

12.2.5.3 Conclusiones relativas al sistema de drenaje

En el tramo en túnel con escudo, los planos de sección "As design" que tenemos permiten confirmar que el diseño del sistema de drenaje previsto no permite asegurar que no haya contaminación de la grava arena en caso de filtraciones importantes, en particular:

- Inexistencia del sistema de recuperación de aguas de escurrimiento sobre el paramento, lo que provoca que el agua que escurre sobre los muros llegue hacia el balasto, y la capa debajo de este.
- El dren central presenta entradas situadas en la base del balasto (al nivel de la membrana elastómera). No hay perforaciones en el tubo que permiten recolectar el agua en caso que esta quede atrapada al infiltrarse en la capa sub-rasante debajo del balasto, incrementando los problemas de mantenimiento de la vía. Además, el tamaño del dren es bastante pequeño (diámetro 20 cm).

En los otros tramos, los planos que tenemos no presentan problemas específicos de diseño al nivel del principio de funcionamiento del sistema de drenaje. Sin embargo, estos planos solo son secciones tipo, los cuales no detallan el sistema de drenaje completo (registro, tubería, cárcamos...).

12.3 Estudio de la situación "as built"

12.3.1 Presentación de los planos as "as built" recibidos

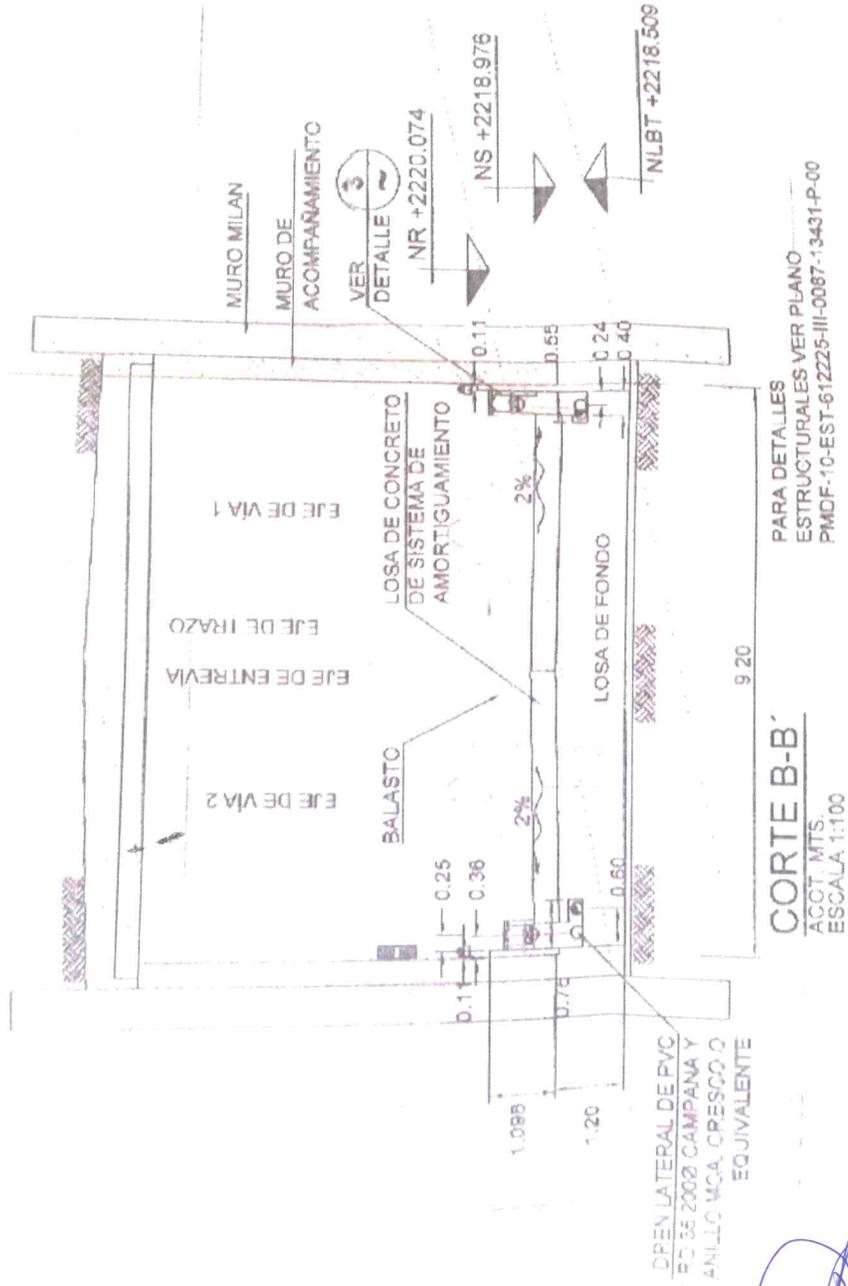


Figura 39. Sección del cajón según el plano PMDF-12-IHS-612225-IV-0001-13416-P-AB (del PK18+958 al PK19+418).

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
97/497

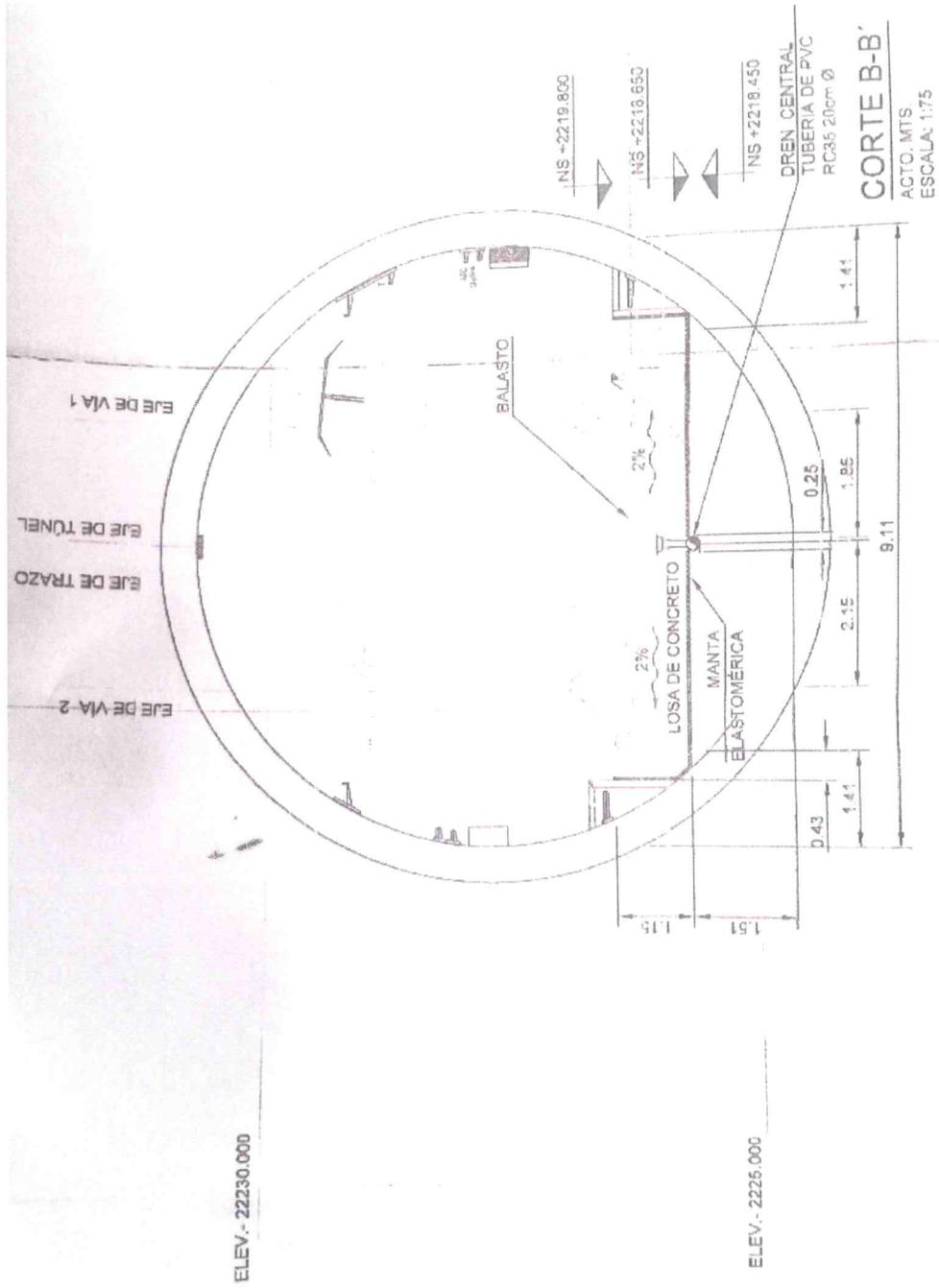


Figura 40. Sección del túnel según el plano PMDF-12-IHS-612225-IV-0004-13419-P-AB (del PK20+368 al PK20+848).

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
98/497

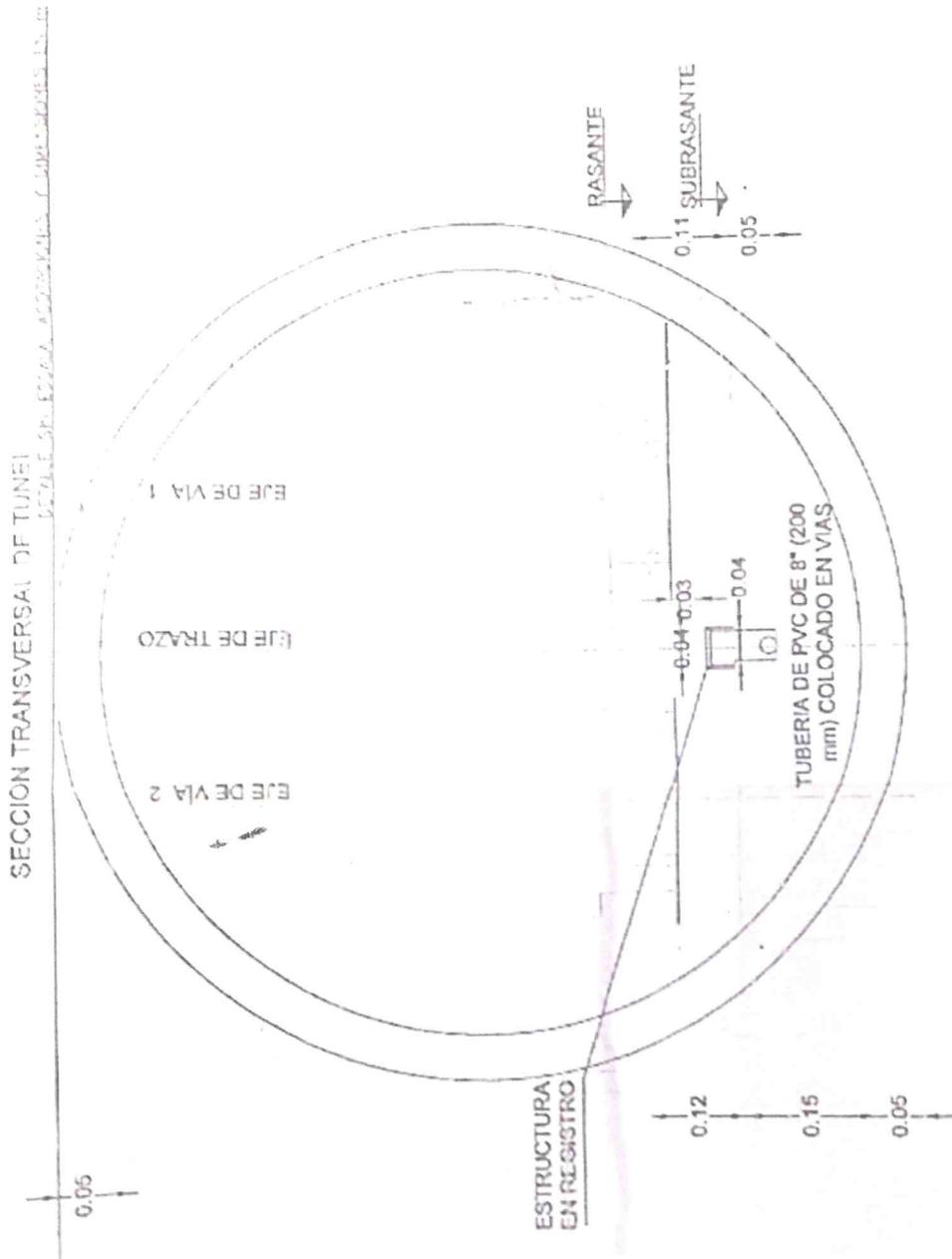


Figura 41. Sección del túnel según el plano PMDF-12-IHS-612235-IV-0001-30075-P-AB (del PK21+677 al PK22+190).

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015
Página 99/497

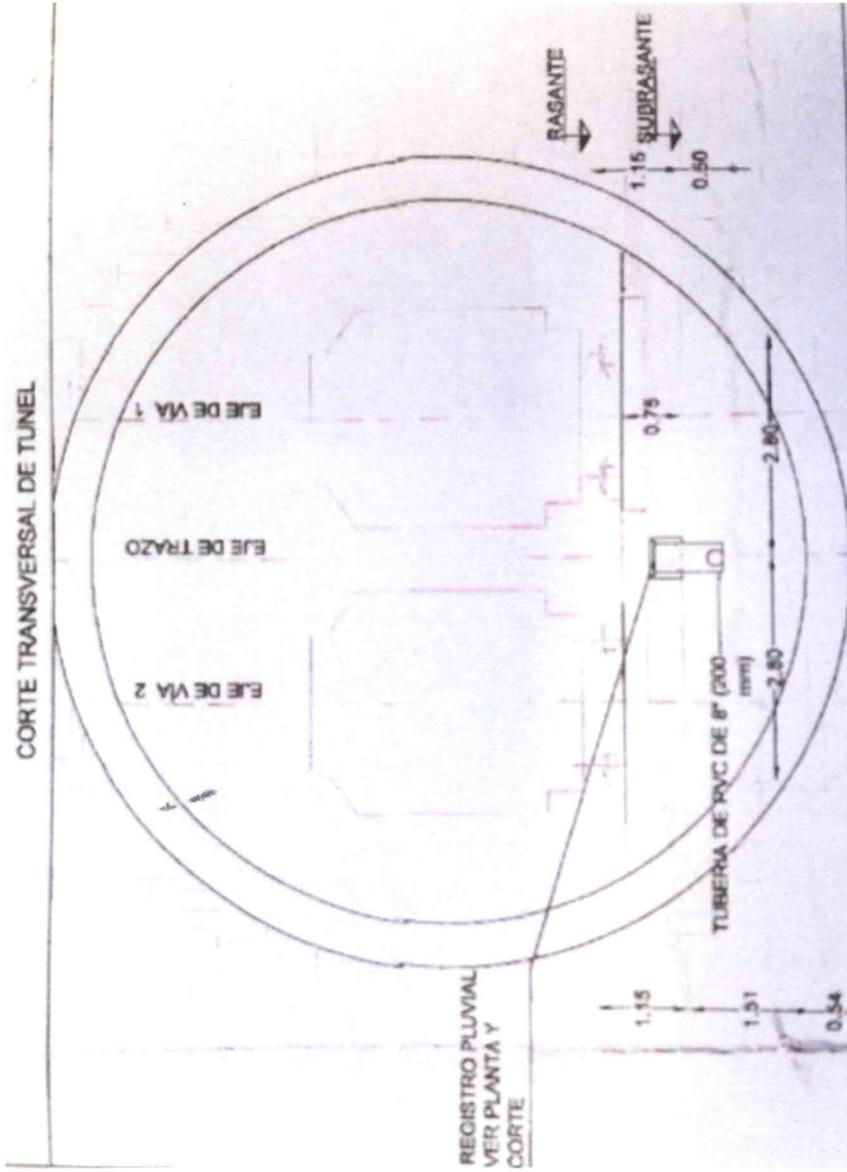


Figura 42. Sección del túnel según el plano PMDF-12-IHS-612255-IV-0001-32052-P-AB (del PK24+029 al PK24+680).

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

Informe final

07/07/2015

Página
100/497

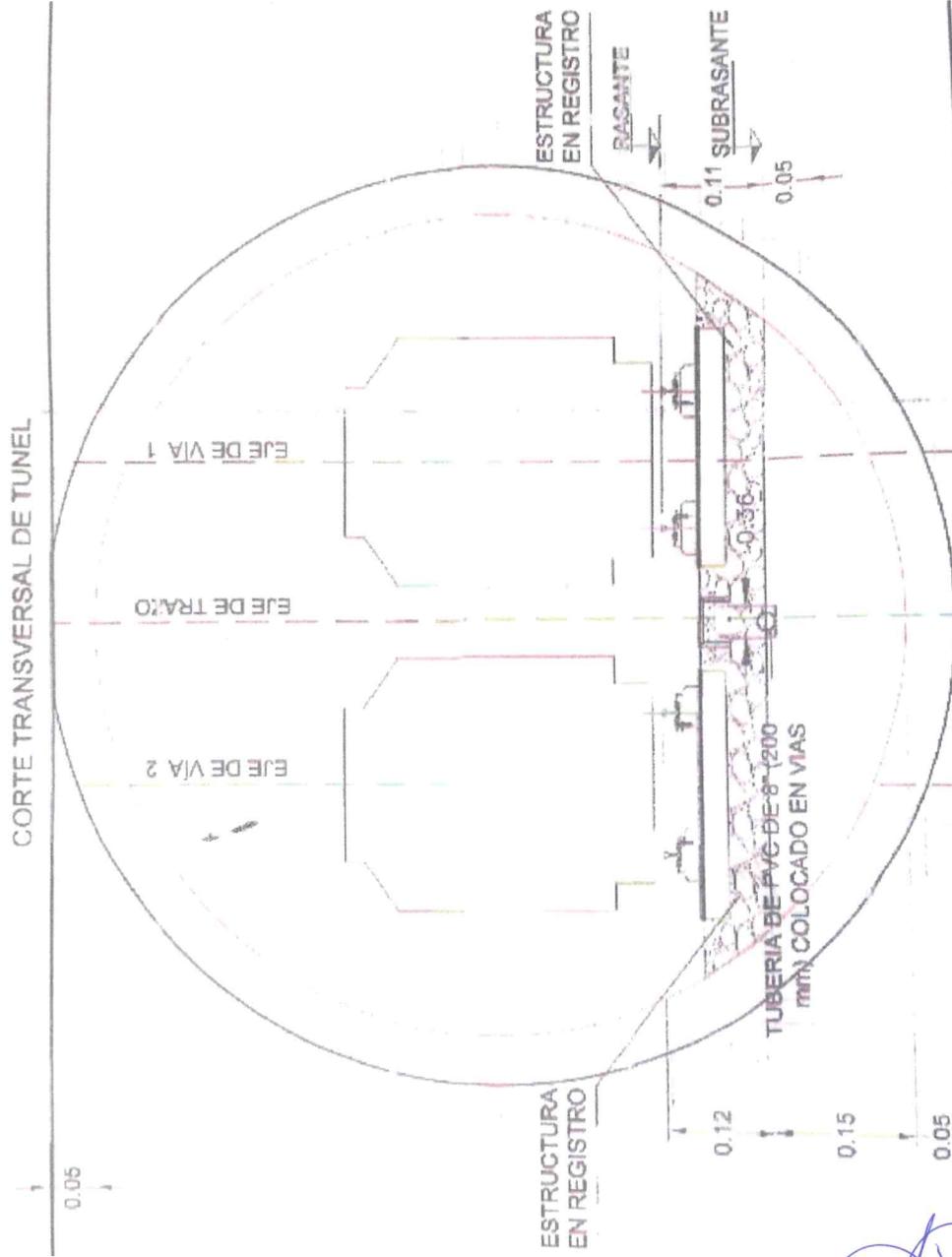


Figura 43. Sección del túnel según el plano PMDF-12-IHS-612285-IV-0001-34006-P-AB (del PK26+771 al PK27+395).

(Handwritten signatures in blue ink)

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015
Página 101/497

La documentación “as built” que MEXISTRA ha recibido es parcial:

- Falta de tramos
- Falta de informaciones en los planos (composición y espesores de las capa)

12.3.2 Metodología de las pruebas para la caracterización de la obra

Es importante recordar que los planos (“as design” o “as built”) que se han entregado a MEXISTRA no son confiables. Por eso, se decidió realizar diferentes pruebas con el fin de garantizar la conformidad de las distintas estructuras que componen el túnel y se llevó a cabo una serie de ensayos destructivos y no destructivos.

Las pruebas se describen en los párrafos siguientes.

12.3.3 Descripción de las pruebas

12.3.3.1 Pruebas para calificar la subcapa y sus desempeños

Para calificar la subcapa, se han realizado calas con ensayos en laboratorio de las muestras tomadas. La tabla siguiente presenta la lista de estas pruebas:

| TRABAJOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (CON CALAS) |
|--|
| Contenido de agua |
| Clasificación visual y al tacto |
| Límites de consistencia (líquido, plástico y contracción lineal) |
| Peso volumétrico húmedo y seco |
| Granulometría por mallas |
| Compactación Proctor (AASHTO Modificada) |
| Equivalente de arena |
| Valor relativo de soporte |
| Contenido de agua |
| Espesores de las diferentes capas (si hay varios materiales en las capas) |
| Penetrómetro dinámico |
| Sondeo de Penetrómetro de cono dinámico en relleno controlado hasta 1.80m de profundidad |

Tabla 15 Lista de pruebas para calificar la capa de grava arena

Página
102/497

12.3.4.1 Lista de pruebas para calificar el concreto

Para calificar el concreto, cada 10 calas se han tomado núcleos para ensayo en laboratorio. La tabla siguiente presenta la lista de estas pruebas:

| Trabajos de laboratorio de materiales (CON CALAS) | |
|---|--|
| Compresión simple en núcleos de concreto | |
| Peso volumétrico en núcleos de concreto | |

Tabla 16 Lista de pruebas para calificar el concreto

12.3.4.2 Ubicación de las calas

En una primera etapa, en el tramo “Parque de los Venados - Eje central”, se han realizado calas en la misma zona, en toda la anchura del túnel, para confirmar que las características y los desempeños de la capa y del concreto son iguales (al nivel del eje y de los dos lados). Eso confirma que la composición de las capas es la misma en toda la anchura del túnel, por lo que se ha decidido continuar realizando únicamente calas en el eje del túnel.

En una segunda etapa, en el tramo “Parque de los Venados - Eje central”, se han realizado solo calas en el eje del túnel cada 150 m para analizar las características y los desempeños de la subcapa y del concreto a lo largo del tramo.

En una tercera etapa, se han realizado solo calas en el eje del túnel cada 300 m para analizar las características y los desempeños de la subcapa así como del concreto a lo largo del resto túnel.

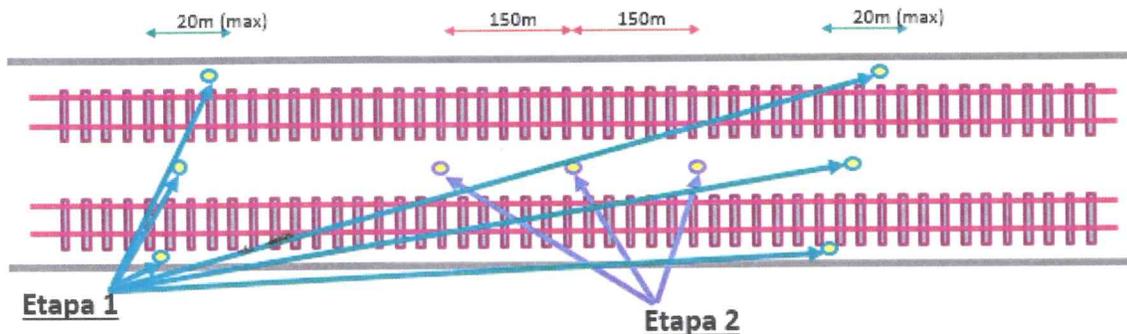


Figura 44. Explicaciones de la ubicación de las calas en el tramo “Parque de los Venados – Eje Central”

(Firmas manuscritas)

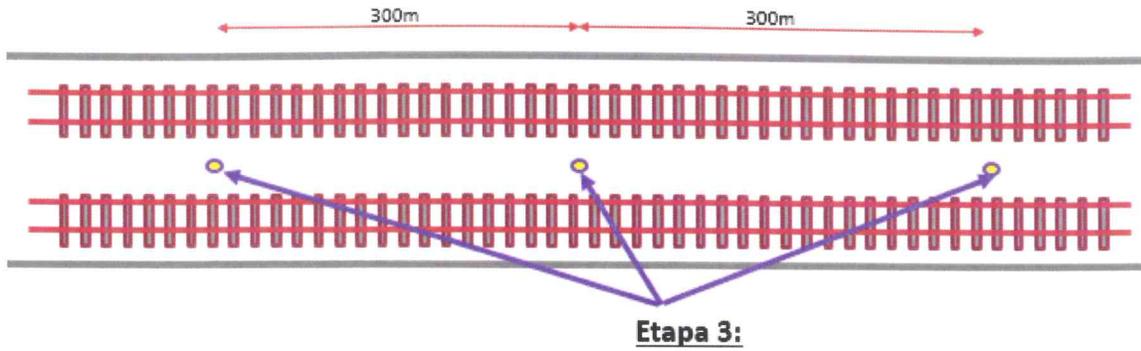


Figura 45. Explicaciones de la ubicación de las calas en el tramo " en el resto del túnel"

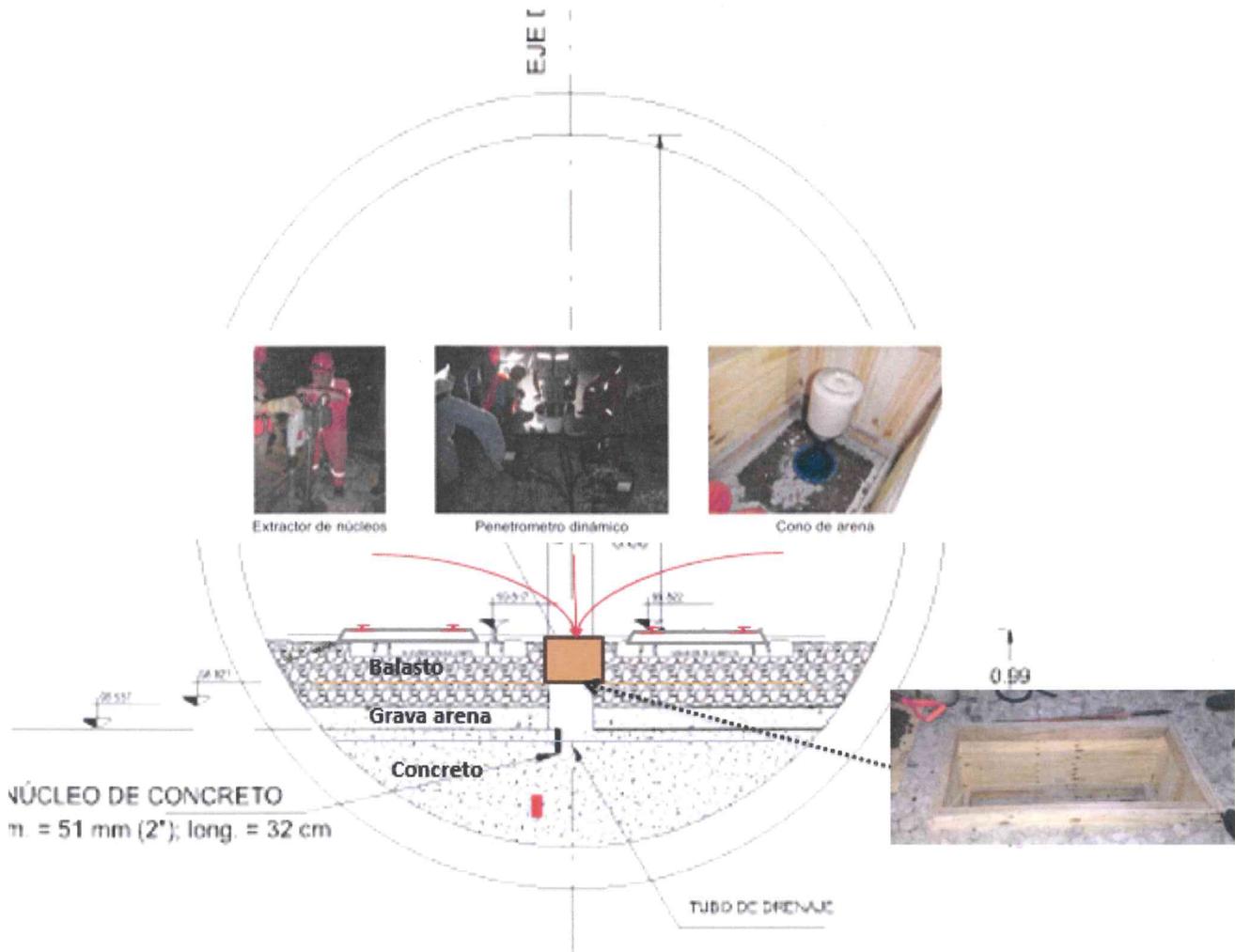


Figura 46. Pruebas en las calas

12.3.5 Pruebas complementarias

12.3.5.1 Objetivo de las pruebas complementarias

Además de las pruebas con calas, MEXISTRA hizo pruebas para completar la definición de las diferentes capas de la plataforma y realizar el trazo en planta del sistema de drenaje.

| Trabajos "in situ" - Objetivo de las pruebas con georadar y del levantamiento |
|---|
| Prospección Geofísica con Geo-radar: |
| <i>Ubicar el sistema de drenaje en el túnel</i> |
| <i>Definir el espesor de cada capa (balasto, grava arena, concreto)</i> |
| <i>Definir la zonas con agua</i> |
| Levantamiento topográfico |

Tabla 17 Lista y objetivos de las pruebas adicionales

12.3.5.2 Ubicación de las líneas georadar

Para tener una idea aceptable de la ubicación del sistema de drenaje y de los espesores de cada capa (balasto, grava arena, concreto), MEXISTRA ha realizado un estudio mediante líneas de georadar cada 15 m a lo largo del túnel.

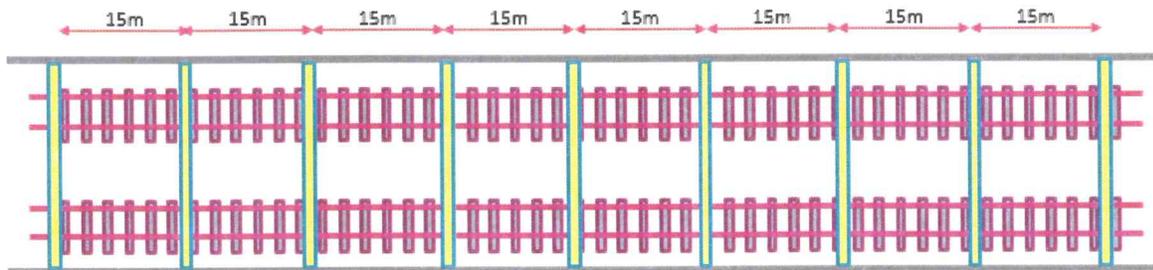


Figura 47. Explicaciones de la ubicación de las líneas georadar

[Firmas manuscritas]

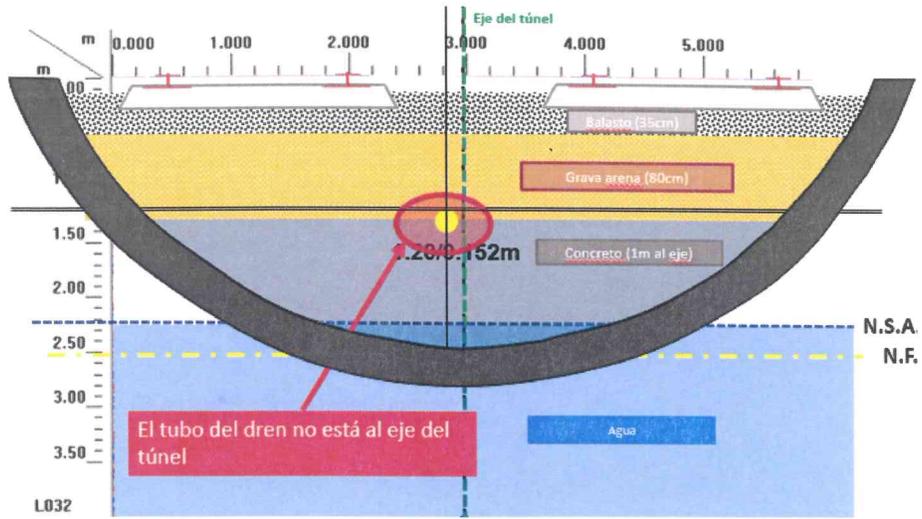


Figura 48. Ejemplo de línea georadar con ubicación del tubo del dren

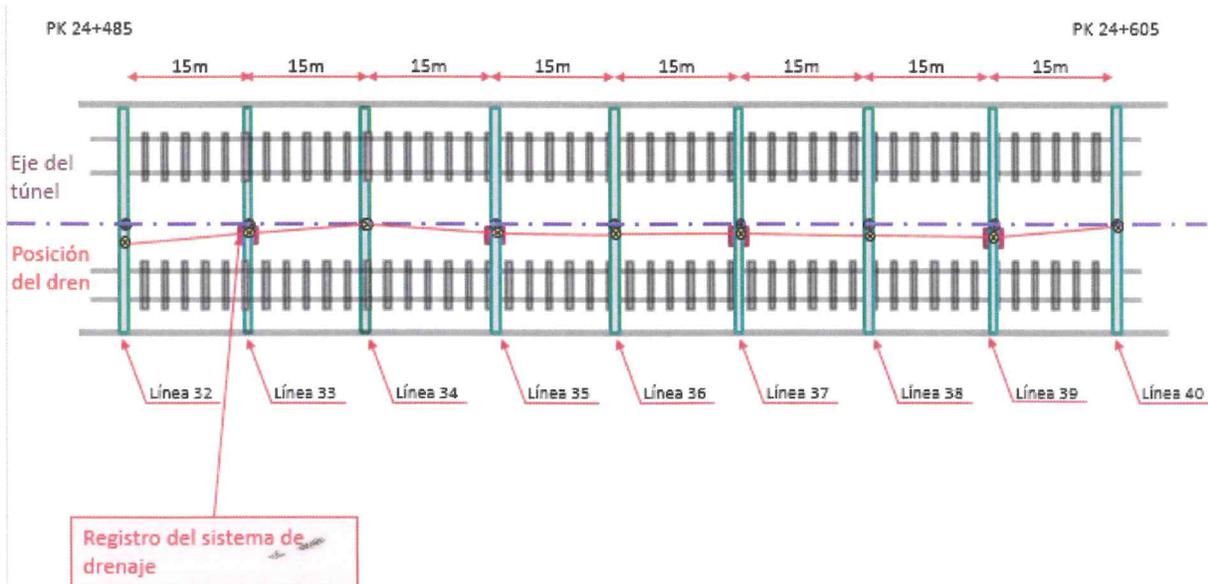


Figura 49. Principio del levantamiento

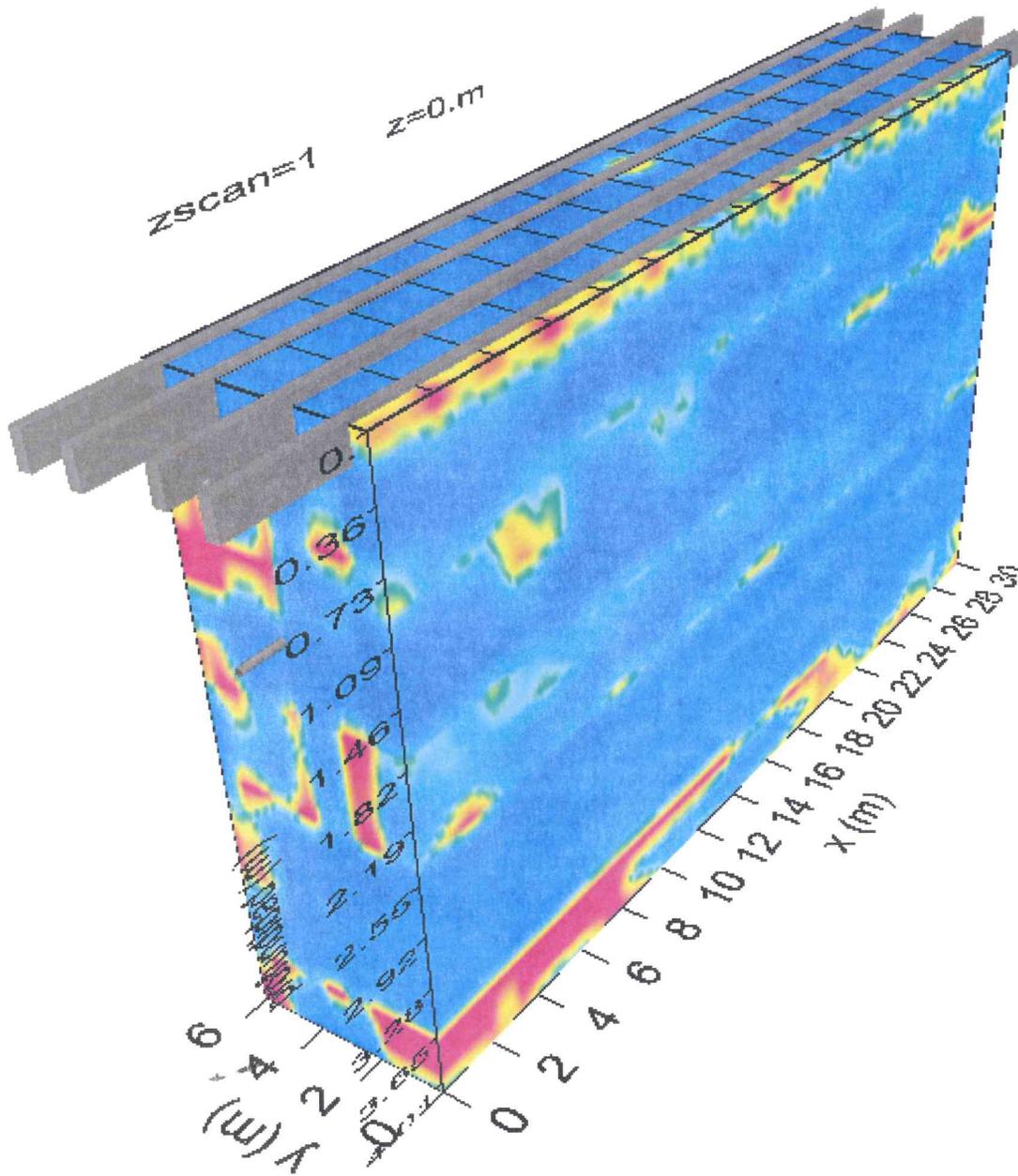


Figura 50. Ejemplo de análisis georadar PK 24+948.2

12.3.6 Presentación y análisis de los resultados de las pruebas en relación con la subcapa

12.3.6.1 Composición granulométrica

En cada cala realizada se tomaron muestras del material del relleno, mismo que se envió al laboratorio de mecánica de suelos para efectuar las pruebas indicadas, su clasificación y su granulometría (curva granulométrica). Los resultados de las pruebas se anexan al presente documento. Como ejemplo, se presenta una hoja de resultados.

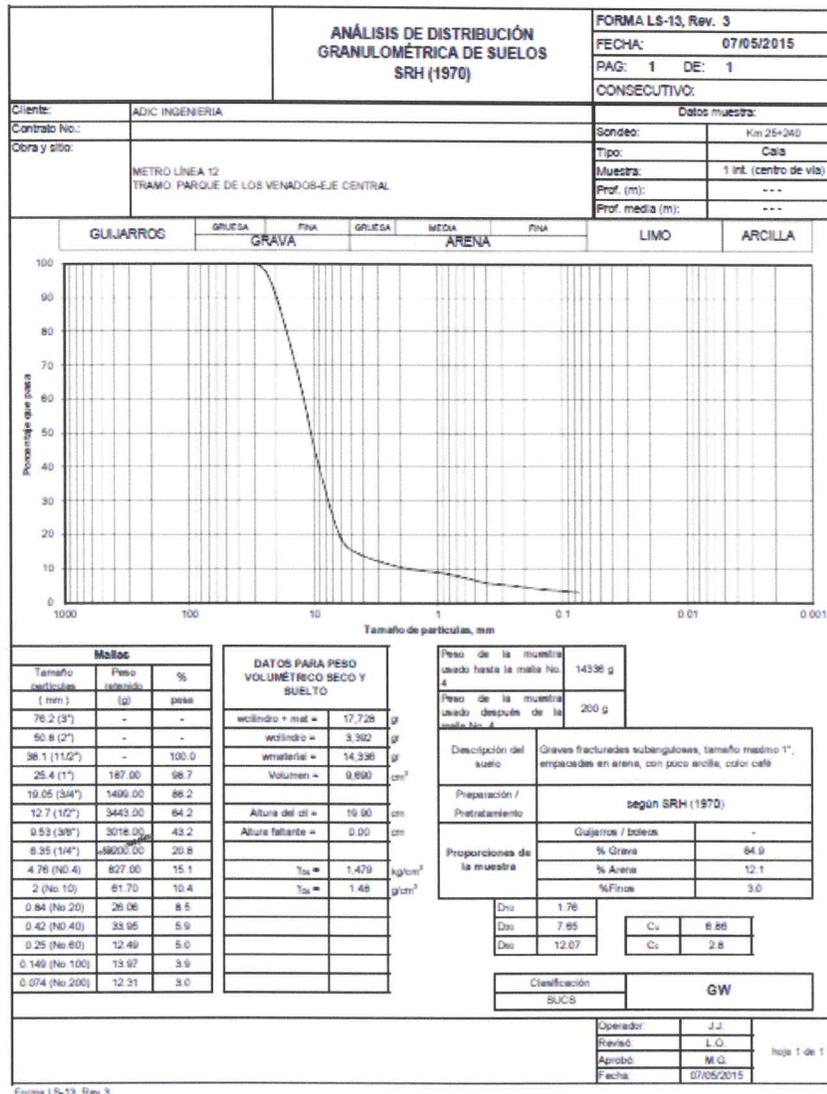
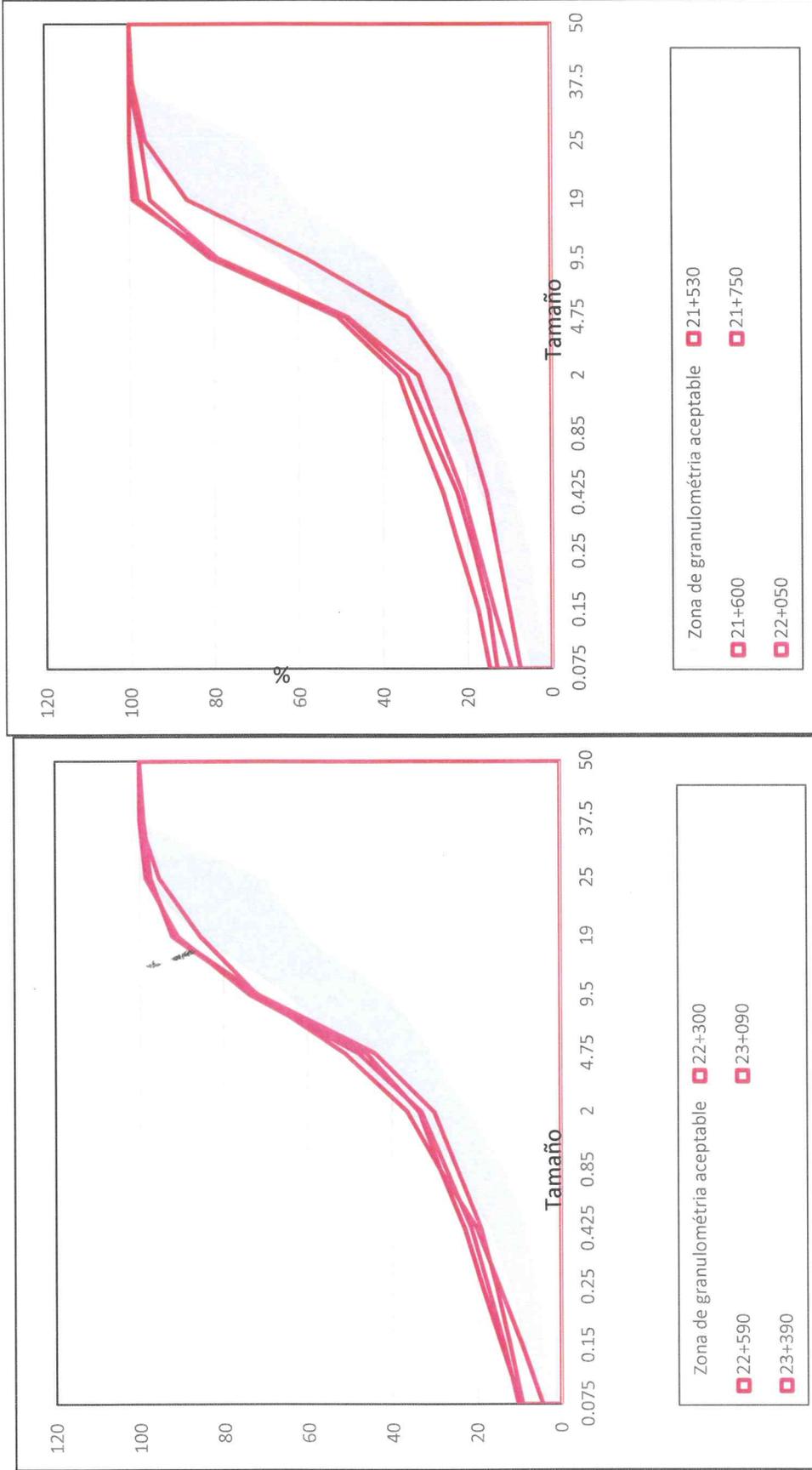


Figura 51. Ejemplos de resultados de granulometría (muestra PK 24+900)

Página
108/497

Granulometría de las muestras de grava arena



%

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12

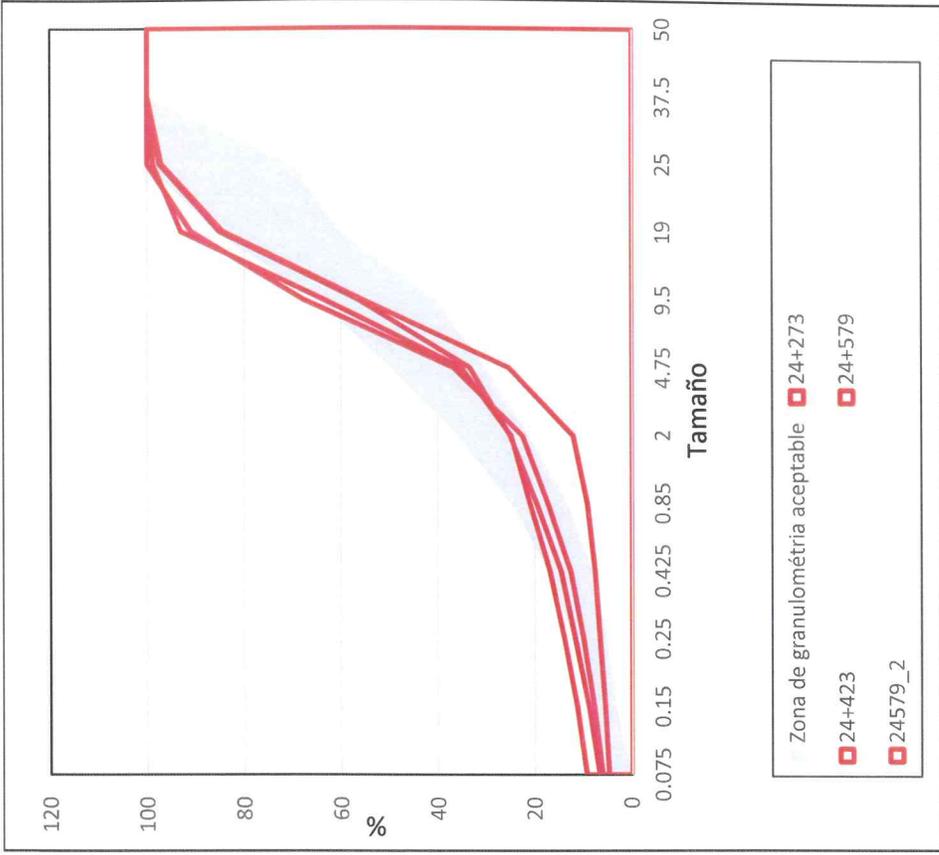
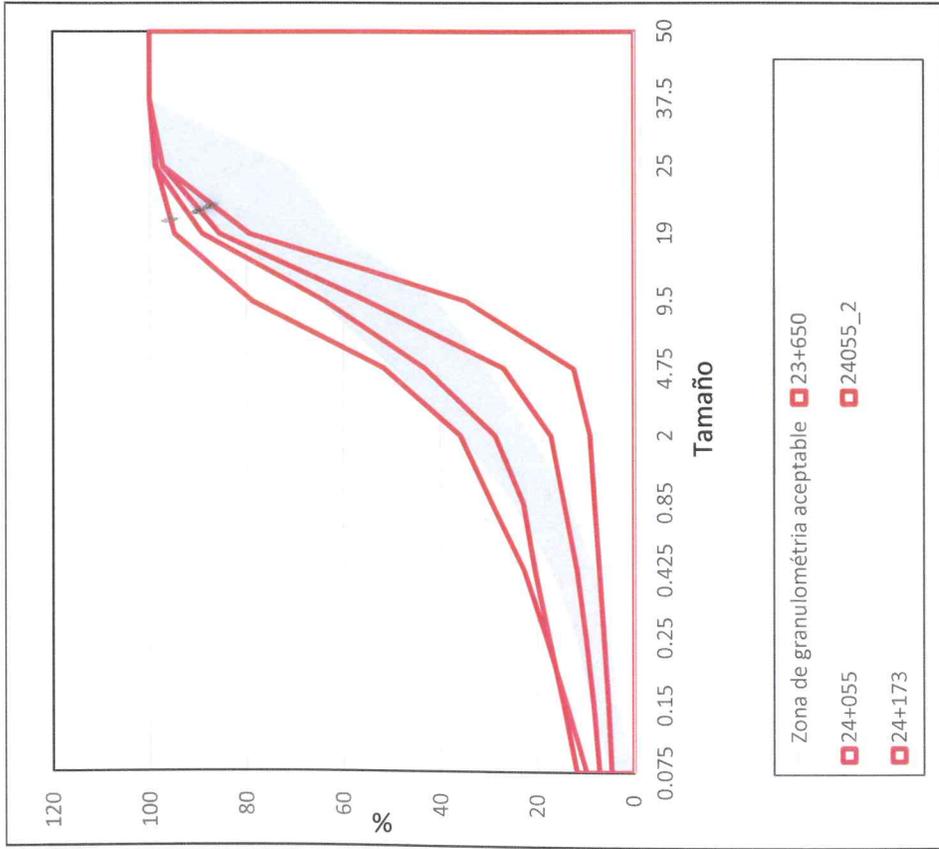
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
109/497

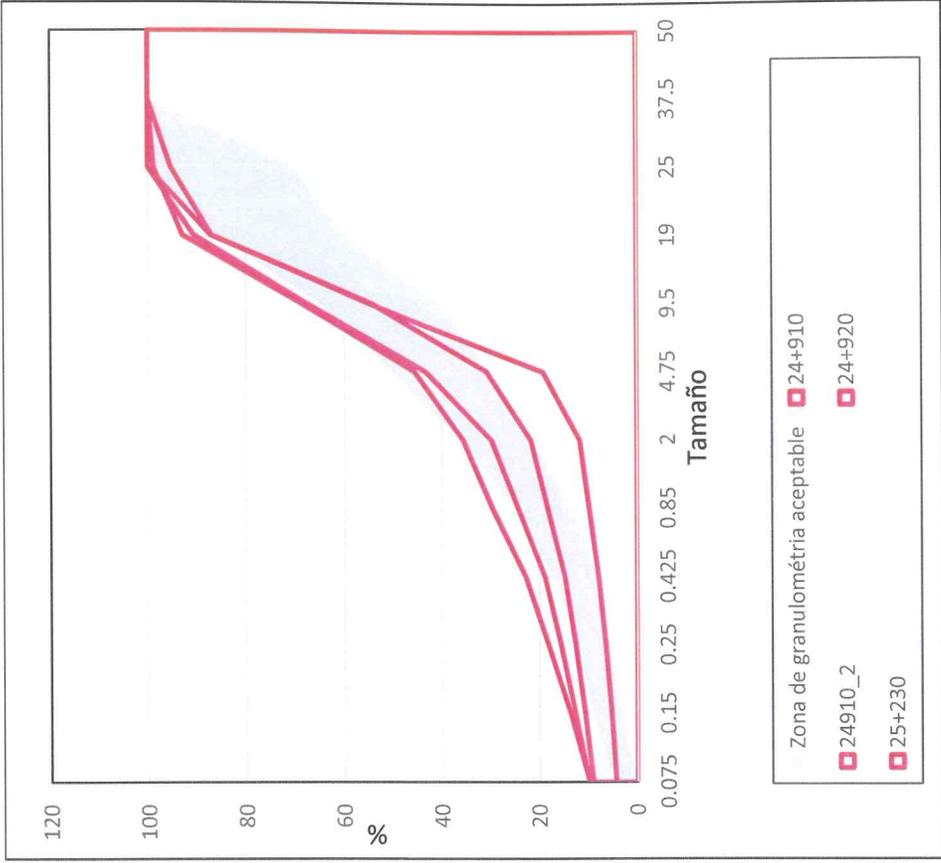
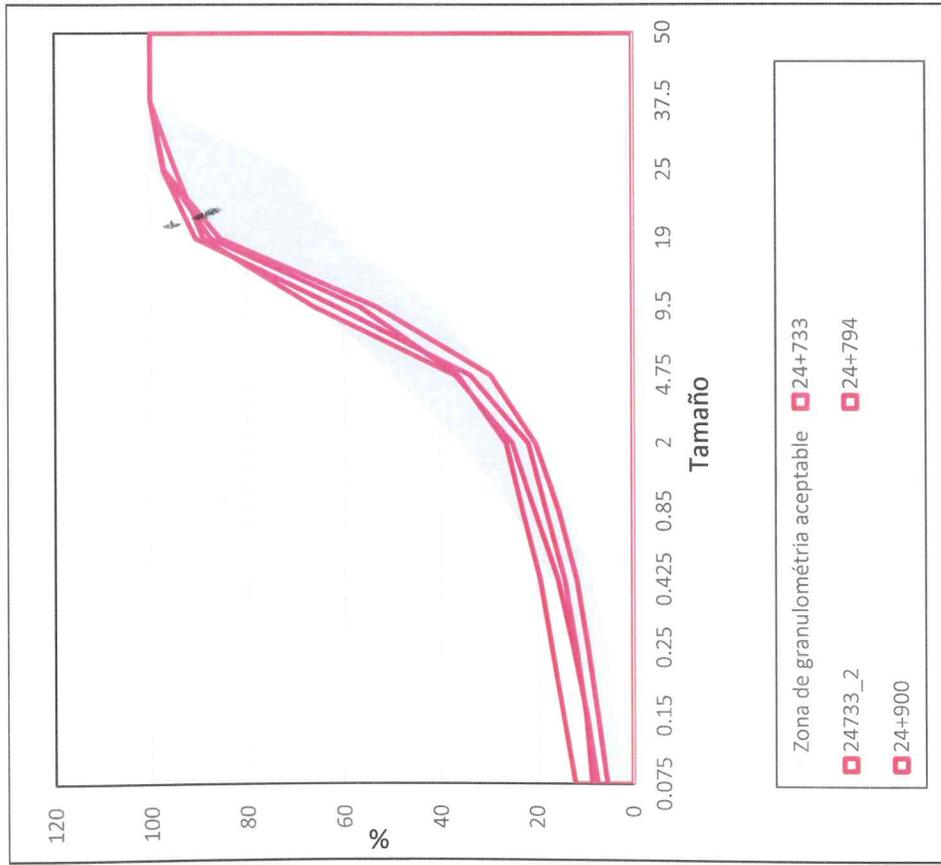
Granulometría de las muestras de grava arena



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Granulometría de las muestras de grava arena



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

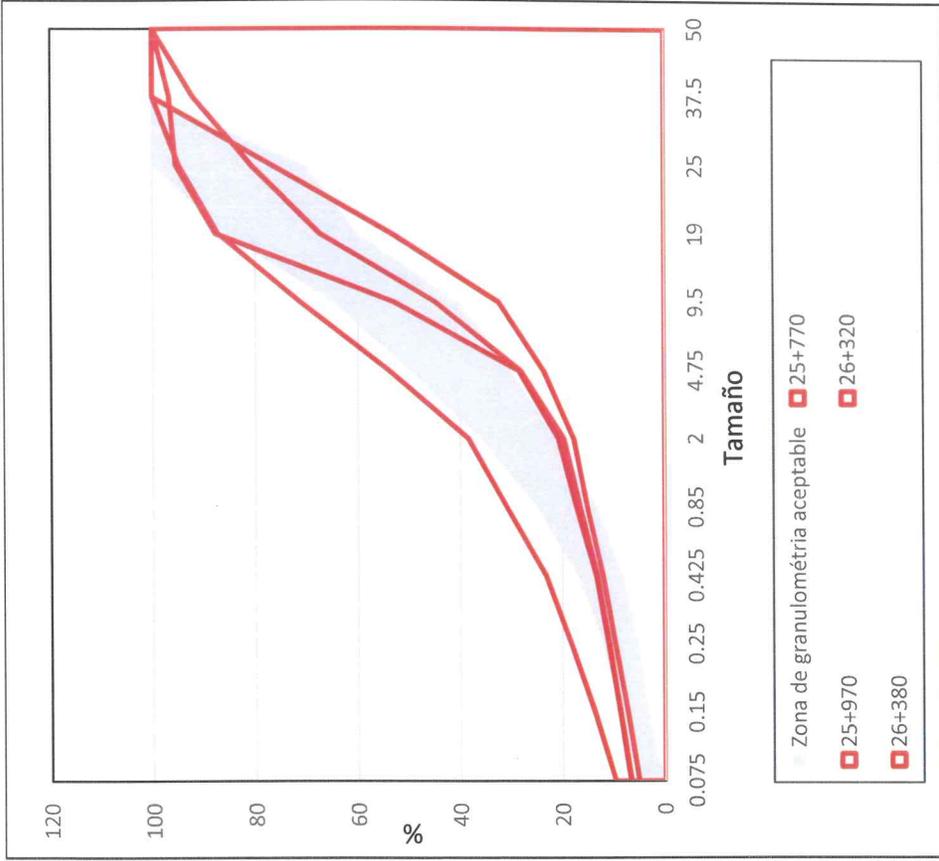
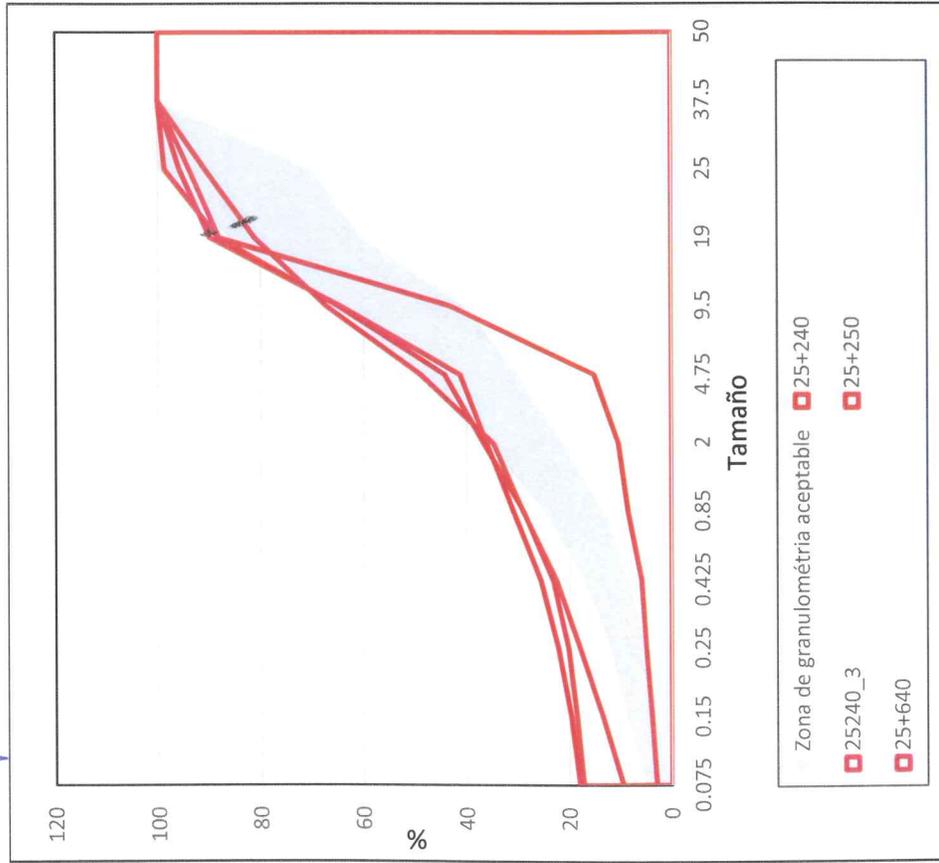
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
111/497

Granulometría de las muestras de grava arena



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
112/497

Granulometría de las muestras de grava arena

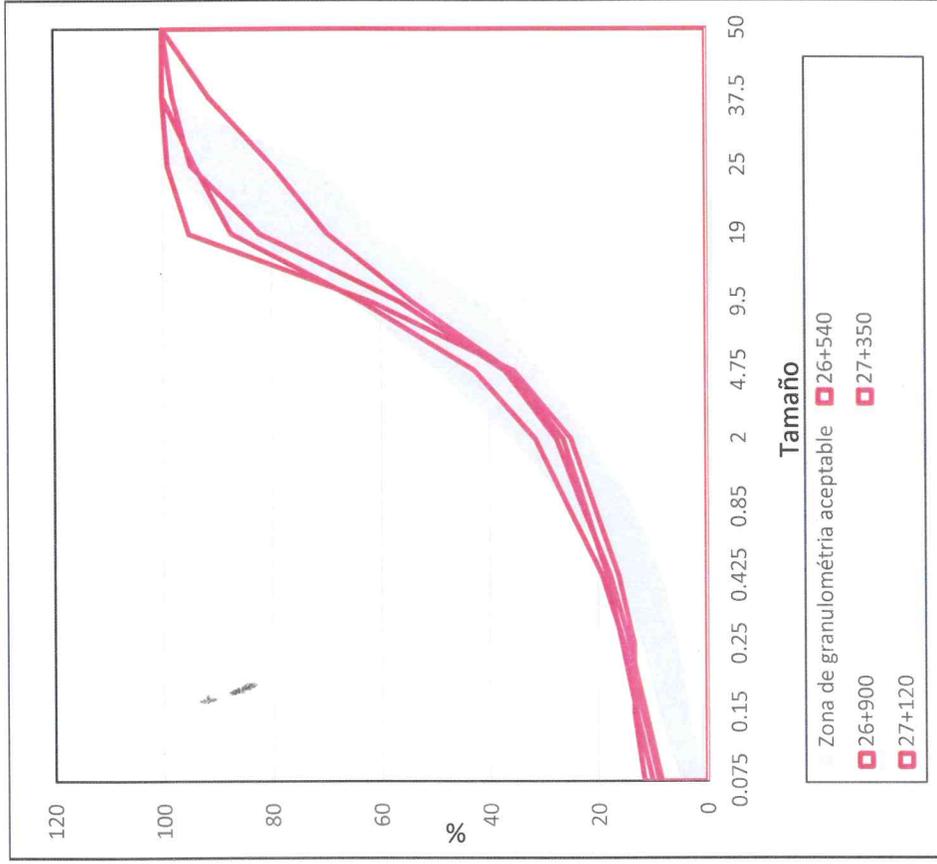


Figura 52. Granulometría de las muestras de grava arena

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

MEXISTRA confirma que ninguna de las muestras cumple con la granulometría requerida por la norma, en efecto todas las curvas salen de la zona requerida por la norma.

12.3.6.2 Proporción de los elementos

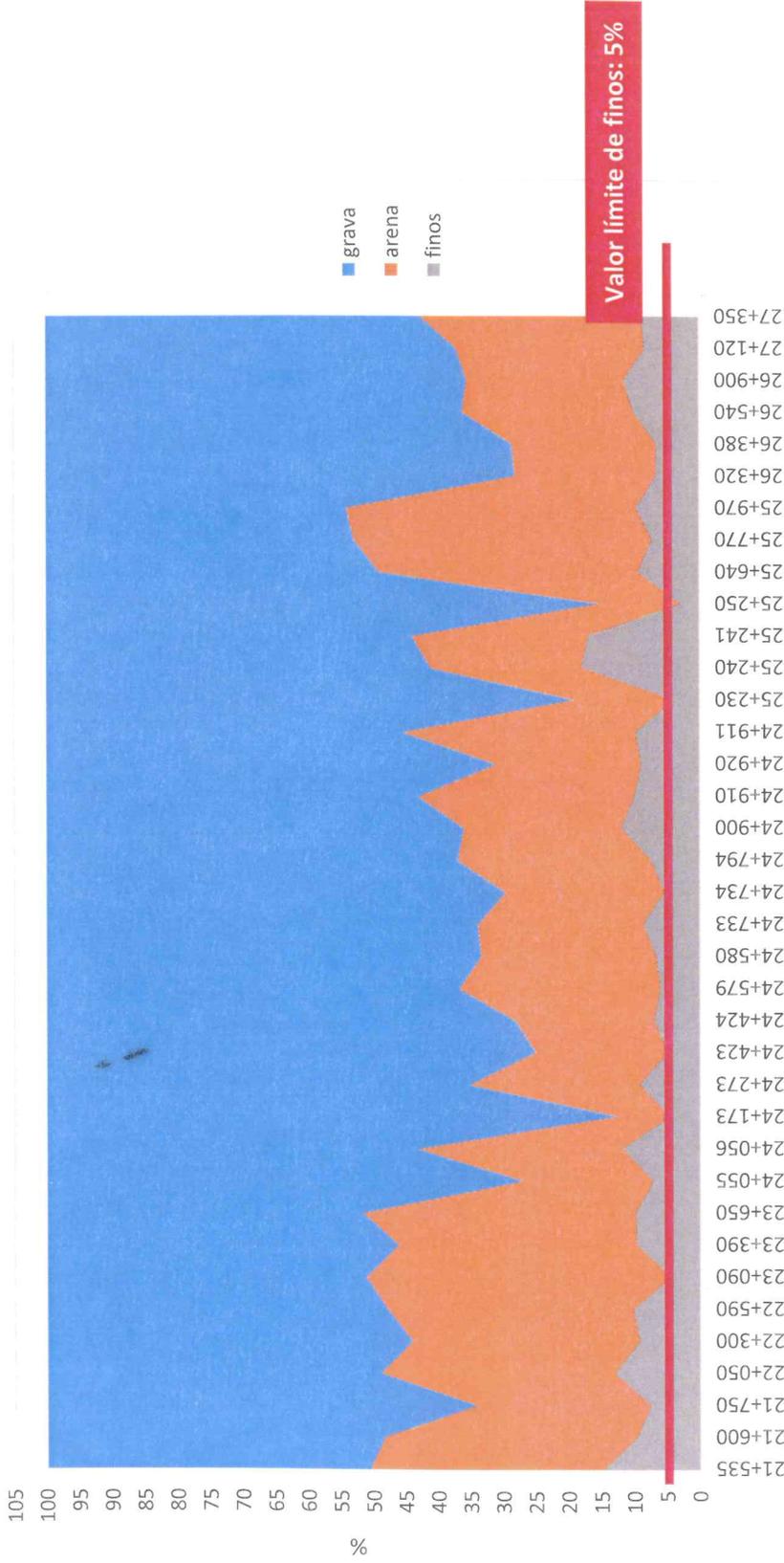


Figura 53. Proporción de los elementos Grava, Arena, y Elementos Finos

Como se puede observar en general el material usado corresponde a una grava mal graduada, con finos cuyo porcentaje varía de 3 hasta 18%. La proporción de los elementos finos se determina sobre la base de la malla 0,074 (200), norma ASTM D-422. MEXISTRA confirma que de manera general, la subcapa no cumple con los requerimiento de la norma (solo 4 muestras cumplen con el valor máximo de finos de 5%).

Los documentos entregados por DGOP a MEXISTRA permiten confirmar que esta situación existe desde las etapas de construcción, por ejemplo, en el documento PMDF-11-MS-612290-III-0301-51442-E-00, se puede observar lo siguiente:

- Recuerdo de las especificaciones al principio del documento:

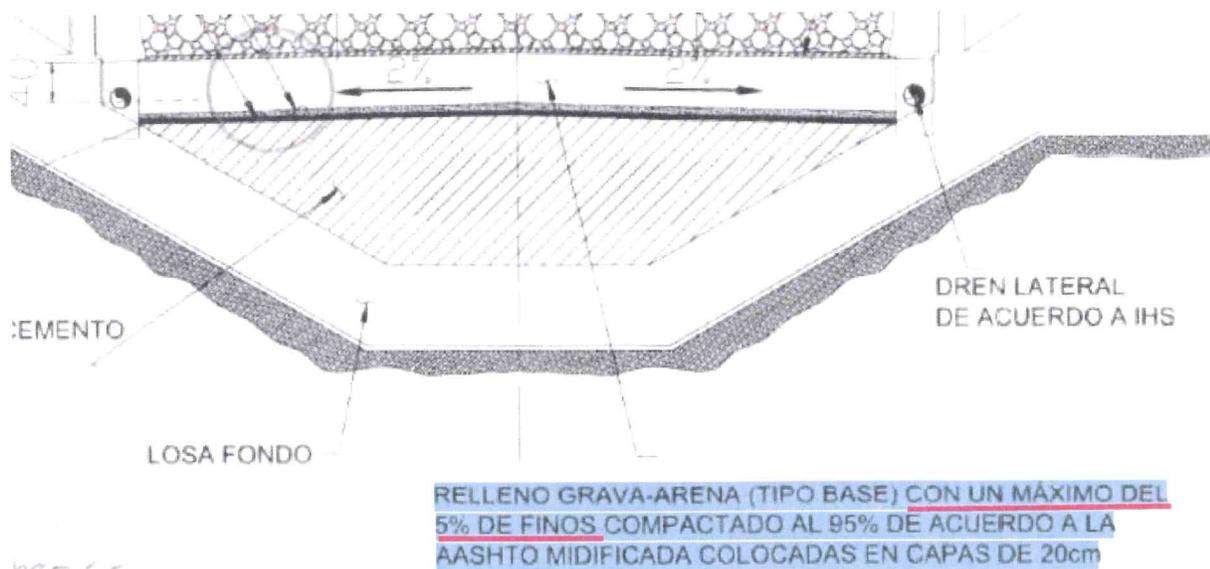


Figura 54. Estratos del documento PMDF-11-MS-612290-III-0301-51442-E-00

- Con los resultados de granulometría siguientes

| TABLA DE DATOS | | |
|------------------------|----------------------|-----------------------|
| APERTURA DE MALLA (mm) | % QUE PASA (MUESTRA) | LIMITES ESPECIFICADOS |
| 0.075 | 9 | |
| 0.150 | 14 | |

| TABLA DE DATOS | | |
|------------------------|----------------------|-----------------------|
| APERTURA DE MALLA (mm) | % QUE PASA (MUESTRA) | LIMITES ESPECIFICADOS |
| 0.075 | 7 | |
| 0.150 | 12 | |
| 0.250 | 14 | |
| 0.425 | 17 | |

| TABLA DE DATOS | | |
|------------------------|----------------------|-----------------------|
| APERTURA DE MALLA (mm) | % QUE PASA (MUESTRA) | LIMITES ESPECIFICADOS |
| 0.075 | 6 | |

| TABLA DE DATOS | | |
|------------------------|----------------------|-----------------------|
| APERTURA DE MALLA (mm) | % QUE PASA (MUESTRA) | LIMITES ESPECIFICADOS |
| 0.075 | 7 | |

Figura 55. Estratos del documento PMDF-11-MS-612290-III-0301-51442-E-00

12.3.6.3 Características adicionales.

En cada cala realizada se tomaron muestras del material del relleno, mismo que se envió al laboratorio de mecánica de suelos para efectuar las pruebas que permiten conocer sus límites líquidos e índices de plasticidad según la norma ASTM D-4318. Los resultados de las pruebas se anexan al presente documento. Como ejemplo, se presenta una hoja de resultados.

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 10/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------|------------------------------|--|---------------------------|----------|------|--|------------|----------------|------|-------|-----------------|----------|------|-----------------------|------------|----------|-----------------------|------|---|--------------------|----|--|--|---------|-----|--|--|-----|---|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondaje | km 26+380 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO ZAPATA - 20 DE NOVIEMBRE | | | Tipo | Carretera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Borde de via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 07/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Moleta de referencia: No. 40 | Formo No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Balanza No. | 1 | Temp. de secado 110 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 42 | 90 | 20 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 301 | 209 | 387 | 228 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 25.29 | 31.54 | 26.91 | 30.82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo/cápsula | g | 34.39 | 39.10 | 34.80 | 39.14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco/cápsula | g | 32.82 | 37.89 | 33.15 | 37.31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 24.15 | 24.98 | 26.44 | 28.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 211 | 172 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 20.14 | 20.22 | Peso de la cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo/cápsula | g | 43.26 | 40.18 | Peso suelo húmedo/cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco/cápsula | g | 40.26 | 37.58 | Peso del suelo seco/cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 15.01 | 14.98 | Contenido de agua | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 15.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Diámetro</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Diámetro</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Diámetro</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dinámetro</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>W/s</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | Altura | cm | | | Diámetro | cm | | | Diámetro | cm | | | Diámetro | cm | | | Dinámetro | cm | | | Volumen | cm³ | | | W/s | g | | |
| | | | | Altura | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Diámetro | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Diámetro | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Diámetro | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Dinámetro | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Volumen | cm³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | W/s | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | <table border="1"> <tr><td>Límite líquido</td><td>25.8</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite plástico</td><td>15.0</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>10.8</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | Límite líquido | 25.8 | % | Límite plástico | 15.0 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 10.8 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | |
| | | | | Límite líquido | 25.8 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 15.0 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 10.8 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Operador</td><td>J.S.</td><td>Fecha</td><td>07/07/2015</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L.O.</td><td>Fecha</td><td>10/07/2015</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td><td>Fecha</td><td>10/07/2015</td></tr> </table> | | Operador | J.S. | Fecha | 07/07/2015 | Revisó | L.O. | Fecha | 10/07/2015 | Aprobó | M.G. | Fecha | 10/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 07/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | Fecha | 10/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 10/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 56. Ejemplos de resultados de granulometría (muestra PK 26+380)

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
117/497

35.00

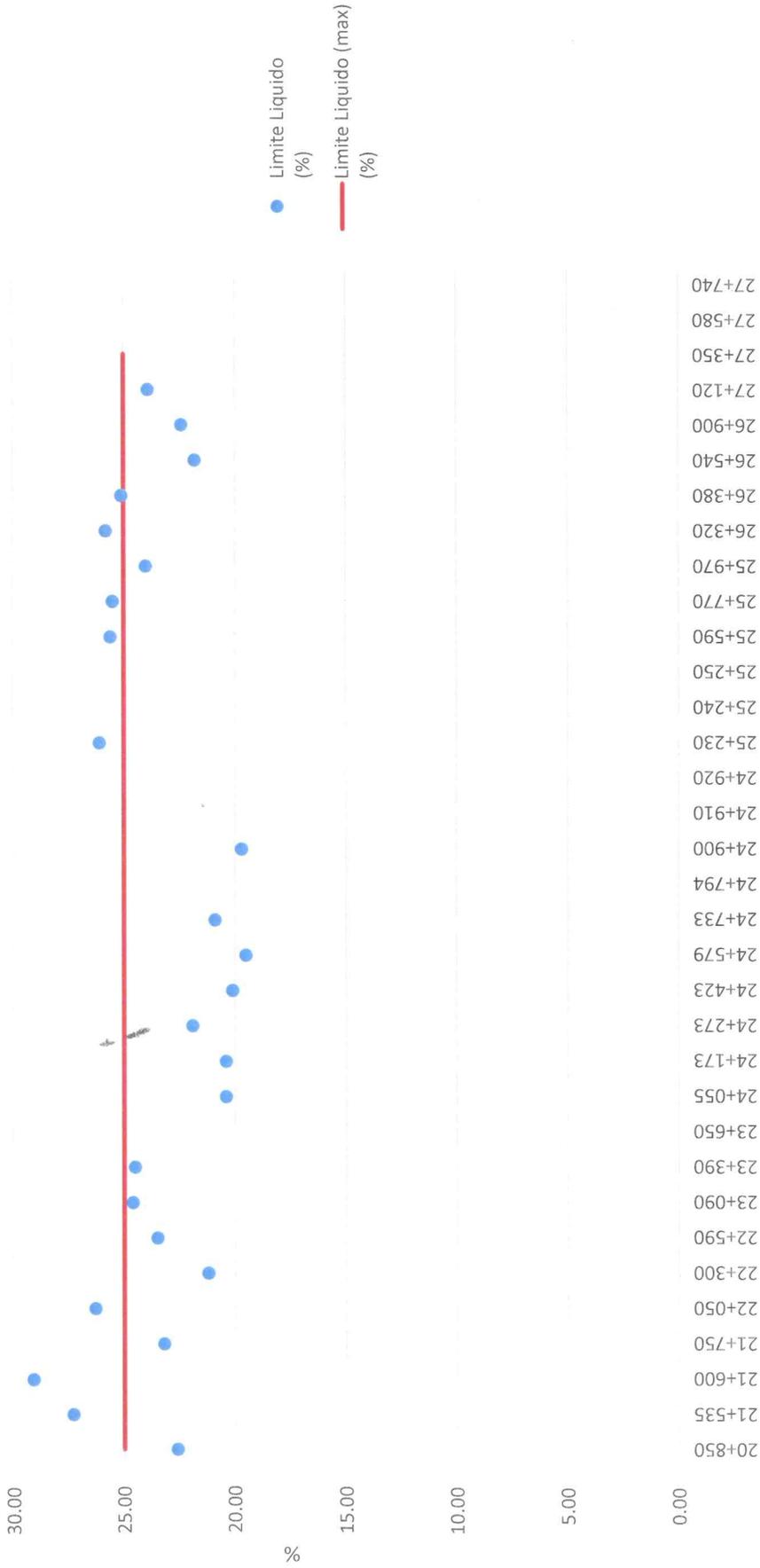


Figura 57. Limite liquido de la grava arena

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
118/497

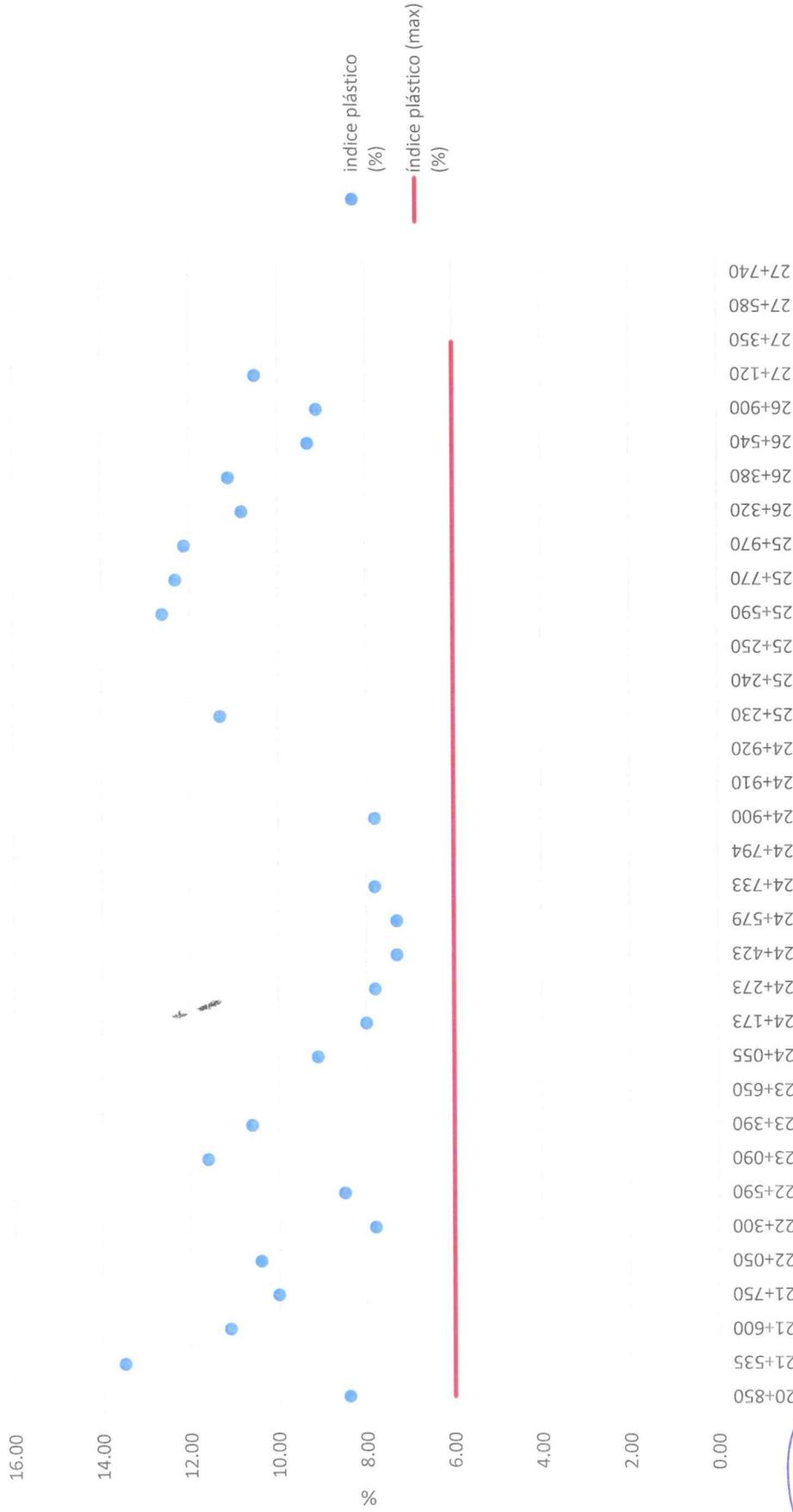


Figura 58. Índice plástico de la grava arena

(Handwritten signatures in blue ink)

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
119/497

Como se puede observar, en relación con el límite líquido, el material cuyo porcentaje varía de 19,5% hasta 29,1% no cumple con los requerimiento de la norma ASTM D-422, en efecto 25,8% de las muestras tienen resultados superiores al valor máximo permitido de 25% (con un valor promedio de 23,3%).

Además, en relación con el Índice plástico, MEXISTRA confirma que ninguna muestra del material cumple con el requerimiento de la norma ASTM D-422. En efecto, los resultados varían de 7,3% hasta 13,5% (con un valor promedio de 9,85%) cuanto el valor máximo permitido es de 6%.

12.3.6.4 Prueba con cono dinámico de penetración.

El Cono Dinámico de Penetración, DCP, fue desarrollado en 1956 por SCALA; posteriormente estudios realizados en campo por Livneh y Ishali (1987) y Kleyn (1975) han sido básicos para la evaluación principalmente de los suelos y las diversas capas que conforman la estructura de pavimentos (subrasantes, sub-bases y bases).

La utilización del Cono Dinámico de Penetración, CDP se ha difundido en Inglaterra, Australia, Canadá, Nueva Zelanda y Estados Unidos, dado que se ha constituido en un instrumento de uso práctico y económico. Se utiliza este instrumento esencialmente para evaluar la resistencia de suelos y de las diversas capas de la estructura de pavimentos, además, con este equipo se puede estimar el Valor Relativo de soporte en campo. Además, detecta simultáneamente el grado de heterogeneidad que puede encontrarse en una sección y la uniformidad de compactación del material, de una manera rápida, continua y bastante precisa.

El CDP tiene la ventaja de su simplicidad y economía de uso.

El Cono Dinámico de Penetración (CDP) mide la penetración dinámica por impacto, de un cono de acero, a través del terreno natural o rellenos levemente cementados.

El CDP es un sistema no destructivo, capaz de medir la capacidad estructural in situ del suelo de apoyo, está conformado por una varilla de acero especial de 20 mm de diámetro y 1000 mm de longitud y 2.4 kg de peso. En su extremo inferior presenta un cono de acero templado de 60 grados y 20 mm de diámetro.

El CDP está introducido en el suelo por un martillo deslizante de 30 Kg, que cae desde una altura siempre igual de 200 mm. Para realizar las lecturas posee una regla de medición sujeta al instrumento por dos soportes, un soporte superior unido al yunque que sirve de referencia para las lecturas y un soporte inferior fijo a la regla y unido a la barra de penetración.

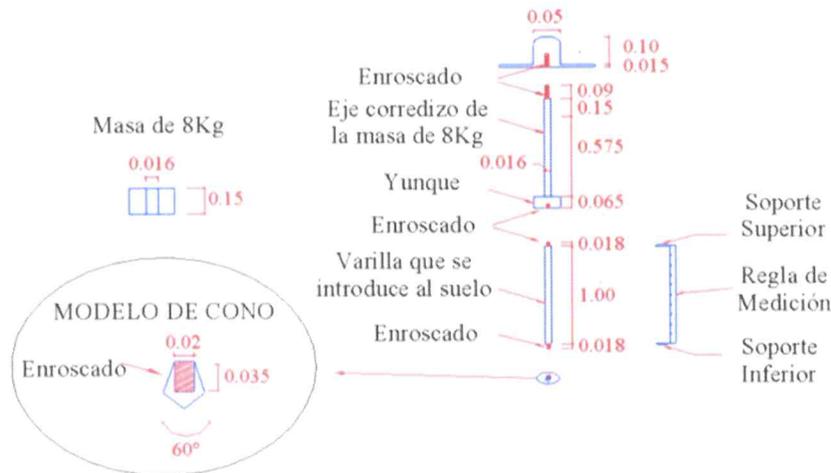


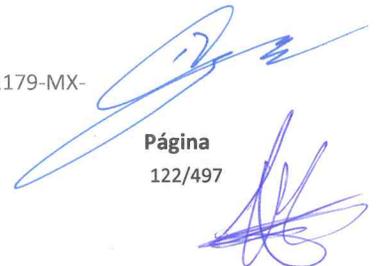
Figura 59. Presentación del Cono Dinámico de Penetración (CDP)

Los ensayos de Cono Dinámico de Penetración se realizaron en los catorce sitios estudiados, una vez retirado el balasto y sin alterar las condiciones existentes.

Los resultados obtenidos de la prueba de campo (número de golpes necesarios para penetrar 10 cm) se presentan en los anexos. Al analizar dichos valores y realizar la correlación respectiva para determinar el peso específico promedio de cada sitio y el grado de compactación de la capa de relleno, se obtuvieron los siguientes resultados.

| CAD (Km) | Peso específico (t/m ³) | Compactación Real (%) |
|----------|-------------------------------------|-----------------------|
| 21+535 | 1,30 | 66,00 |
| 21+600 | 1,71 | 87,00 |
| 21+750 | 1,78 | 90,00 |
| 22+050 | 1,92 | 97,00 |
| 22+300 | 1,68 | 85,00 |
| 22+590 | 1,91 | 97,00 |
| 23+090 | 1,46 | 74,00 |
| 23+650 | 1,74 | 88,00 |
| 24+055 | 1,73 | 88,00 |
| 24+173 | 1,76 | 90,00 |
| 24+273 | 1,75 | 89,00 |

| CAD (Km) | Peso específico (t/m ³) | Compactación Real (%) |
|----------|-------------------------------------|-----------------------|
| 24+423 | 1,70 | 86,00 |
| 24+579 | 1,70 | 86,00 |
| 24+733 | 1,76 | 89,00 |
| 24+794 | 1,71 | 87,00 |
| 24+900 | 1,84 | 94,00 |
| 24+910 | 1,78 | 90,00 |
| 24+920 | 1,83 | 93,00 |
| 25+230 | 1,71 | 87,00 |
| 25+240 | 1,81 | 92,00 |
| 25+250 | 1,94 | 99,00 |
| 25+770 | 1,59 | 80,00 |
| 26+380 | 1,56 | 79,00 |
| 26+540 | 1,65 | 84,00 |
| 26+900 | 1,71 | 87,00 |
| 27+120 | 1,70 | 86,00 |

Tabla 18 Resultados obtenidos con CDP

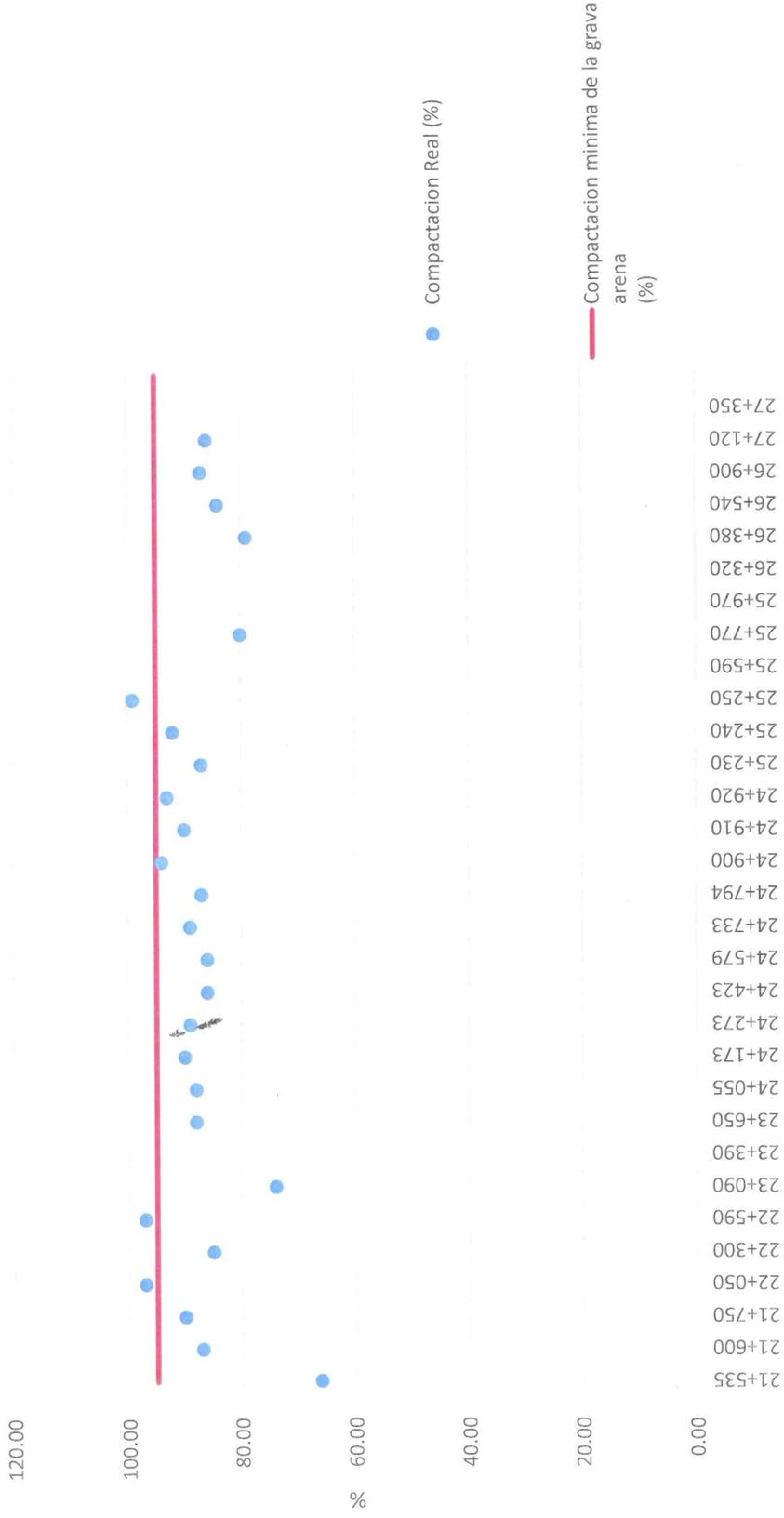


Figura 60. Representación gráfica de la compactación con CDP

(Handwritten signatures in blue ink)

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

Informe final

07/07/2015

Página
123/497

Con el número de sitios analizados se estima que el promedio del grado de compactación del relleno sobre cual se apoya la capa de balasto es de 87,31 %.

12.3.6.5 Ensayo Proctor AASHTO modificada ASTM D-1557

Para poder confirmar el grado de compactación del relleno se realizaron pruebas de compactación en campo directamente en la capa de relleno, mediante la técnica de cono de arena, de esta manera se determina el peso volumétrico del material in situ y así se puede calcular el grado de compactación real de campo.

| | | PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | | | FORMA LP-02, Rev. 1 | |
|---|---------------------|--|---------------|---|--------------------|--|-------|
| | | | | | | FECHA: 21/05/2015 | |
| | | | | | | HOJA: 1 DE 1 | |
| | | | | | | CONSECUTIVO: | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA | | | | | | Datos muestra: | |
| Contrato No: | | | | | | Sondeo: KM 24+730 | |
| Nombre: METRO LINEA 12 | | | | | | Tipo: CALA | |
| TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | | | | Muestra: Centro via | |
| | | | | | | Prof. (m): | |
| | | | | | | Prof. media (m): | |
| Descripción del suelo: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empaquetadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | | | | Fecha de ejecución: 21/05/2015 | |
| Móvil No: 1 | | Volumen del cilindro V_m : 3224.50 cm^3 | | Golpes por capa N: 55 | | | |
| Peso del cilindro W_m : 3207.00 g | | | | Número de capas n: 5 | | | |
| Peso del pistón: 4.25 kg | | Altura de caída del pistón: 43.80 cm | | Energía de compactación: 17.29 $(kg \cdot cm)/cm^3$ | | | |
| Contenido de agua | | | | | | | |
| Prueba No. | Capela No. | $W_s + C$ (g) | $W_s + C$ (g) | W_s (g) | W_w (g) | W_w (g) | w (%) |
| 1 | 95 | 405.50 | 360.29 | 121.49 | 4.2 | 277.8 | 1.5 |
| 2 | 54 | 402.47 | 360.38 | 117.55 | 10.1 | 274.8 | 3.7 |
| 3 | 544 | 362.59 | 379.50 | 120.39 | 14.1 | 258.1 | 5.4 |
| 4 | 412 | 352.27 | 366.45 | 119.59 | 15.8 | 246.9 | 6.4 |
| 5 | 965 | 356.76 | 366.78 | 119.74 | 17.0 | 250.0 | 6.8 |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{ms} + W_w$ (kg) | W_{ms} (kg) | $1 / (1+w)$ | Pv(1) (kg / m^3) | Pv(5) (kg / m^3) | | |
| 1 | 11290 | 8031 | 0.89 | 1870 | 1842 | Peso volumétrico seco máximo: Pv(5) = 1.816 kg/m^3 | |
| 2 | 11861 | 6264 | 0.98 | 1963 | 1913 | Contenido de agua óptimo: $w_o = 3.9$ % | |
| 3 | 11867 | 6400 | 0.95 | 1965 | 1963 | | |
| 4 | 11523 | 6006 | 0.94 | 1949 | 1832 | | |
| 5 | 11506 | 6041 | 0.94 | 1935 | 1812 | | |
| | | | | Operador: J.J. Fecha: 21/05/2015 | | | |
| | | | | Revisó: L.O. Fecha: 23/05/2015 | | | |
| | | | | Aprobó: M.G. Fecha: 23/05/2015 | | | |
| | | | | Página 1 de 1 | | | |

Figura 61. Ejemplos de resultados de granulometría (muestra PK 24+733)

La tabla siguiente presenta los valores Proctor de las muestras realizadas:

| CAD (Km) | PVS sitio (t/m3) | Compactación (%) |
|----------|------------------|------------------|
| 21+535 | 1,46 | 73,00 |
| 21+600 | 1,61 | 80,00 |
| 22+050 | 1,41 | 72,00 |
| 22+300 | 1,68 | 86,00 |
| 22+590 | 1,41 | 71,00 |
| 23+090 | 1,59 | 80,00 |
| 23+390 | 1,93 | 97,00 |
| 23+650 | 1,67 | 84,00 |
| 24+055 | 1,70 | 86,00 |
| 24+173 | 1,63 | 83,00 |
| 24+273 | 1,64 | 83,00 |
| 24+423 | 1,54 | 78,00 |
| 24+579 | 1,36 | 69,00 |
| 24+733 | 1,40 | 71,00 |
| 24+794 | 1,82 | 92,00 |
| 24+900 | 1,75 | 89,00 |
| 24+910 | 1,74 | 88,00 |
| 24+920 | 1,82 | 92,00 |
| 25+230 | 1,61 | 82,00 |
| 25+240 | 1,75 | 89,00 |
| 25+250 | 1,48 | 75,00 |
| 25+770 | 1,53 | 77,70 |
| 25+970 | 1,38 | 69,00 |
| 26+320 | 1,69 | 85,00 |
| 26+380 | 1,78 | 89,76 |
| 26+540 | 1,47 | 74,00 |
| 26+900 | 1,58 | 79,00 |
| 27+120 | 1,72 | 86,00 |
| 27+350 | 1,69 | 83,00 |

Tabla 19 Resultados obtenidos con Proctor

Página
125/497

120.00

100.00

80.00

% 60.00

40.00

20.00

0.00

● Compactación (%)

— Compactación mínima de la grava arena (%)

21+535
21+600
21+750
22+050
22+300
22+590
23+090
23+390
23+650
24+055
24+173
24+273
24+423
24+579
24+733
24+794
24+900
24+910
24+920
25+230
25+240
25+250
25+590
25+770
25+970
26+320
26+380
26+540
26+900
27+120
27+350

Figura 62. Representación gráfica de la compactación

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

Informe final

07/07/2015

Página
126/497

La capa de relleno tiene una compactación variable de 69 a 97%. Sólo una muestra cumple con los requisitos del proyecto y de la norma ASTM D 698 – AASHTO-T-180.

De acuerdo con los resultados MEXISTRA confirma que la presencia de agua no tiene un impacto relevante sobre el peso volumétrico de la grava arena por lo que se puede concluir que el material no tiene la buena compactación desde su instalación.

12.3.6.6 Saturación de agua.

En cada cala realizada se tomaron muestras del material del relleno, mismo que se envió al laboratorio de mecánica de suelos para efectuar las pruebas que permiten realizar su clasificación visual y contenido de agua según la norma ASTM D2216.



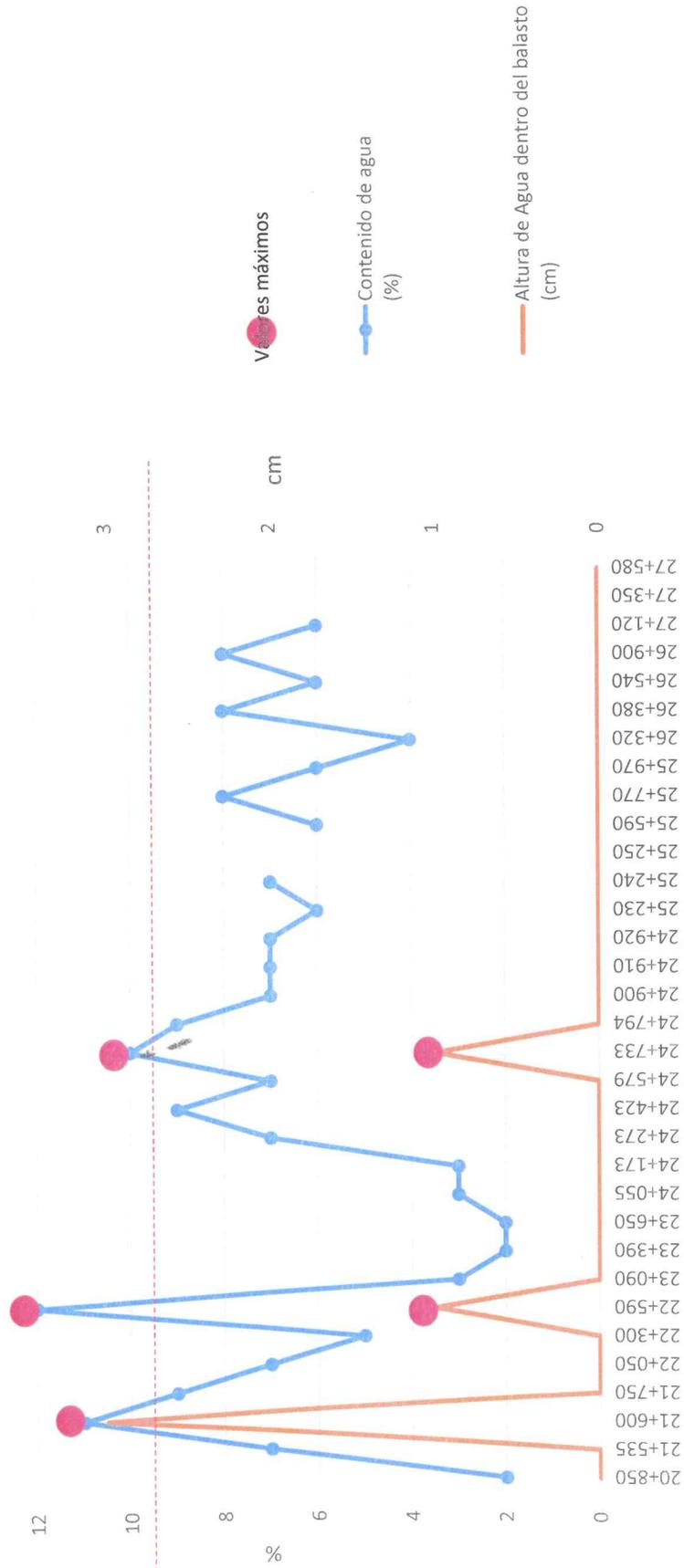


Figura 64. Contenido de agua y presencia de agua en el balasto

MEXISTRA confirma que cuando la grava arena contiene un porcentaje de agua superior a un 10%, se puede observar agua dentro del balasto. Eso permite concluir que el nivel de saturación de la capa grava arena está cerca de este valor.

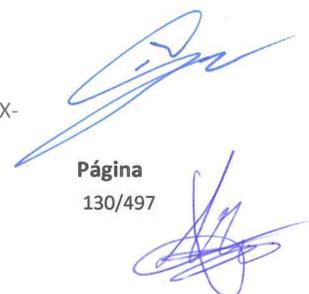
12.3.6.7 Conclusiones relacionadas a la calidad de la subcapa

La capa de relleno está conformada primordialmente por una grava de granulometría inadecuada con arena, teniendo un promedio de 62% de gravas, 29% de arenas y 9% de finos (el porcentaje máximo de finos es de 18%).

La capa de relleno tiene una compactación variable de 69 a 97%. Tomando como base las normas para pavimentos, se considera que el grado de compactación determinado es escaso e insuficiente.

Además, la grava arena de manera está casi totalmente saturada por agua, lo que empeora su mala compactación y durara en secarse.

La subcapa en su generalidad no corresponde al diseño y no cumple con los requerimientos técnicos de una vía ferroviaria. En su estado actual, no permite una buena duración de la nivelación de la vía.



12.3.7 Presentación y análisis de los resultados de las pruebas en relación con la capa de concreto

12.3.7.1 Resultados de la pruebas para caracterizar el concreto

Para verificar la condición del “concreto ciclópeo”, colocado en la parte inferior de la estructura del túnel, ubicado bajo el relleno de materiales sueltos, se extrajeron muestras del concreto, en núcleos de 56.8 mm de diámetro (2 1/4”), haciendo una perforación en la masa de concreto utilizando un taladro equipado con una broca cilíndrica de pared delgada con corona de diamante, el cual cuenta con un sistema de enfriamiento para la broca, que impide la alteración del concreto y el calentamiento de la broca.

Los núcleos que se extrajeron tienen diferentes longitudes, debido a la dificultad para obtener muestras de todo el espesor de concreto. Dichos núcleos se enviaron al laboratorio del Instituto Mexicano del Cemento y Concreto (IMCYC), en el que fueron probados núcleos a compresión hasta su punto de rotura para determinar la resistencia del concreto según las normas MNX-C-169-ONNCCE-2009, MNX-C-109-ONNCCE-2013 y MNX-C-083-ONNCCE-2002. La tabla siguiente presenta los resultados:

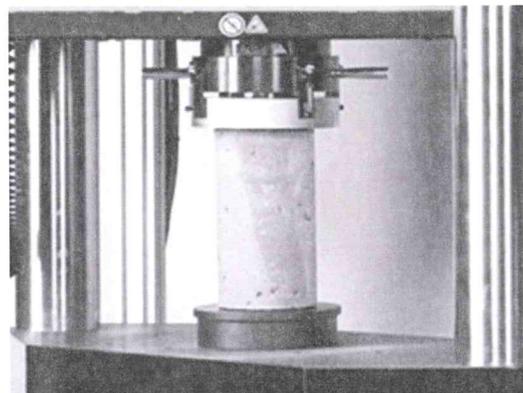


Foto 16. Prueba de compresión de núcleo de concreto con mucha humedad (PK19+600)

| CAD (Km) | Resistencia kg/cm ² | Masa volumétrica (t/m ³) |
|----------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 20+130 | 289 | 2046 |
| 21+530 | 288 | 2057 |
| 22+300 | 237 | 2034 |
| 24+423 | 303 | 2079 |
| 25+240 | 293 | 2022 |
| 25+250 | 296 | 2032 |

Tabla 20 Resultados de caracterización del concreto ciclópeo

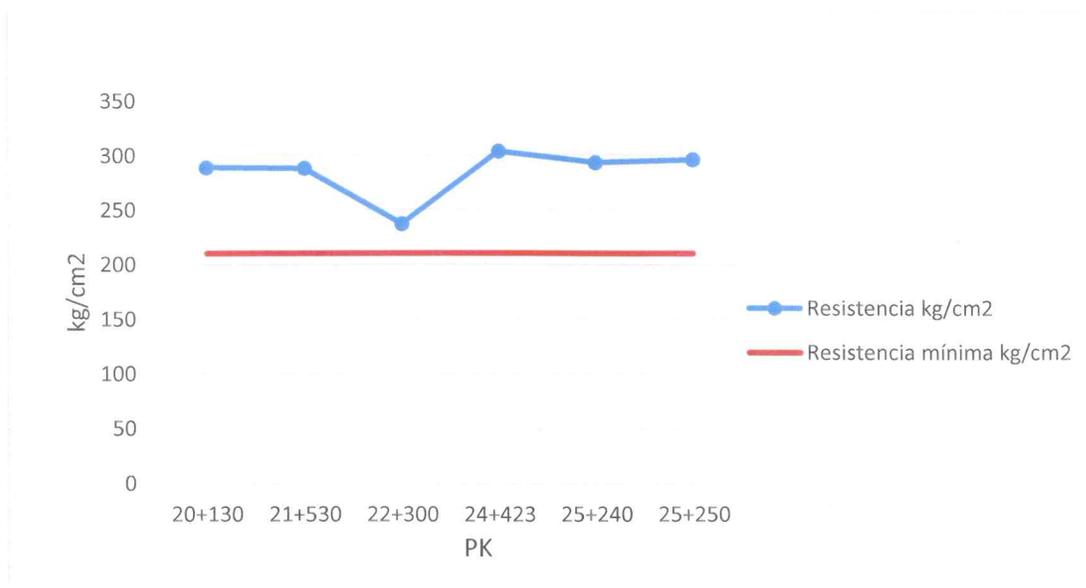


Figura 65. Representación gráfica de la resistencia del concreto

12.3.7.2 Conclusiones relacionadas al concreto ciclópeo

Se observó que el concreto ciclópeo muestreado es denso, sin burbujas de aire, lo cual se confirmó en el laboratorio, determinándose que tiene una masa volumétrica mínima de 2.02 t/m³.

Los ensayos de compresión realizados a los núcleos de concreto reportaron que este tiene una resistencia mínima de 237 kg/cm² (28.7 MPa).

MEXISTRA confirma lo observado en campo, que dicho concreto es masivo, sano y cumple con los requerimientos del proyecto (210 kg/cm²).

Página
132/497

12.3.8 Análisis de los espesores de las capas

12.3.8.1 Levantamiento de los espesores de cada capa

A fin de verificar lo establecido en el proyecto, MEXISTRA ha verificado el espesor de las capas de balasto y de relleno con un levantamiento topográfico. Adicionalmente se verifica la presencia de manta elastomérica. Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes tablas:

| CAD (Km) | Presencia de manta elastomérica (Sí/No) |
|----------|---|
| 19+600 | No |
| 19+865 | No |
| 20+130 | No |
| 20+850 | No |
| 21+535 | No |
| 21+600 | No |
| 21+750 | No |
| 22+050 | No |
| 22+300 | No |
| 22+590 | No |
| 23+090 | No |
| 23+390 | No |
| 23+650 | No |
| 24+055 | No |
| 24+173 | Si |
| 24+273 | Si |
| 24+423 | Si |
| 24+579 | Si |
| 24+733 | Si |
| 24+794 | No |
| 24+900 | No |

| CAD (Km) | Presencia de manta elastomérica (Sí/No) |
|----------|---|
| 24+910 | No |
| 24+920 | No |
| 25+230 | Si |
| 25+240 | Si |
| 25+250 | Si |
| 25+590 | No |
| 25+770 | Si |
| 25+970 | No |
| 26+320 | No |
| 26+380 | No |
| 26+540 | No |
| 26+900 | No |
| 27+120 | No |
| 27+350 | No |
| 27+580 | No |
| 27+740 | No |

Tabla 21 Presencia de manta elastomérica en las calas

| CAD (Km) | Esesor de Balasto (cm) | Esesor de grava arena (cm) |
|----------|------------------------|----------------------------|
| 19+600 | 32 | 0 |
| 19+865 | 34 | 0 |
| 20+130 | 43 | 0 |
| 20+850 | 58 | 0 |
| 21+535 | 35 | 27 |
| 21+600 | 39 | 33 |
| 21+750 | 46 | 32 |
| 22+050 | 44 | 28 |




Página
134/497

| CAD (Km) | Espesor de Balasto (cm) | Espesor de grava arena (cm) | |
|----------|-------------------------|-----------------------------|--|
| 22+300 | 40 | 29 | |
| 22+590 | 47 | 29 | |
| 23+090 | 47 | 49 | |
| 23+390 | 35 | 32 | |
| 23+650 | 46 | 32 | |
| 24+055 | 81 | 42 | |
| 24+173 | 68 | 44 | |
| 24+273 | 60 | 45 | |
| 24+423 | 62 | 39 | |
| 24+579 | 48 | 46 | |
| 24+733 | 50 | 38 | |
| 24+794 | 59 | 24 | |
| 24+900 | 77 | 30 | |
| 24+910 | 62 | 29 | |
| 24+920 | 60 | 52 | |
| 25+230 | 50 | 25 | |
| 25+240 | 59 | 46 | |
| 25+250 | 46 | 29 | |
| 25+590 | 48 | - | No se encontró capa de relleno de concreto |
| 25+770 | 48 | 131 | No se encontró capa de relleno de concreto |
| 25+970 | 58 | - | No se encontró capa de relleno de concreto |
| 26+320 | 34 | - | No se encontró capa de relleno de concreto |
| 26+380 | 31 | 113 | No se encontró capa de relleno de concreto |
| 26+540 | 28 | 110 | No se encontró capa de relleno de concreto |
| 26+900 | 44 | 120 | No se encontró capa de relleno de concreto |
| 27+120 | 32 | 140 | No se encontró capa de relleno de concreto |
| 27+350 | 37 | - | No se encontró capa de relleno de concreto |
| 27+580 | 35 | 0 | |
| 27+740 | 34 | 0 | |

Tabla 22 Espesores de las capas medidos en las calas

Los gráficos siguientes representan los espesores de las capas de balasto y relleno en este tramo.

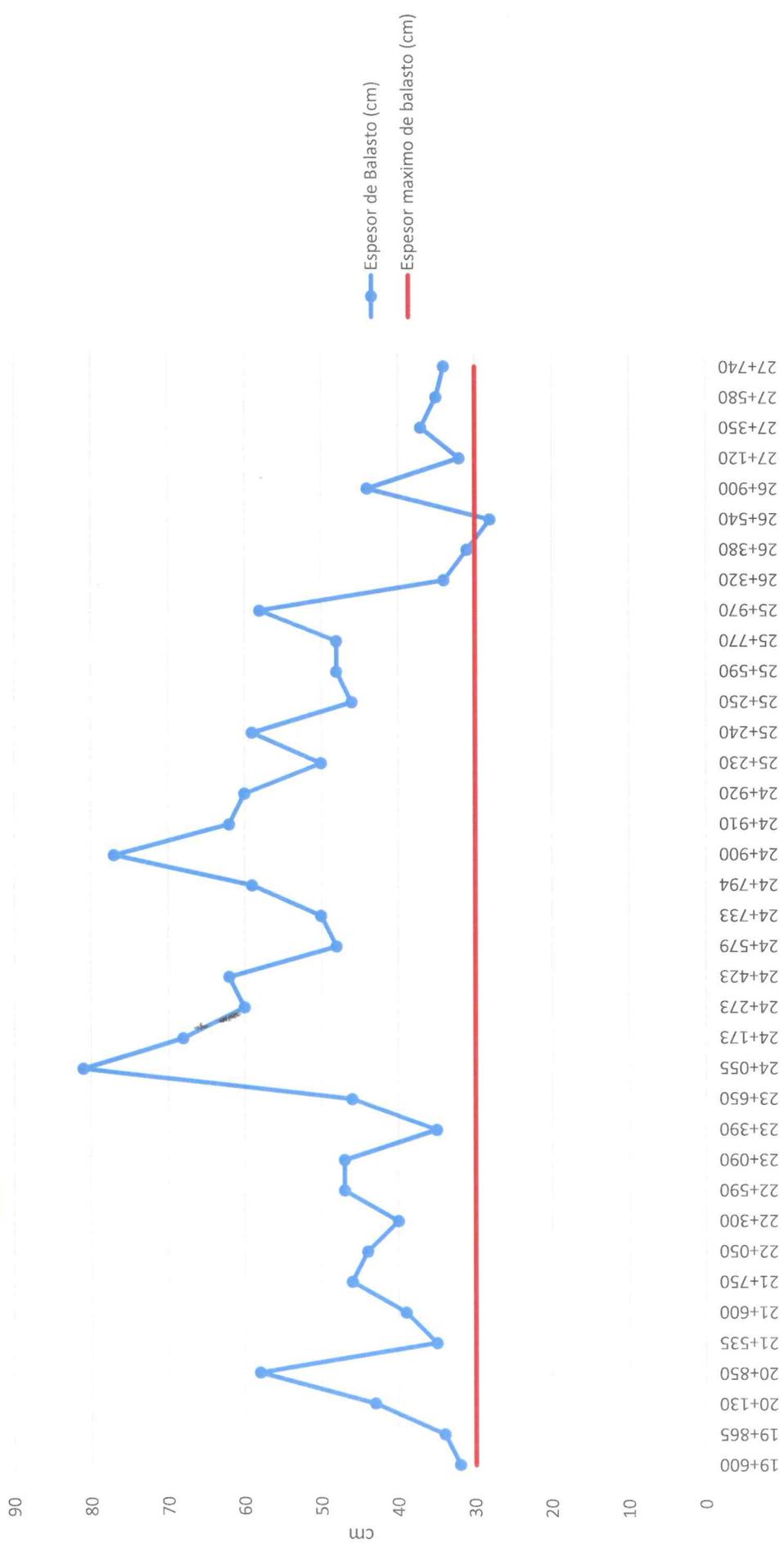


Figura 66. Espesor de balasto medido en las calas

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
136/497

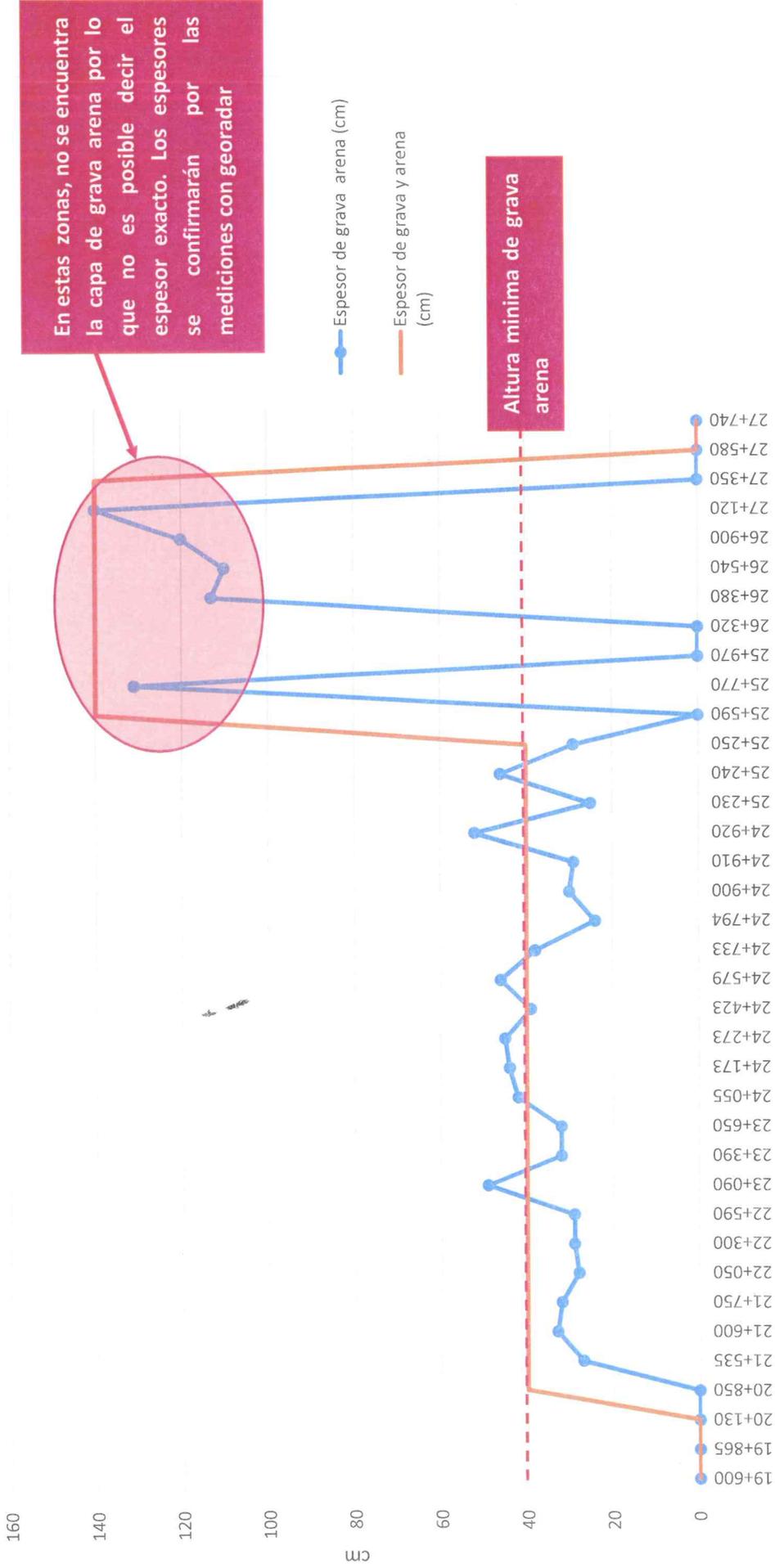
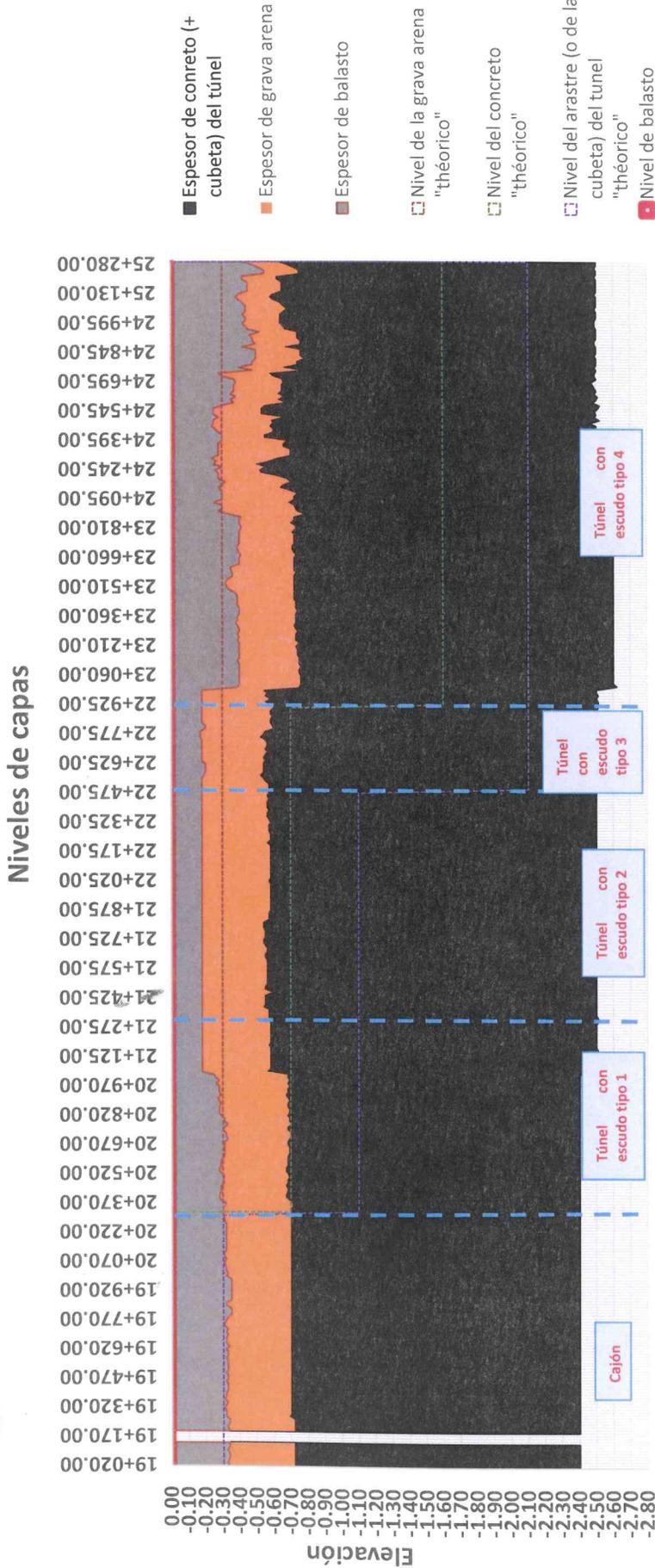


Figura 67. Espesor de relleno de grava arena medido en las calas

El grafico siguiente permite comparar los niveles de cada capa de proyecto y en el túnel.



* Ejemplo: estos datos se incluirán en un informe complementario

Figura 68. Niveles de las capas previstas en el proyecto y actuales por mediciones con georadar

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

Informe final

07/07/2015

Página
138/497

12.3.8.2 Conclusiones relacionadas a los espesores de las capas

Es difícil disociar la capa de concreto y la cubeta, sin embargo, no es el más relevante.

MEXISTRA confirma que el "As Built" no respeta las especificaciones, en efecto, en la mayor parte del túnel:

- La capa de grava arena tiene un espesor menor al valor mínimo de 40 cm como lo requiere la memoria de cálculo PMDF 11 MS 612000 III 0311 05467 M 00 para soportar la vía.
- El espesor de la capa de balasto es superior al máximo (30 cm) especificado en las normas.
- En la mayor parte del túnel, no existe la manta elastomérica como especificado en los planos "As design" o "As Built".

12.3.9 Análisis del sistema de drenaje

12.3.9.1 Recordatorio de los comentarios y de las conclusiones del análisis del diseño del sistema de drenaje en el tramo en túnel con escudo

En el tramo con túnel con escudo MEXISTRA recuerda que la plataforma está basada sobre una subcapa de grava y arena por lo que se requiere que el sistema de drenaje debe ser perfectamente diseñado (punto de captación de las filtraciones, pendientes, desempeños de evacuación del agua, bombas) y realizado (calidad de realización).

Los planos de sección "As design" han permitido confirmar que el sistema de drenaje previsto no es óptimo en caso de filtraciones importantes, en particular:

- Inexistencia del sistema de recuperación de aguas de escurrimiento sobre el paramento, lo que provoca que el agua que escurre sobre los muros llegue hacia el balasto, y a la capa debajo de este.
- El dren central presenta entradas situadas en la base del balasto (al nivel de la membrana elastomérica o de la capa de grava arena). No hay perforaciones en el tubo que permiten que permitan recolectar el agua en caso que esta quede atrapada al infiltrarse en la capa subrasante debajo del balasto, incrementando los problemas de mantenimiento de la vía. Además, el tamaño del dren es bastante pequeño (diámetro 20 cm).

Sin embargo, MEXISTRA confirma la presencia importante de filtraciones y de llegadas de agua significativas en el túnel a través de las juntas de dovelas. Estas llegadas de agua son de importancia considerable en comparación con otros túneles construidos con los mismos métodos mecanizados.

En general, el vacío existente entre el terreno natural y el revestimiento (dovelas) es rellenado por inyección a la par del avance del escudo, esto junto con la implantación de juntas entre las dovelas, lo cual permite asegurar un buen nivel de impermeabilización de la obra, aún si se pudieran presentar algunas infiltraciones puntuales. Se plantean algunos cuestionamientos tanto en la realización de inyecciones como en las juntas entre dovelas. Además el contexto geológico de las

obras situadas en formaciones aluviales en los cuales habrán consolidaciones y asentamientos a mediano y largo plazo, no ayudará a la situación.

12.3.9.2 Funcionamiento del sistema de drenaje

Al inicio del contrato se realizaron investigaciones en el túnel con el fin de comprobar el buen funcionamiento del drenaje del túnel.

En el inter-tramo de la estación Eje Central a la estación Parque de los Venados, se limpiaron los registros desde el Pk 24+210 hasta el registro ubicado en el Pk 24+887. Se bombeó el agua del registro del Pk 24+700 al registro del Pk 24+730, lo cual permitió que el nivel del agua que se encontraba en los registros anteriores bajara, sin embargo los niveles de agua siempre quedaron anormalmente elevados, es decir que el sistema de drenaje no es suficiente en este tramo.

En el tramo en túnel tradicional aunque se puede observar filtraciones importantes en ciertas zonas el balasto está seco lo que permite confirmar que el sistema de drenaje está suficiente. Sin embargo, se puede observar elementos exteriores en el sistema de drenaje.



Foto 17. Filtraciones en el PK 27+598



Foto 18. El agua fluye en el sistema de drenaje, se puede observar elementos exteriores (PK27+700)



Foto 19. Balasto seco (PK27+700)

En el tramo en cajón se puede observar dos zonas con comportamientos distintos:

- Del principio del túnel al cárcamo del PK 19+430:
 - El balasto tiene poca humedad
 - El nivel de agua en el sistema de drenaje está casi normal y que el agua fluye correctamente
 - En ciertas zonas hay elementos ajenos al sistema de drenaje



Foto 20. El agua fluye en el sistema de drenaje (PK19+100)



Foto 21. Balasto con poco humedad (PK19+100)

Estas observaciones permiten confirmar que el sistema de drenaje esta suficiente en este tramo.

- Del cárcamo del PK 19+430 al PK 20+357:
 - El balasto tiene mucha humedad
 - El nivel de agua en el sistema de drenaje es crítico y el agua no fluye en el sistema de drenaje
 - Existen muchos elementos ajenos al sistema de drenaje

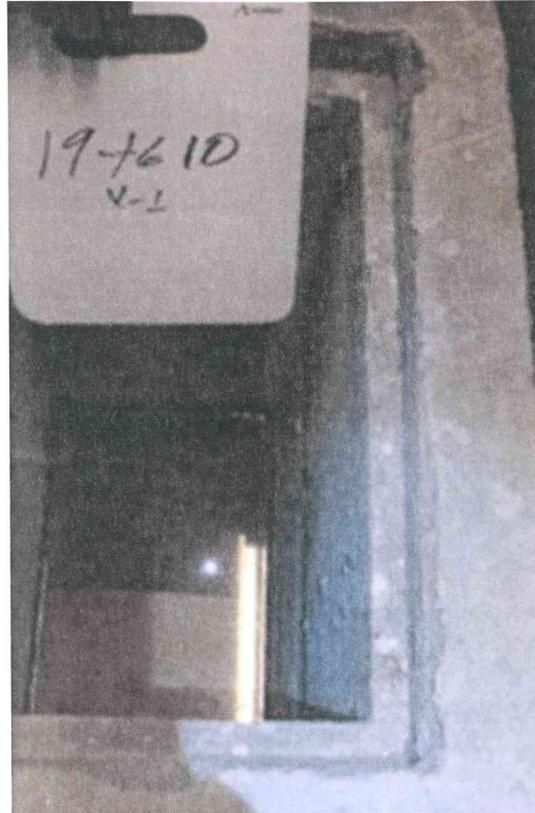
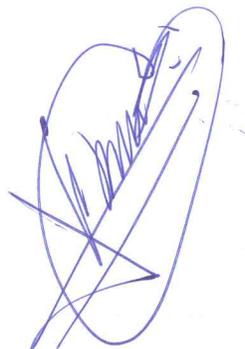


Foto 22. → 60 cm de agua estancada, presencia de lodo y elementos externos (PK19+600)



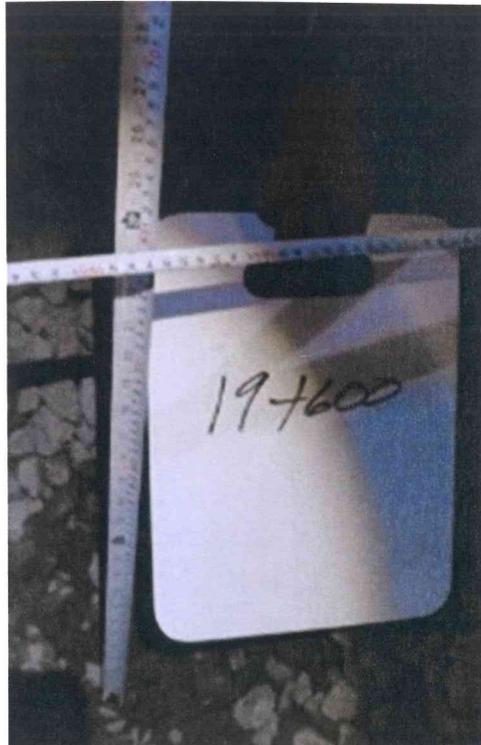


Foto 23. Balasto con mucha humedad (PK19+600)

En este tramo MEXISTRA estima que los elementos ajenos son la causa del mal funcionamiento del sistema de drenaje.

12.3.9.3 Levantamiento topográfico

Para poder conocer las características del drenaje en el tramo en túnel, y entender las causas del nivel alto de agua, se llevaron a cabo trabajos de topografía en el interior del túnel tomando como bases la poligonal de TSO y su geoposicionamiento en coordenadas UTM.

Los resultados (planos) están incluidos en un informe complementario.

Con el levantamiento topográfico del drenaje se obtuvieron la posición horizontal y vertical de cada uno de los registros, así como la elevación de la clave del tubo y del arrastre hidráulico de los pozos que no estén azolvados.

La información fue procesada y representada en un plano donde se pueden apreciar en planta y perfil la localización de todos los registros de campo, la trayectoria de las tuberías y los diversos niveles tomados por la topografía.

De la revisión de la información se pudo observar que en general el tramo presenta pendientes que parten de las cabeceras de las estaciones hacia el interior del túnel, existiendo un cárcamo de bombeo en el cadenamiento 24+886.80. Sin embargo, éste no es el punto más bajo del sistema, el

cual se presenta en el cadenamiento 24+517.90 y geoméricamente se configura un punto bajo delimitado por los cadenamientos 24+395 – 24+700.

Ciertos tramos del trazo del drenaje son anómalos. Varios registros están en contacto con los durmientes, que interfieren con el buen anclaje de los durmientes en el balasto.



Foto 24. Problema e integridad del sistema de drenaje, hay registros fracturados que tocan los durmientes o que están cerca, es decir que no están al nivel del eje del túnel

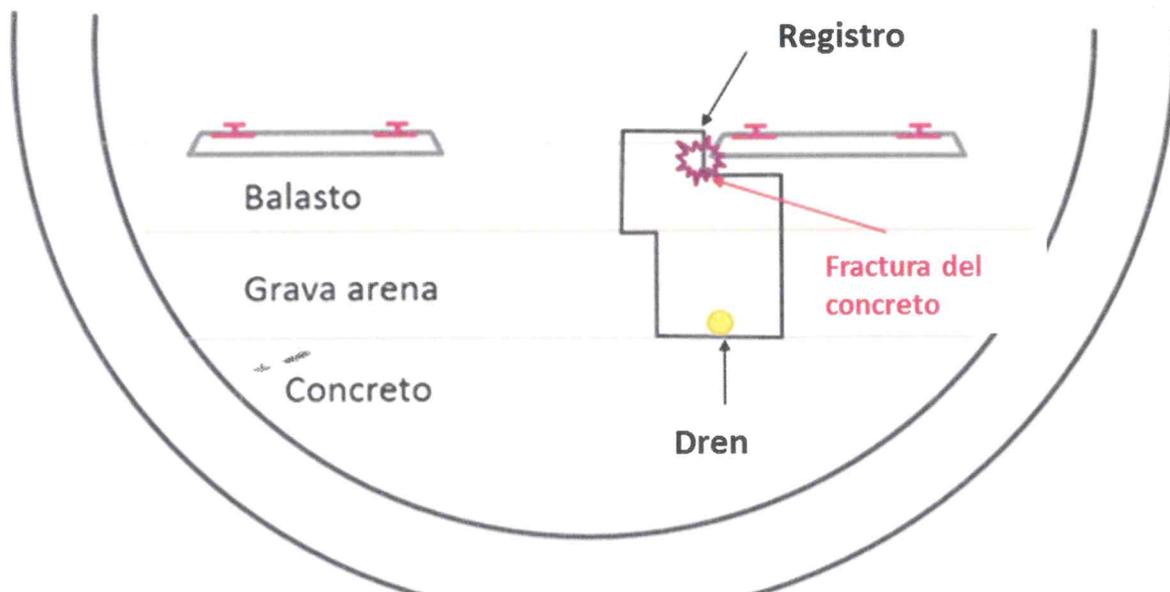


Figura 69. Explicación de los daños

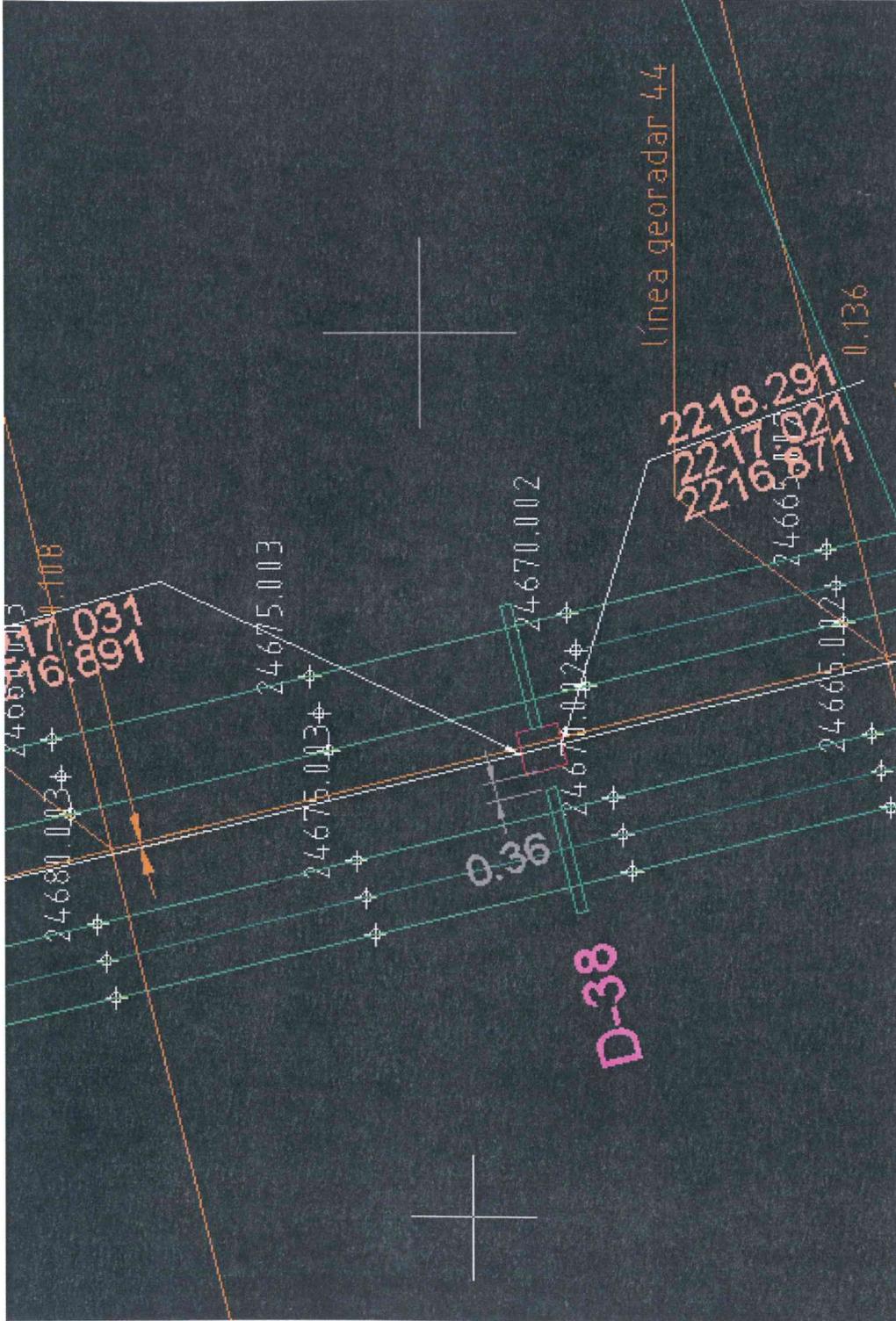


Figura 70. Registro en contacto con los durmientes

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
146/497

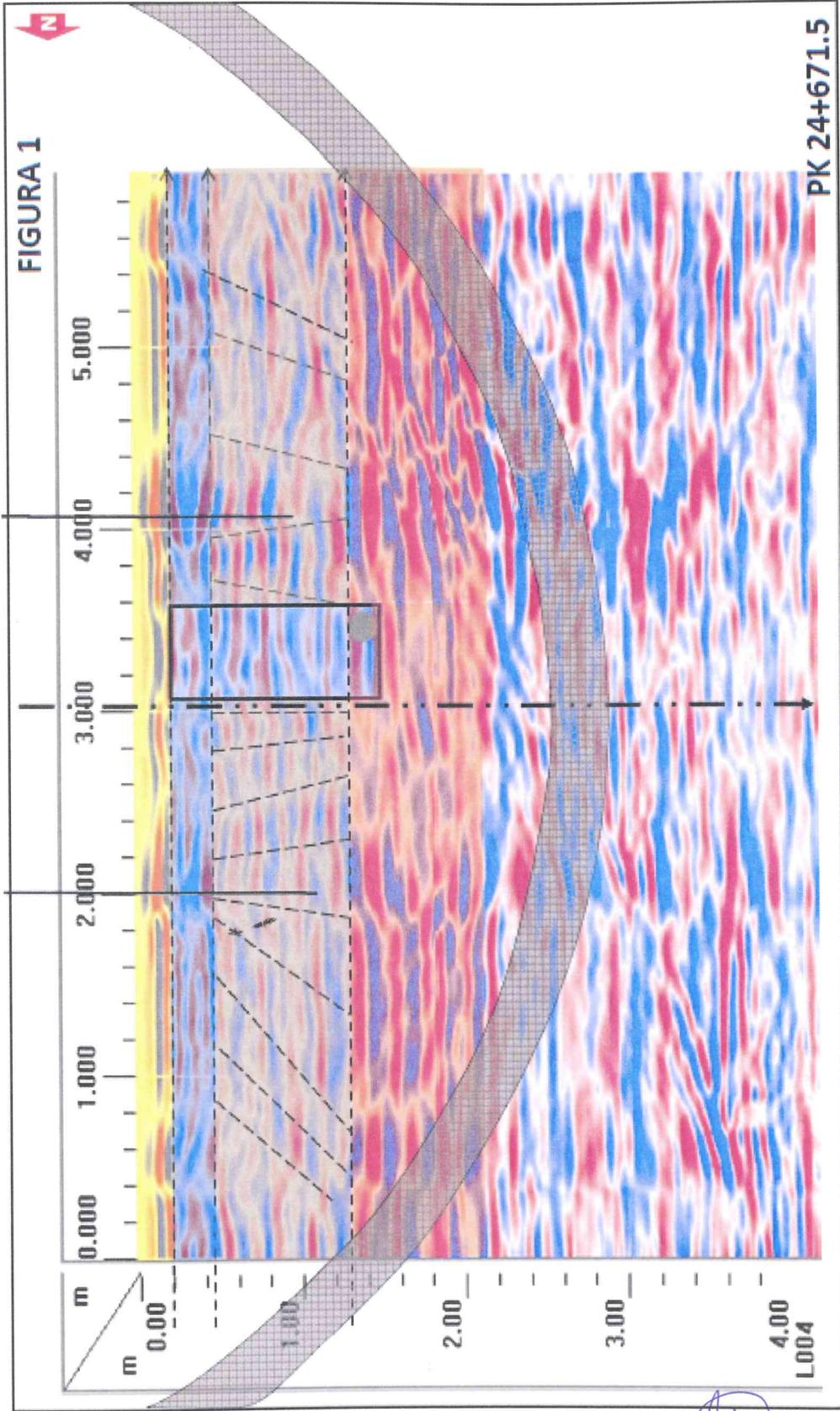


Figura 71. Línea de georadar en contacto con los durmientes

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
147/497

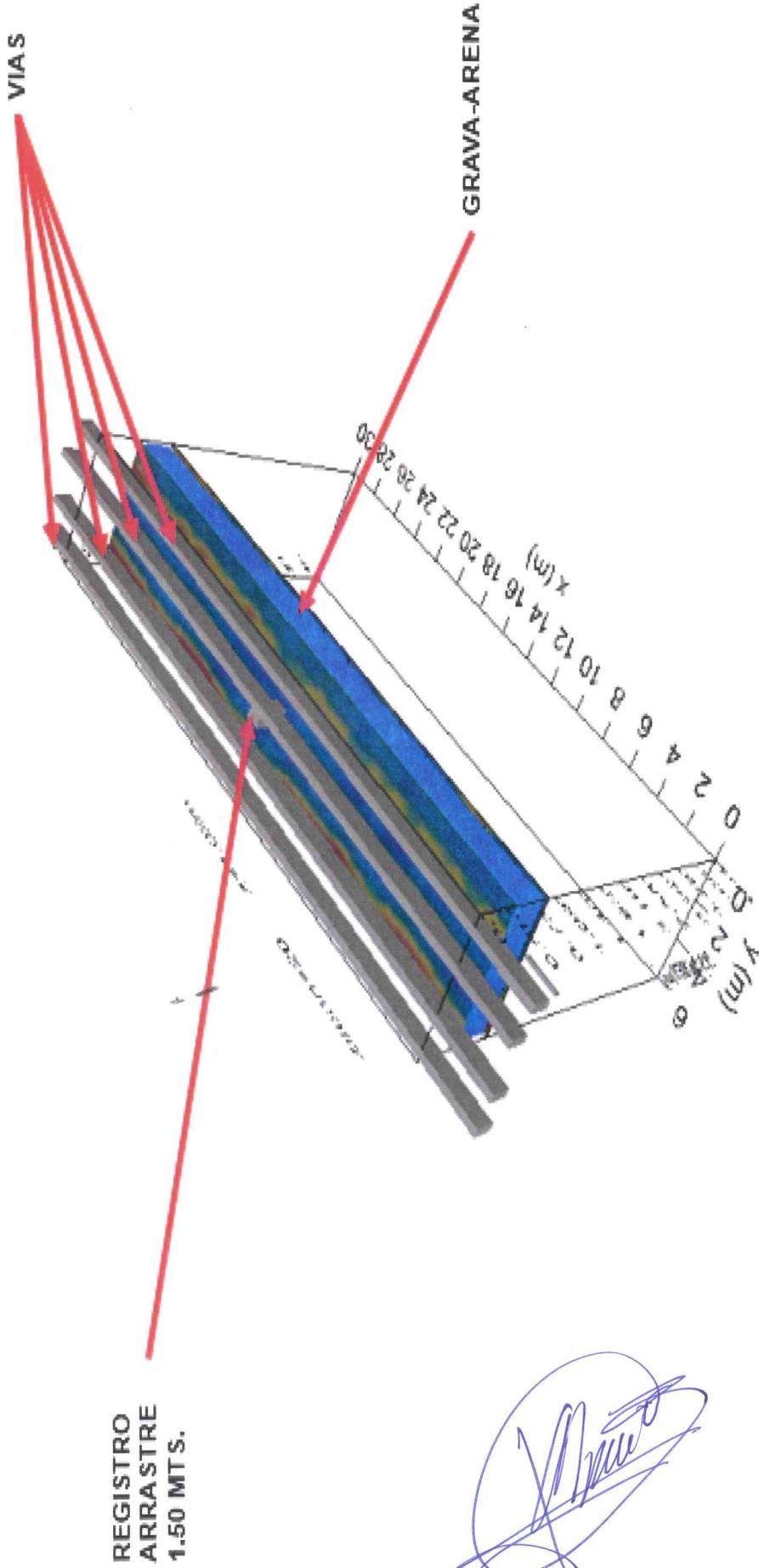


Figura 72. Análisis georadar de un registro en contacto con los durmientes

Como se puede ver en el grafico siguiente, existe un desfase (de hasta 20cm) entre el eje del túnel y la ubicación real de tubo de drenaje.

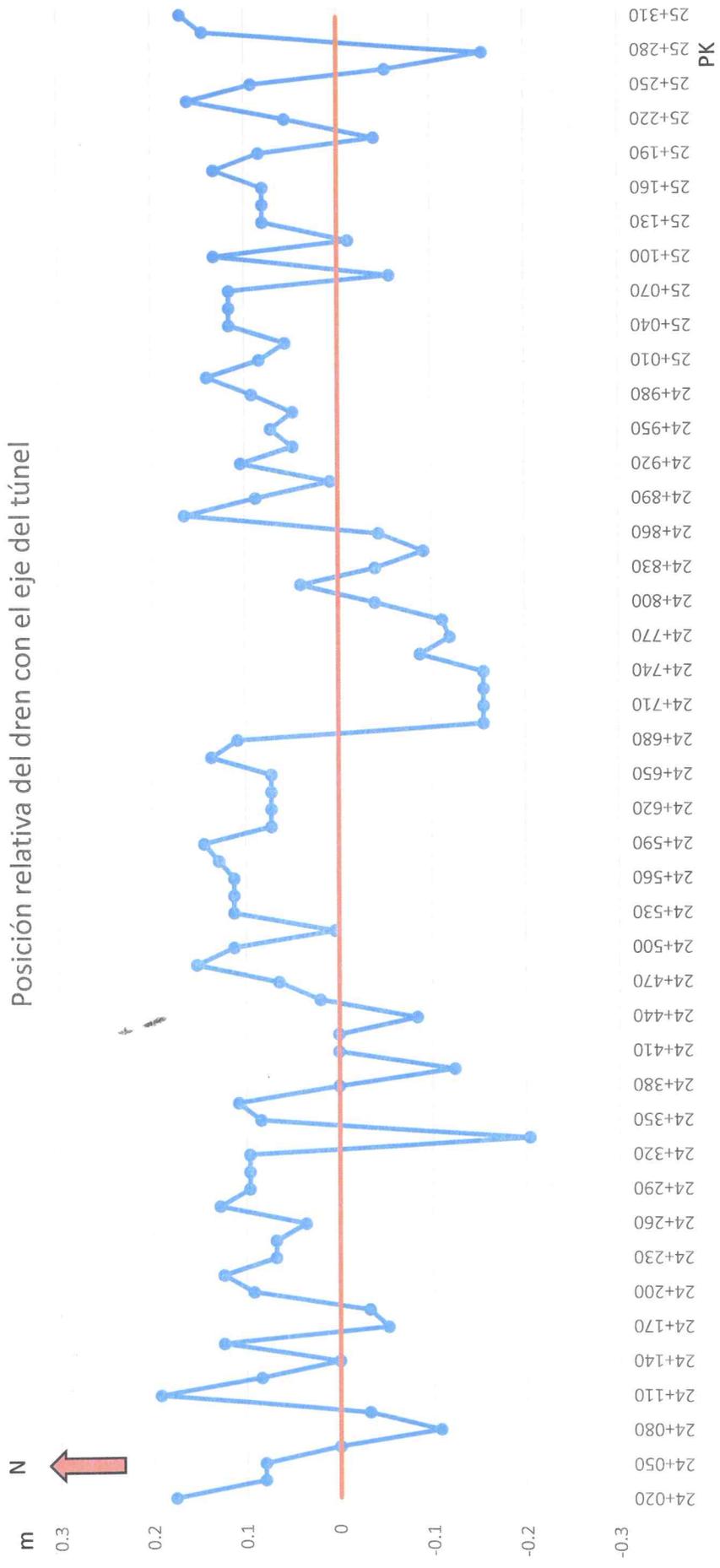


Figura 74. Distancia entre el eje del túnel y el sistema de drenaje

Igualmente, se puede observar que en la zona de Parque de los Venados hasta Eje Central, el tubo del dren no está completamente ubicado en la capa de concreto.

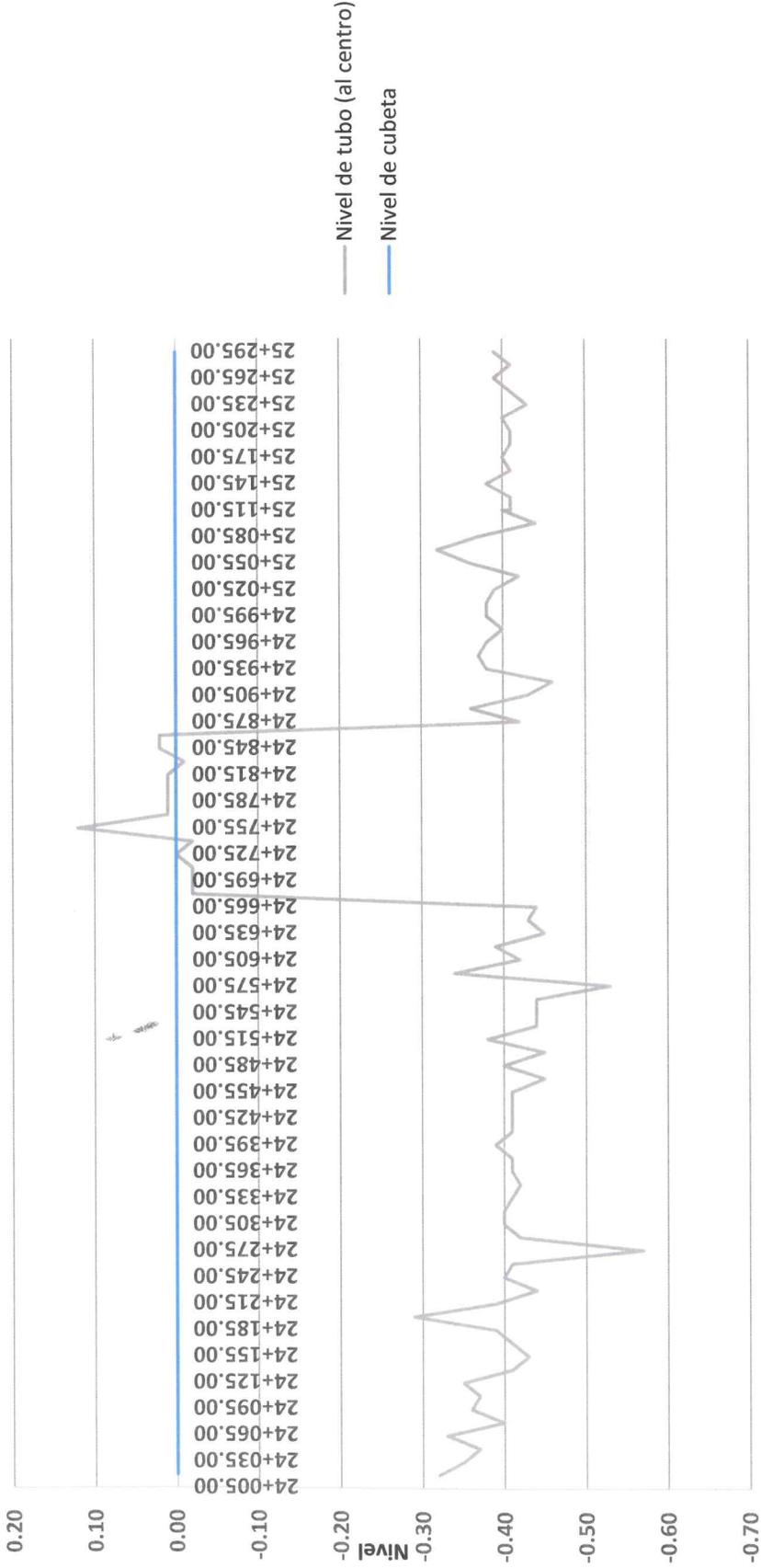


Figura 75. Perfil longitudinal del dren en relación con el nivel del fondo cubeta en el tramo "Parque de los Venados-Eje Central"

12.3.9.4 Cárcamo de rebombeo dren cubeta – PK 24+490

Como se explicó anteriormente, la posición del cárcamo de bombeo (24+886.80) del sistema de drenaje no se encuentra situado en el punto más bajo, ya que éste se encuentra a una distancia de 369 m aproximadamente de la estación Eje Central, en el cadenamiento 24+517.90.

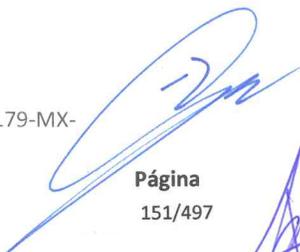
Por su geometría el sistema de drenaje presenta un punto bajo delimitado por los cadenamientos 24+395 – 24+700, subtramo que por sus condiciones siempre estará inundado, disminuyendo su capacidad hidráulica, por eso el consorcio instaló un cárcamo adicional en el PK 24+490 al fin del año pasado.

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015


Página
151/497



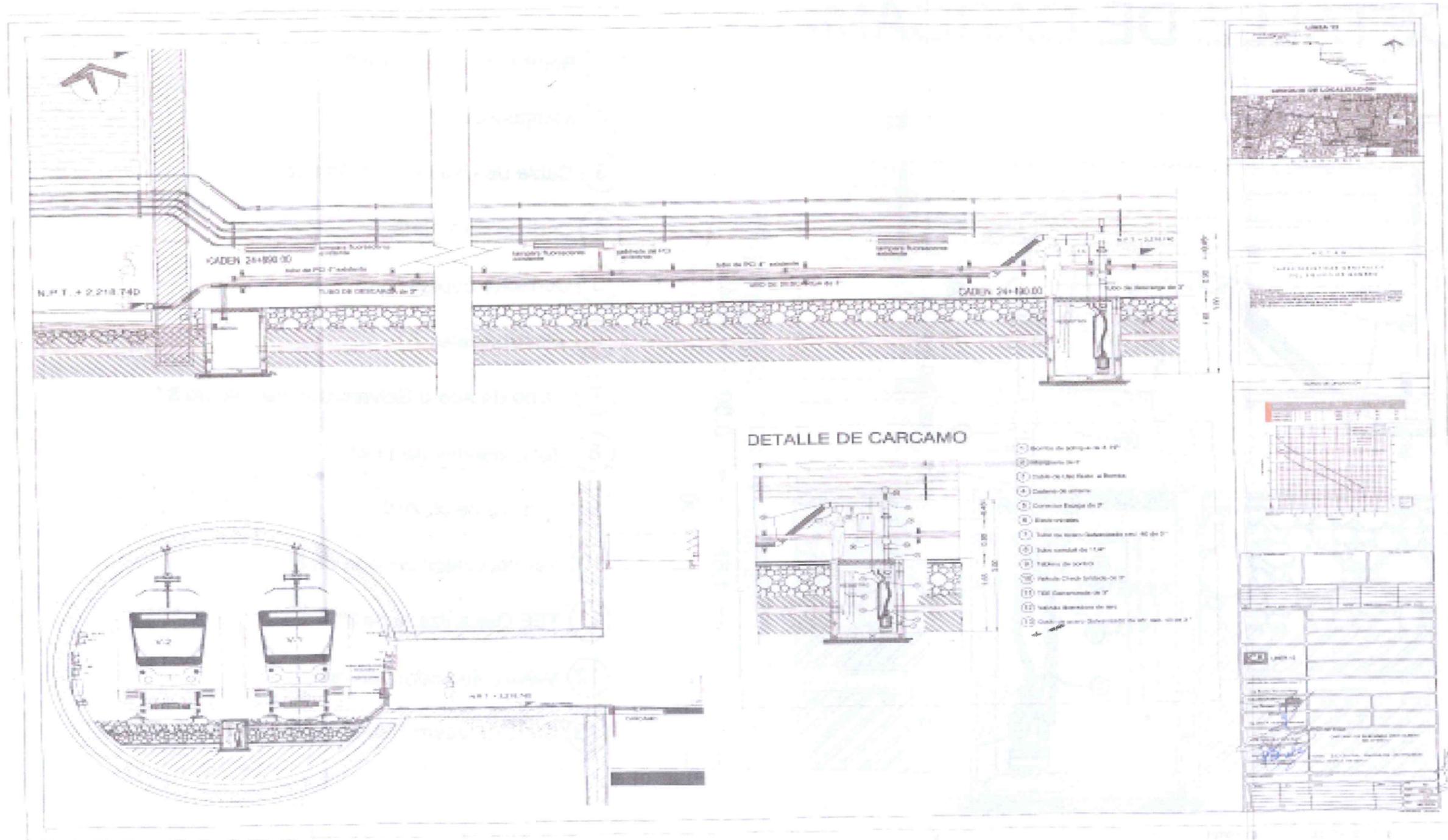
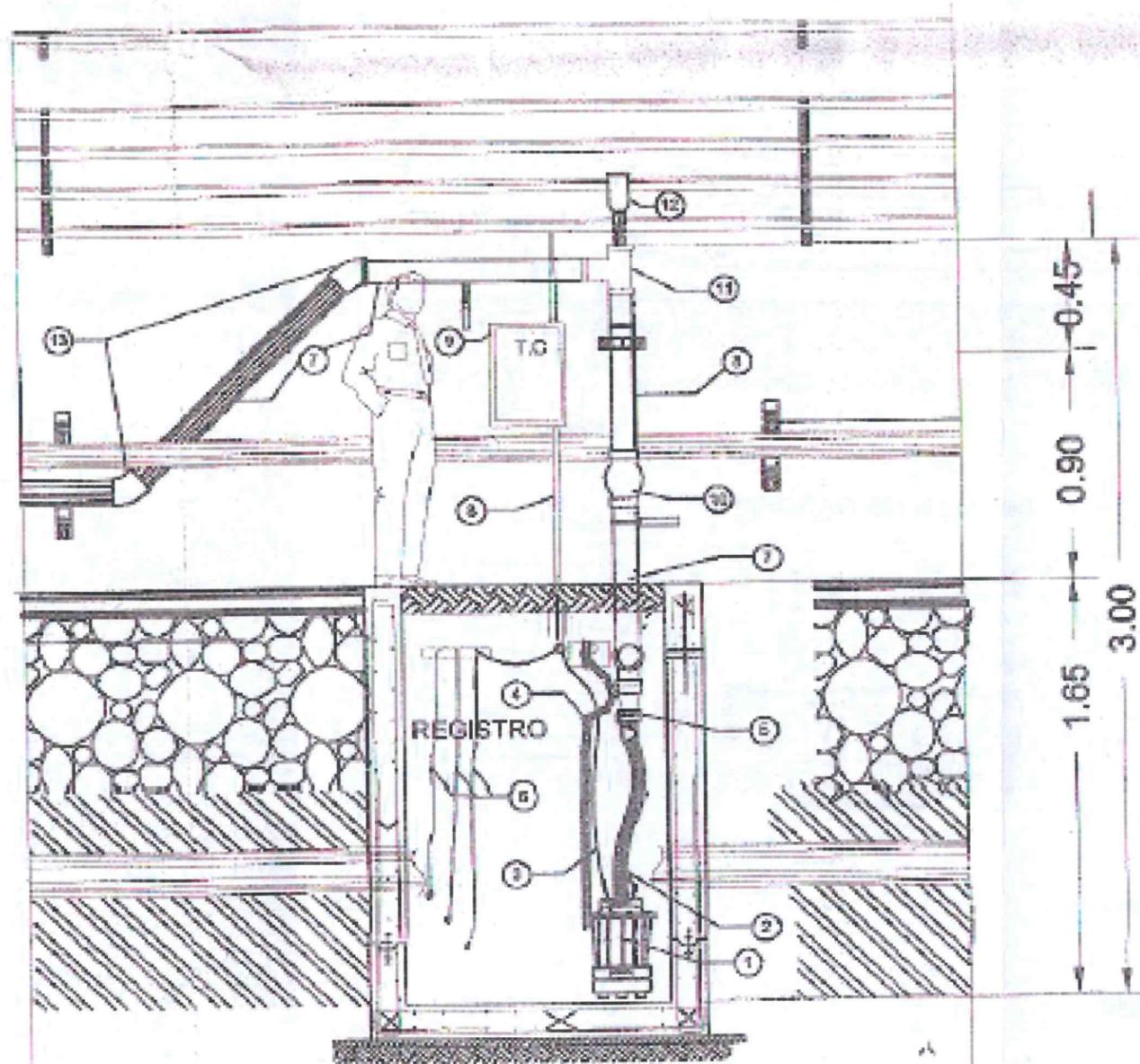


Figura 76. Cárcamo adicional

DETALLE DE CARCAMO



- ① Bomba de achique de 3. HP
- ② Manguera de 3"
- ③ Cable de Uso Rudo a Bomba
- ④ Cadena de amarre
- ⑤ Conector Espiga de 3"
- ⑥ Electroniveles
- ⑦ Tubo de Acero Galvanizado ced. 40 de 3"
- ⑧ Tubo conduit de 1 1/4"
- ⑨ Tablero de control
- ⑩ Valvula Check bridada de 3"
- ⑪ TEE Galvanizada de 3"
- ⑫ Valvula liberadora de aire
- ⑬ Codo de acero Galvanizado de 45° ced. 40 de 3"

Figura 77. Detalle de cárcamo adicional

Sin embargo, a pesar de las acciones descritas anteriormente, se sigue observando un nivel de agua anormal en los registros.

En efecto, el nivel del agua varía de 0 cm a 90 cm (estación Eje Central). Eso se explica por el hecho de que la bomba funciona solo ocasionalmente (la activación es manual y por lo tanto genera una operación aleatoria) y no está instalada de acuerdo con los planos del consorcio. En efecto la bomba está colocada encima del nivel de relleno (y no por debajo como se indica en los planos del consorcio), lo que no permite bombear toda el agua.

12.3.9.5 Conclusiones sobre el sistema de drenaje

En primer lugar, MEXISTRA recuerda que un túnel no es completamente impermeable, por eso es importante canalizar el agua. De acuerdo con la cantidad de agua en el túnel y el nivel freático, podemos concluir que el agua viene principalmente de filtraciones en la parte alta del túnel.

En relación con el sistema de drenaje, MEXISTRA concluye lo siguiente:

- En el tramo en túnel con escudo:
 - De acuerdo con los planos que tenemos, el diseño no tiene la capacidad de asegurar un drenaje adecuado del agua en el túnel.
 - La realización del sistema de drenaje no cumplió con las expectativas.
- En los tramos en cajón y en túnel tradicional:
 - De acuerdo con los planos que tenemos, el diseño tiene la capacidad de asegurar un drenaje adecuado del agua en el túnel.
 - El sistema de drenaje tiene muchos elementos ajenos que no permiten un buen funcionamiento del mismo.

12.4 Resumen y acciones correctivas

Este capítulo es un resumen de las conclusiones de MEXISTRA.

Las acciones correctivas presentadas en este capítulo son preliminares y se detallarán en el documento “Informe final de acciones correctivas del tramo en túnel”.

12.4.1 Rieles

12.4.1.1 Conformidad con las especificaciones técnicas

El riel es de tipo 115 RE de matiz 900; proviene del proveedor TataSteel Francia (Corus Hy).

La geometría del riel Re115 instalado está de conformidad con la geometría proporcionada por Arema 2003 Volume 1 Track – Chapter 4- Rail.

Las pruebas de calificación al riel realizadas por los laboratorios de prueba de la SNCF (dureza, flexión, composición metalúrgica y composición química) están de conformidad con la norma EN 13 674-1 Rieles Vignole de masa superior o igual a 46kg/m.

El riel no presenta defectos de fabricación, sin embargo, su puesta en obra es criticable (calidad de las soldaduras, ausencia de liberación de tensiones).

12.4.1.2 Acciones Correctivas

La instalación de vías deberá ser rectificada. MEXISTRA se asegurará de la correcta redacción de los procedimientos y de su correcta aplicación.

12.4.2 Durmientes

12.4.2.1 Conformidad con las especificaciones técnicas

La verificación geométrica de los durmientes no amerita ningún comentario. Las dimensiones y las tolerancias son respetadas; sin embargo, al acumularse las tolerancias de los durmientes con las del sistema de fijación del riel, se encuentran en el rango inferior de valores que da un ancho de vía de entre 1435mm (trocha nominal) y 1434mm (trocha ligeramente inferior). La trocha actual medida es de 1433.5mm.

12.4.2.2 Verificación del sistema calidad durante la producción

PRET e ITISA son empresas certificadas y poseen un sistema de calidad.

Sin embargo, desde la puesta en servicio de la circulación de los trenes, se mostró que muchos de los durmientes de PRET presentaban defectos, como la reacción alcalina, derivados de la calidad del concreto. Se puede deducir que el sistema de calidad de esta empresa presentó defectos debido a que la reacción alcalina se manifiesta habitualmente en un periodo más largo.

En cuanto a los durmientes de ITISA que se rompieron, se trata de un problema de instalación y no de fabricación.

12.4.2.3 Acciones Correctivas

Se recomienda el remplazo de los durmientes agrietados.

12.4.3 Fijaciones

12.4.3.1 Conformidad con las especificaciones técnicas

La fijación Nabla Evolución fue la elegida para la línea 12 en su conjunto.

El diseño de la placa plástica de asiento sobre el riel no es óptimo para el uso de dicha fijación en rieles RE115. Los próximos suministros previstos por el fabricante Railtech corregirán esta ligera anomalía.

Sin embargo, esta anomalía no es perjudicial ya que no ha habido ninguna ruptura del sistema de fijación en curvas de radio superior a 350 m (ninguna ruptura en el alineamiento recto).

Las rupturas constatadas son consecuencia del fuerte desgaste ondulatorio de los rieles.

12.4.3.2 Verificación del sistema calidad a través de la producción

Railtech ha entregado su sistema de aseguramiento de la calidad y su producción está en conformidad con sus procesos de aseguramiento.

Railtech ha realizado varias series de pruebas (conforme a la norma Arema 2003 y la norma EN 13 146-1 a 9) que resultaron concluyentes y positivos.

12.4.3.3 Análisis de la instalación de la vía

Durante la visita a la línea, se desmontaron algunas fijaciones para su examen. Se constató que el interior de las fundas estaba contaminado. Esta contaminación puede tener como consecuencia fisuras de durmientes debido al rechazo de los tornillos por la presión. El origen de esta contaminación no puede ser determinada.

12.4.3.4 Acciones correctivas

Se cambiará el aislante para que sea compatible con el riel RE115 en curvas de radios mayores o iguales a 550 m. Respecto a curvas de radios menores a 550 m, se utilizarán nuevas fijaciones.

12.4.4 Balasto

12.4.4.1 Conformidad con las especificaciones técnicas

El balasto es piedra de tipo basáltico.

En la "especificación" técnica "mexicana" para la provisión del balasto, se precisa que el balasto es el resultado de la trituración de rocas extraídas de canteras de piedras duras (granito, diorita, pórfido, cuarcita, basalto, etc.).

Dureza: la dureza del balasto se define teniendo en cuenta la resistencia al desgaste (ensayo Micro Deval seco y húmedo) y la resistencia a la fractura (ensayo Los Ángeles).

- En las especificación técnica (véase Suministro y colocación de balasto C4, ref. L12-EST-VIA-1275-SY-INF 1) se proporciona el método de cálculo para determinar el coeficiente de dureza instantánea (DRI) y dureza global (DRG) con los valores de ensayo de Deval y Los Ángeles.
- DRI mini: 15

- DRG mini: 17

Todos los resultados de los ensayos se consideran de conformidad por el por el Laboratorios LIAC. Sin embargo, se demostró en el informe final de análisis línea 12-VF-REV2.10, (véase capítulo 3.4 “examen de los componentes de la vía férrea” MEX-S117-REP-0012-B del 29/08/2014) que este tipo de balasto no es de la calidad requerida para este tipo de línea (ver capítulo 12.4.4.3).

12.4.4.2 Espesor puesto en obra

El espesor mínimo de balasto que se encuentre bajo la fila baja es de 28 cm hasta 68 cm. En vía en curva hay que añadir 160 mm de espesor correspondientes al peralte y a veces, se observó en el terreno, una altura de 170 mm que conduce a un espesor de 87 cm bajo la fila alta.

Este espesor es excesivo y contribuye a una inestabilidad de la vía.

MEXISTRA recomienda un valor máximo de peralte de 100 mm para limitar este espesor.

12.4.4.3 Granulometría – Dureza (ensayos Los Ángeles y Micro-deval)

La dureza y la granulometría del balasto están conforme a las especificaciones técnicas del PMDF. Sin embargo, para una Línea de tipo “Línea 12”, los requerimientos de las especificaciones de PMDF no cumplen con:

- Los requerimientos de las normas europeas normas CT-IGEV-001 y NFEN 13450.
- Los requerimientos de MEXISTRA de acuerdo a su experiencia

12.4.4.4 Acciones correctivas

Disminuir el espesor de balasto por medio de una disminución de los peraltes en las curvas cerradas donde el peralte es superior a los 100 mm. En las curvas en las que se disminuirá el espesor de balasto.

Se reemplazará el balasto en todas las curvas de radio menor a 550 m, con balasto de tipo C4 (véase normas CT-IGEV-001 y NFEN 13450). Se definirá la lista de curvas impactadas en el informe de acciones correctivas.

En los tramos rectos, el remplazo de balasto dependerá de las acciones a realizar en la subcapa (Ver capítulo 12.4.11).

- Si no fuera necesario realizar acciones al nivel de la subcapa, se podría mantener el balasto. Sin embargo, su vida útil será reducida. Durante la regeneración del balasto, será conveniente usar un balasto tipo C4.
- Si fuera necesario realizar acciones al nivel de la subcapa, se aprovechará para reemplazar el balasto con un balasto de tipo C4.

12.4.5 Aparatos de vía

12.4.5.1 Conformidad con las especificaciones técnicas

Los aparatos de la vía y los aparatos de dilatación están de conformidad con las Especificaciones técnicas.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
157/497

Algunos aparatos (los más solicitados: después de Mixcoac (13/23) presentan fallas resultantes del desgaste de las ruedas.

En ciertos aparatos muy utilizados, como en Atlalilco y Mixcoac, hay desgaste ondulatorio. Este desgaste ondulatorio es del mismo tipo que el desgaste de las curvas cerradas en el viaducto. Las fallas son equivalentes y provienen del contacto del riel y la rueda.

La presencia de desgaste ondulatorio sobre la vía de desvío de los aparatos muestra el impacto de los desempeños de inscripción del tren en las curvas de radio reducido.

12.4.5.2 Acciones correctivas

Un estudio especial está en curso para analizar las soluciones factibles.

12.4.6 Contrarriel

12.4.6.1 Conformidad con las especificaciones técnicas

No se ha encontrado la documentación que determine el uso de contrarrieles. Solamente se proveyeron las disposiciones técnicas (plano y dispositivo de montaje).

La DGOP y PMDF no tienen los documentos de justificación del contrarriel.

Las especificaciones de MEXISTRA y las investigaciones de otras redes de metro muestran que este tipo de contrarrieles se instala, habitualmente, en las curvas de radio ≤ 100 m y está destinado a retener un eje cuando la rueda exterior comienza a subir sobre el riel de la fila exterior.

12.4.6.2 Acciones correctivas

MEXISTRA propone suprimir los contrarrieles en curvas de radio ≥ 200 m. Si se requiriera un sistema adicional de seguridad se puede implementar un riel de seguridad.

12.4.7 Trazo

12.4.7.1 Conformidad con las especificaciones técnicas

El perfil actual parece relativamente regular, teniendo en cuenta las tolerancias del levantamiento topográfico, las irregularidades son del orden de algunos centímetros. Las zonas donde los defectos son más importantes son los acuerdos circulares. Por lo tanto, es conveniente prever medidas correctivas en curvas de radio inferior a 550 m.

12.4.7.2 Acciones correctivas

Siendo el trazado de las vías casi inmodificable por la realización de la obra en túnel, la actuación posible a nivel de trazado es la reducción del peralte de las vías y en consecuencia la reducción de velocidad.

De acuerdo con los desempeños de inscripción en curva de los trenes y el confort de los pasajeros, MEXISTRA recomienda la reducción del peralte máximo a 100 mm y un valor máximo de la insuficiencia de 100 mm. Además, esta decisión está justificada teniendo en cuenta el sobre espesor de balasto en el riel elevado consecuente de un peralte a 160 mm.

12.4.8 Capa de grava arena

12.4.8.1 Conformidad con las especificaciones técnicas de la capa de grava arena

La capa de relleno está conformada primordialmente por una grava de granulometría inadecuada con arena, teniendo un promedio de 62% de gravas, 29% de arenas y 9% de finos (el porcentaje máximo de finos es de 18%).

La capa de relleno tiene una compactación variable de 69 a 97%. Tomando como base las normas para pavimentos, se considera que el grado de compactación determinado es escaso e insuficiente.

Además, la grava arena de manera esta casi totalmente saturada por agua, lo que empeora su mala compactación y que tardará en secarse.

La subcapa en su generalidad no corresponde al diseño y no cumple con los requerimientos técnicos de una vía ferroviaria. En su estado actual, no permite una buena duración de la nivelación de la vía.

MEXISTRA confirma que la mala nivelación de la grava arena genera espesores de balasto anormales, hasta 81 cm para mantener la vía a su nivel.

12.4.8.2 Acciones correctivas

Ver capítulo 12.4.11

12.4.9 Capa de concreto ciclópeo

12.4.9.1 Conformidad con las especificaciones técnicas del concreto ciclópeo

Se observó que el concreto ciclópeo muestreado es denso, sin burbujas de aire, lo cual se confirmó en el laboratorio, determinándose que tiene una masa volumétrica de 2.02 t/m³.

Los ensayos de compresión realizados a los núcleos de concreto reportaron que este tiene una resistencia mínima de 293 kg/cm² (28.7 MPa).

MEXISTRA confirma lo observado en campo, que dicho concreto es masivo, sano y cumple con los requerimientos del proyecto. Conforme a los resultados del punto anterior de resistencia a la compresión, el concreto ciclópeo es aceptable.

12.4.9.2 Acciones correctivas

Referido al concreto ciclópeo y de acuerdo con las conclusiones de MEXISTRA: No se requieren acciones correctivas.

12.4.10 Sistema de drenaje

12.4.10.1 Conformidad con las especificaciones técnicas del sistema de drenaje

Se confirma llegadas de agua significativas en el túnel a través de las juntas de dovelas. Estas llegadas de agua son considerablemente importantes en comparación con otros túneles construidos con los mismos métodos mecanizados. En general, el vacío existente entre el terreno natural y el revestimiento (dovelas) es rellenado por inyección a la par del avance de la tuneladora, esto junto con la implantación de juntas entre las dovelas, lo cual permite asegurar

un buen nivel de impermeabilización de la obra, aun cuando algunas infiltraciones puntuales pudieran presentarse. Se plantean algunos cuestionamientos tanto en la realización de inyecciones como en las juntas entre dovelas. Además el contexto geológico de las obras situadas en formaciones aluviales en las cuales habrá consolidaciones y asentamientos a mediano y largo plazo lo cual no ayudará a la situación.

En relación con el sistema de drenaje del tramo en túnel con escudo, se puede concluir que la concepción y la realización tienen deficiencia, particularmente:

- Inexistencia del sistema de recuperación de aguas de escurrimiento sobre el paramento, lo que lleva a agua que escurre sobre los muros hacia el balasto, y a la capa debajo de este.
- El dren central presenta entradas situadas en la base del balasto (al nivel de la membrana elastómera). El agua que se infiltra en la capa subrasante debajo del balasto queda atrapada, incrementando los problemas de sostenimiento de la vía. Además, el tamaño del dren es bastante pequeño (diámetro 20cm)
- El perfil longitudinal del dren tiene puntos bajos intermedios sin ningún sistema de bombeo, y cuando este existe no es automático. Cuando el agua se acumula, el conducto entra en carga, el nivel de agua aumenta al nivel de los registros, lo que probablemente alimenta de agua a la capa bajo el balasto.

En relación con el sistema de drenaje en los tramos en cajón y túnel tradicional, se puede concluir lo siguiente:

- El principio general del sistema de drenaje es adecuado
- Existen muchos elementos ajenos en el sistema de drenaje que no permiten un buen funcionamiento del mismo
- Inexistencia del sistema de recuperación de aguas de escurrimiento sobre el paramento, lo que lleva a agua que escurre sobre los muros hacia el balasto

12.4.10.2 Acciones correctivas

En relación con el sistema de drenaje del tramo en túnel con escudo: Ver Informe de Acciones Correctivas Final

Para los tramos en cajón y túnel tradicional, se deberá limpiar el sistema de drenaje.

12.4.11 Acciones correctivas generales en relación con el tramo en túnel con escudo

La adición de todas las conclusiones anteriores nos lleva a proponer una rehabilitación de la plataforma y del sistema de drenaje con el objetivo de:

- Tener una buena y perene base para la vía
- Reducir las cantidades de agua de infiltración
- Colectar y evacuar el agua que entra en el túnel

Por lo que MEXISTRA recomienda:

- Suprimir la capa de grava y arena

- Realizar un nuevo sistema de drenaje (reubicando los registros en contacto con durmientes).
- Reemplazar el balasto (según el capítulo 12.4.4.4)

13. ETAPAS SIGUIENTES

En base a las conclusiones del presente documento, se desarrollarán a continuación:

- Informe complementario (Incluyendo los resultados georadar y de topografía)
- Informe de acciones correctivas final (Lista de las acciones correctivas)
- Informe de proyecto ejecutivo final (Proyecto ejecutivo final que describe con detalles las acciones correctivas)

En la espera de la rehabilitación del túnel, MEXISTRA, confirma que se puede operar la Línea 12 de manera segura en el tramo subterráneo por al menos un año, reforzando las medidas de mantenimiento preventivo.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
161/497

14. ANEXOS

14.1 Resultados de los ensayos pk 21+530

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 21+530
MÉXICO D.F.

30 de junio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
162/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 21+530
MÉXICO D.F.

30 de junio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

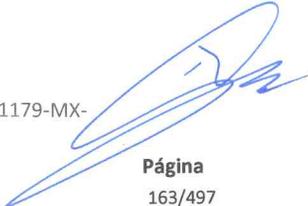
Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015


Página
163/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 17 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 21+530, del Tramo Mexicaltzingo-Ermita.

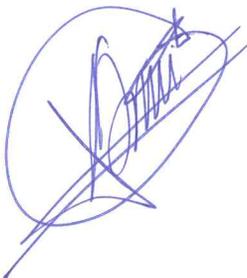
En la cala del KM 21+530, Centro de vía, se extrajo muestras de concreto y al material de base se realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Junio 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
164/497




- c) Contenido natural de agua w .
- d) Límites de consistencia LL , LP .
- e) Granulometría por mallas.
- f) Extracción de núcleo hasta 0.29 m de profundidad, en la losa de concreto pobre, que conforma la cubeta. Se envió un tramo al IMCYC para que le determinen la resistencia $f'c$ del concreto.
- g) Muestreo integral de suelos para realizar: Compactación AASHTO modificada, equivalente de arena y valor relativo de soporte VRS.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Alejandro Herrera Canseco
Jefe de Proyecto

México, D.F., 30 de junio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Junio 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
165/497

FORMA LS-10, Rev. 2
FECHA: 22/06/2015
HOJA 1 DE 1
CONSECUTIVO:

CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216

| | | | | | |
|------------------------------|--|-------------|--|-----------|--|
| Cliente Contrato No. | | Sondeo | | Calas | |
| ADIC INGENIERIA | | Tipo | | Calas | |
| Nombre | | Temperatura | | | |
| METRO LINEA 12 | | 110 | | °C | |
| TRAMIC: MEXICALTZINGO-ERMITA | | Operador | | M.C. | |
| | | Revisó | | L.O. | |
| | | Aprobó | | M.G. | |
| Equipo | | Báscula No. | | Horno No. | |
| | | 1 | | 2 | |

| Muestra No. | Prof (m) | Sección | Long (cm) | Cápsula, c | | Peso húmedo + c | Peso seco + c | w _w | w _s | w | DESCRIPCIÓN DEL SUELO | |
|---------------------------------|----------|---------|-----------|------------|--------|-----------------|---------------|----------------|----------------|---|---|--|
| | | | | No. | g | | | | | | | |
| CALA km 21+530 Centro de vía | S | I | | 121 | 120.10 | 313.30 | 308.88 | 4.42 | 188.78 | 2 | Graves fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empaçadas en arena, con poco arcilla, color café claro | |
| | | S | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | | | | |

Notas: w_w: peso del agua; w_s: peso de sólidos; w: contenido de agua; REC: recuperación de roca; ICR: índice de calidad de la roca
S: sección superior; I: sección inferior; TM: tamaño máximo.

Forma LS-10, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
166/497

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|--|---|----------------------------------|
| cala km 21+530 | 2076.72 | 7201.00 | 2160.33 | 3100.00 | 1940.67 | 1.40 | 1386.19 | 1.50 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wm gr | W _{seco} gr | W _{agua} gr | W _{terra} gr | W _{hseca} gr | W (contagua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|--|
| cala km 21+530 | 121 | 313.30 | 308.88 | 4.42 | 120.10 | 188.78 | 2.30 | 1.46 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Metro d
Diagnóstico del tunel de la linea 12
Informe final

INF-1
07/07/2015

Página
167/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | |
|---|---|--------|--------------------|---------------|-------|------------------------------|---|---------|
| ASTM D-422 | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | Datos muestra: | | | | | |
| Contrato No. | | | Sondeo | km 21+530 | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | | Tipo | Cala | | | | |
| | | | Muestra | Centro de via | | | | |
| | | | Prof. (m) | Base | | | | |
| GUIJARROS | | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| GRAVA | | | | | | ARENA | | |
| | | | | | | | | |
| Mallas | | | Sedimentación | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | - | - | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | - | - | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | - | - | - | | | | |
| 25.4 (1") | - | 100.0 | - | - | | | | |
| 19.05 (3/4") | 35.02 | 98.1 | - | - | | | | |
| 12.7 (1/2") | 204.59 | 86.9 | - | - | | | | |
| 9.53 (3/8") | 110.48 | 80.9 | - | - | | | | |
| 6.35 (1/4") | 332.84 | 62.8 | - | - | | | | |
| 4.76 (No.4) | 223.13 | 50.6 | - | - | | | | |
| 2 (No.10) | 266.10 | 36.1 | - | - | | | | |
| 0.84 (No.20) | 92.76 | 31.1 | - | - | | | | |
| 0.42 (No.40) | 99.47 | 25.7 | - | - | | | | |
| 0.25 (No.60) | 73.46 | 21.7 | - | - | | | | |
| 0.149 (No.100) | 76.72 | 17.5 | - | - | | | | |
| 0.074 (No.200) | 49.91 | 14.8 | - | - | | | | |
| | | | | | | Cápsula No. | 5A | |
| | | | | | | Cáp. + muestra seca | 2011.49 | |
| | | | | | | Peso de la muestra | 1835.46 | |
| | | | | | | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | |
| | | | | | | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | |
| | | | | | | Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - |
| | | | | | | | % Grava | 49.40 |
| | | | | | | | % Arena | 35.80 |
| | | | | | | | % Finos | 14.80 |
| | | | | | | D10 | | |
| | | | | | | D30 | | |
| | | | | | | D60 | | |
| | | | | | | Cu | | |
| | | | | | | Cc | | |
| | | | | | | Clasificación SUCS | G | |
| | | | | | | Operador | I.C. | |
| | | | | | | Revisó | L.O. | |
| | | | | | | Aprobó | M.G. | |
| | | | | | | Fecha | 22/06/2015 | |
| | | | | | | hoja 1 de 1 | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
168/497

| | | | | | | | |
|--|---|------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------|
| PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | | | FORMA LP-02, Rev. 1 | | | |
| | | | | FECHA: 23/06/2015 | | | |
| | | | | HOJA: 1 DE 1 | | | |
| | | | | CONSECUTIVO: | | | |
| Cliente: | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | |
| Contrato No.: | | | | Sondeo | KM 21+530 | | |
| Nombre: | METRO LÍNEA 12 | | | Tipo | CALA | | |
| | TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | | | Muestra | Centro vía | | |
| | | | | Prof. (m) | | | |
| | | | | Prof. media (m) | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | | Fecha de ejecución | | |
| | | | | | 23/06/2015 | | |
| Equipo de prueba | Molde No. | 1 | Volumen del cilindro V_{cil} : | 3224.50 | cm ³ | Golpes por capa N: | 56 |
| | | | Peso del cilindro W_{cil} : | 5267.00 | g | Número de capas n: | 5 |
| | Peso del pisón | 4.55 | kg | Altura de caída del pisón | 43.80 | cm | Energía de compactación |
| Contenido de agua | | | | | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $w_p + c$ (g) | $w_c + c$ (g) | w_c (g) | w_p (g) | w_c (g) | w (%) |
| 1 | 579 | 322.31 | 313.69 | 114.54 | 8.6 | 199.2 | 4.3 |
| 2 | 633 | 296.25 | 285.61 | 120.28 | 10.6 | 165.3 | 6.4 |
| 3 | 599 | 321.84 | 305.24 | 114.18 | 16.6 | 191.1 | 8.7 |
| 4 | 639 | 340.47 | 318.96 | 113.94 | 21.5 | 205.0 | 10.5 |
| 5 | 578 | 379.79 | 351.41 | 113.31 | 28.4 | 238.1 | 11.9 |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{mh} + W_{cil}$ (kg) | W_{mh} (kg) | $1 / (1+w)$ | PVH (kg / m ³) | PVS (kg / m ³) | | |
| 1 | 11786 | 6519 | 0.96 | 2022 | 1938 | | |
| 2 | 12014 | 6747 | 0.94 | 2092 | 1965 | | |
| 3 | 12259 | 6992 | 0.92 | 2168 | 1995 | | |
| 4 | 12418 | 7151 | 0.91 | 2218 | 2008 | | |
| 5 | 12279 | 7012 | 0.89 | 2175 | 1943 | | |
| | | | | | | Peso volumétrico seco máximo PVSM = 2,010 kg/m ³ | |
| | | | | | | Contenido de agua óptimo $w_o = 10.2$ % | |
| <p style="text-align: center;">Peso volumétrico seco, PVS, en kg/m³</p> <p style="text-align: center;">Contenido de agua, w, en %</p> | | | | | | | |
| | | | | Operador | J.J. | Fecha | 23/06/2015 |
| | | | | Revisó | L.O. | Fecha | 26/06/2015 |
| | | | | Aprobó | M.G. | Fecha | 28/06/2015 |
| | | | | | | | hoja 1 de 1 |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
169/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 23/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-----------------------------|---|---------------------------|----------------|-------|---------|-----------------|-----------------------|------|-----------------------|------------|--------------------|-----------------------|-------|------------|-----------------------|----|--|--|-----------------------|----|--|--|---------|-----------------|--|--|----|---|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliete | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No | | | | Sondeo | km 21+530 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 22/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado 110 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 38 | 28 | 18 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 226 | 236 | 182 | 262 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 26.65 | 28.41 | 27.27 | 26.76 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 34.22 | 35.73 | 35.51 | 34.37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 32.89 | 34.38 | 33.95 | 32.85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 21.31 | 22.61 | 23.35 | 24.96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 205 | 230 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 19.86 | 22.24 | Peso de la cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 43.23 | 45.86 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 40.33 | 42.92 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 14.17 | 14.22 | Contenido de agua | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 14.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td>inicial</td><td>final</td></tr> <tr><td>D^{superior}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D^{medio}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D^{inferior}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D^{promedio}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ws</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | Altura | cm | inicial | final | D ^{superior} | cm | | | D ^{medio} | cm | | | D ^{inferior} | cm | | | D ^{promedio} | cm | | | Volumen | cm ³ | | | Ws | g | | |
| | | | | Altura | cm | inicial | final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ^{superior} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ^{medio} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ^{inferior} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ^{promedio} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Límite líquido</td><td>22.6</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite plástico</td><td>14.2</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>8.4</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | Límite líquido | 22.6 | % | Límite plástico | 14.2 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 8.4 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite líquido | 22.6 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 14.2 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 8.4 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Operador</td><td>J.S.</td><td>Fecha</td><td>22/06/2015</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L.O.</td><td>Fecha</td><td>23/06/2015</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td><td>Fecha</td><td>23/06/2015</td></tr> </table> | | Operador | J.S. | Fecha | 22/06/2015 | Revisó | L.O. | Fecha | 23/06/2015 | Aprobó | M.G. | Fecha | 23/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 22/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | Fecha | 23/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 23/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
170/497

| | | | |
|---|---|---------------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 | |
| | | FECHA: 18/06/2015 | |
| | | PAG: 1 DE: 1 | |
| | | CONSECUTIVO: | |
| Cliente: | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | |
| Contrato No.: | | Sondeo: | Km 21+530 |
| Obra y sitio: | METRO LÍNEA 12 TRAMO. MEXICALTZINGO-ERMITA | Tipo: | Cala |
| | | Muestra: | 1 int. (centro de vía) |
| | | Prof. (m): | --- |
| | | Prof. media (m): | --- |

| | | | | | | | |
|-----------|--------|------|--------|-------|------|------|---------|
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| GRAVA | | | ARENA | | | | |

Porcentaje que pasa vs. Tamaño de partículas, mm

| Mallas | | | DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | |
|------------------------|-------------------|--------|---|--------|--|--|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | wcilindro + mat = | gr | Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | |
| 76.2 (3") | - | - | wcilindro = | 19,326 | 200 g | |
| 50.8 (2") | - | - | wmaterial = | 3,392 | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | Volumen = | 15,934 | | |
| 25.4 (1") | 532.00 | 96.7 | | 9,690 | | |
| 19.05 (3/4") | 812.00 | 91.6 | Altura del cil = | 19.90 | | |
| 12.7 (1/2") | 1906.00 | 79.6 | Altura faltante = | 0.00 | | |
| 9.53 (3/8") | 1658.00 | 69.2 | | | | |
| 6.35 (1/4") | 2353.00 | 54.4 | $\gamma_{ds} =$ | 1,644 | | |
| 4.76 (No. 4) | 1483.00 | 45.1 | $\gamma_{ds} =$ | 1,64 | | |
| 2 (No. 10) | 43.47 | 35.3 | | | | |
| 0.84 (No. 20) | 24.34 | 29.8 | | | | |
| 0.42 (No. 40) | 27.59 | 23.6 | | | | |
| 0.25 (No. 60) | 16.81 | 19.8 | | | | |
| 0.149 (No. 100) | 19.80 | 15.3 | | | | |
| 0.074 (No. 200) | 18.39 | 11.2 | | | | |

| | | | |
|------------------------------|---|------|--|
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | |
| Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | |
| | % Grava | 54.9 | |
| | % Arena | 33.9 | |
| | % Finos | 11.2 | |

| | | | |
|-----------------|--|----------------|--|
| D ₁₀ | | C _u | |
| D ₃₀ | | C _c | |
| D ₆₀ | | | |

| | |
|---------------|-----------|
| Clasificación | GC |
| SUCS | |

| | | |
|-----------|------------|-------------|
| Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 |
| Revisó: | L.O. | |
| Aprobó: | M.G. | |
| Fecha: | 18/06/2015 | |

Forma LS-13, Rev.3

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
171/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

| | |
|--------------|---|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA |

Sondeo CALAS

Sondeo: Km 21+530 (centro via) Muestra: Integral Profundidad: Base de via Fecha: 22/06/2015 Operador: J.J. Aprobó: M.G.

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1 | 6.00 | 6.80 | 6.75 | 2.30 | 2.25 | 33.33 | |
| 2 | 8.00 | 6.70 | | 2.20 | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |



Página
172/497



PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS O CBR)

Obra: Metro línea 12 Tramo: Mexicaltzingo-Ermita
 Sitio: Km 21+530 (centro de vía)
 Operador: J. Jimenez
 Calculó: R. Flores

Muestra: 1-integral
 Pozo: Cala
 Prof: Base m
 Fecha: 22-jun-15

Datos del molde.

Número: 27
 Diámetro: 6 pulg

Datos del anillo.

Constante: 8.35

Datos de la prueba.

Peso mat + molde : 9,185.00 g
 Peso del molde: 5,247.00 g
 Peso húmedo : 3,938.00 g
 Peso seco : 3,643.99 g

Agua agregada : 250 cm³
 Altura molde : 17.74 cm
 Altura faltante : 5.27 cm
 Altura material : 12.47 cm

Area del molde: 182.89 cm²
 Volumen del molde: 2,280.69 cm³

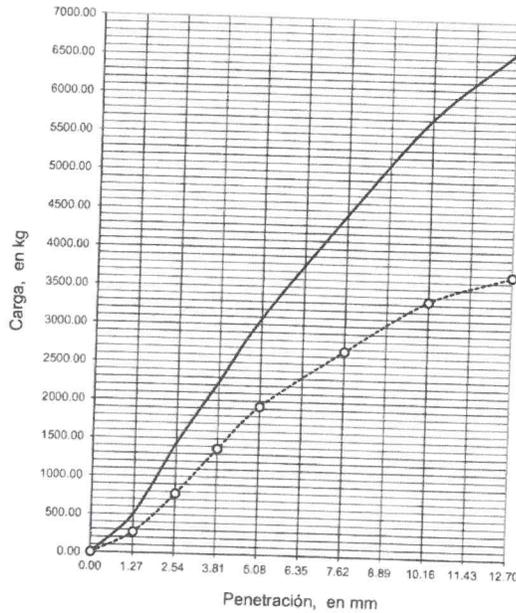
Peso vol. húmedo : 1,727 kg/m³
 Peso vol. seco : 1,599 kg/m³

Contenido de agua.

No de cápsula: 20
 Peso de cápsula: 96.2 g
 Wm + cápsula: 469.09 g
 Ws + cápsula: 441.25 g
 Contenido de agua: 8.1 %

Expansión libre

6 "
 Lectura inicial: 4.600 mm
 Lectura final: 4.600 mm
 % de expansión: 0.00 %



— VRS natural: 152 %
 - - - VRS saturado: 95 %

| Penetración (mm) | Muestra sin saturar | | | | | Muestra saturada | | | | |
|------------------|---------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|
| | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) |
| 1.27 | 60 | 501.0 | 758.13 | 39.55 | 66.1 | 32 | 267.20 | 758.13 | 39.55 | 35.2 |
| 2.54 | 172 | 1436.2 | 1,347.79 | 70.31 | 106.6 | 93 | 776.55 | 1,347.79 | 70.31 | 57.6 |
| 3.81 | 268 | 2237.8 | 1,768.97 | 92.28 | 126.5 | 164 | 1,369.40 | 1,768.97 | 92.28 | 77.4 |
| 5.08 | 369 | 3081.2 | 2,021.68 | 105.46 | 152.4 | 231 | 1,928.85 | 2,021.68 | 105.46 | 95.4 |
| 7.62 | 532 | 4442.2 | 2,560.79 | 133.58 | 173.5 | 320 | 2,672.00 | 2,560.79 | 133.58 | 104.3 |
| 10.16 | 684 | 5711.4 | 3,099.91 | 161.71 | 184.2 | 400 | 3,340.00 | 3,099.91 | 161.71 | 107.7 |
| 12.70 | 791 | 6604.9 | 3,504.24 | 182.80 | 188.5 | 441 | 3,682.35 | 3,504.24 | 182.80 | 105.1 |

Observaciones:

Clasificación: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empaçadas en arena, con poco arcilla, color café claro

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
173/497

14.2 Resultados de los ensayos pk 21+600

ADIC INGENIERÍA

**REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 21+600
MÉXICO D.F.**

06 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
174/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 21+600
MÉXICO D.F.

06 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
175/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 26 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 21+600, del Tramo Mexicaltzingo - Ermita.

En la cala del KM 21+600, Centro de vía, al material base de relleno, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
176/497

- c) Contenido natural de agua w.
- d) Límites de consistencia LL, LP.
- e) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mabel García C
Jefe de Proyecto

México, D.F., 06 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
177/497

Determinación del peso volumétrico "in situ" (Cono de Arena)

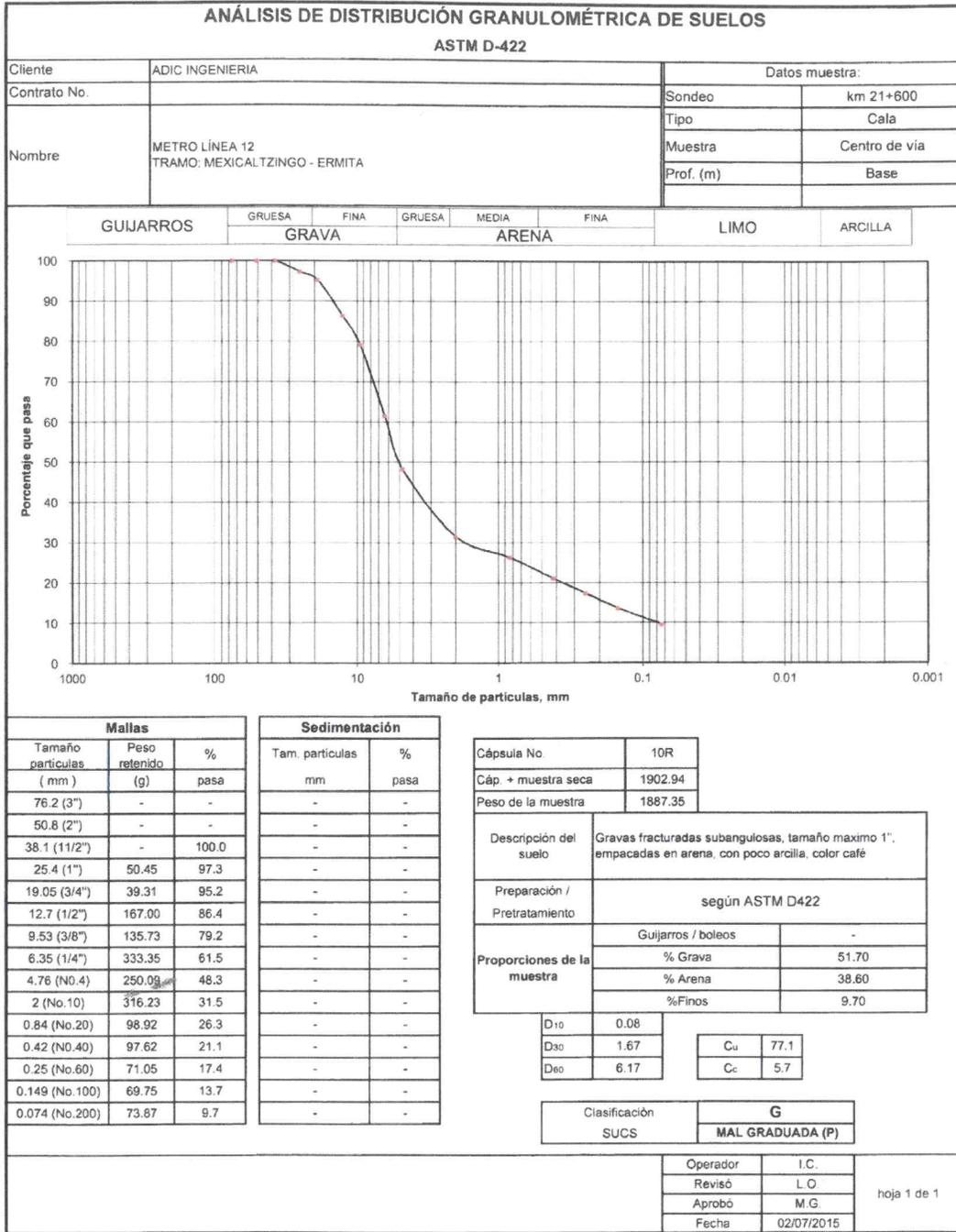
| | | |
|--------------|---|--|
| Cliente | ADIC INGENIERIA | |
| Contrato No. | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO - ERMITA | |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (interior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|--|---|----------------------------------|
| cala km 21+600 | 2204.96 | 7186.00 | 2160.33 | 3227.00 | 1798.67 | 1.40 | 1284.76 | 1.72 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | w _m gr | w _{seco} gr | w _{agua} gr | w _{húmeda} gr | w _(contagua) % | γ_d (vd/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|--|
| cala km 21+600 | 264 | 288.07 | 286.15 | 11.92 | 107.95 | 6.70 | 1.61 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Página
179/497



Forma LS-12, Rev.2

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 06/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|---|----------------------------------|------------------------|----------------|------|---|-----------------|-----------|----|-----------------------|---|--------|-----------------------|------|---|--------------------|----|--|--|-----------|----|--|--|---------|-----|--|--|----|---|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 21+600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO - ERMITA | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 03/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado 110 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 42 | 32 | 21 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 281 | 301 | 250 | 253 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 26.92 | 25.29 | 31.20 | 31.43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 33.89 | 34.91 | 40.00 | 40.94 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 32.47 | 32.90 | 38.10 | 38.72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 25.59 | 26.41 | 27.54 | 30.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 299 | 230 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 25.79 | 22.24 | Peso de la cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 48.90 | 42.88 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 46.09 | 40.38 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 13.84 | 13.78 | Contenido de agua | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 13.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dsuperior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dmedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dinferior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dpromedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ws</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | | Altura | cm | | | Dsuperior | cm | | | Dmedio | cm | | | Dinferior | cm | | | Dpromedio | cm | | | Volumen | cm³ | | | Ws | g | | |
| | | | Altura | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dsuperior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dmedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dinferior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dpromedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | cm³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Límite líquido</td><td>27.3</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite plástico</td><td>13.8</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>13.5</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | | Límite líquido | 27.3 | % | Límite plástico | 13.8 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 13.5 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite líquido | 27.3 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 13.8 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 13.5 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Operador | J.S. Fecha 03/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Revisó | L. O. Fecha 06/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Aprobó | M.G. Fecha 06/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
181/497

14.3 Resultados de los ensayos pk 21+750

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 21+750

MÉXICO D.F.

06 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
182/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 21+750

MÉXICO D.F.

06 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA



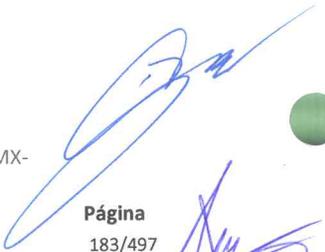
Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015



Página
183/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 13 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 21+750, del Tramo Mexicaltzingo-Ermita.

En la cala del KM 21+750, Centro de vía, no se realizó prueba en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena, porque el material estaba saturado; al material de base se le realizaron los siguientes ensayos:

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
184/497

- a) Clasificación visual y al tacto
- b) Contenido natural de agua w.
- c) Límites de consistencia LL, LP.
- d) Granulometría por mallas.
- e) Muestreo integral de suelos para realizar: Compactación AASHTO modificada, equivalente de arena y valor relativo de soporte VRS.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mabel García C.
Jefe de Proyecto

México, D.F., 06 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
185/497

FORMA LS-10, Rev. 2

CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216

FECHA: 18/06/2015
HOJA: 1 DE 1
CONSECUTIVO:

| | | | | | |
|-----------------------------|--|-----------------|--|------------------|--|
| Cliente: ADIC INGENIERIA | | Sondeo | | Cajas | |
| Contrato No. | | Tipo | | Cajas | |
| Nombre: METRO LINEA 12 | | Temperatura | | °C | |
| TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | | 110 | | | |
| Equipo | | Báscula No. 1 | | Horno No. 2 | |
| | | M.C. 15/06/2015 | | Fecha 18/06/2015 | |
| | | L.O. | | Fecha 18/06/2015 | |
| | | M.G. | | Fecha 18/06/2015 | |

| No. | Muestra de a | Prof (m) | Sección | Long (cm) | Capsula, c | | Peso húmedo + c | Peso seco + c | w _w g | w _s g | w _h g | w _l % | DESCRIPCIÓN DEL SUELO |
|-----|----------------|----------|---------|-----------|------------|--------|-----------------|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|
| | | | | | No. | g | | | | | | | |
| | CALA km 21+750 | | S | | 588 | 119.77 | 380.01 | 354.36 | 25.65 | 234.69 | 11 | | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café |
| | Centro de vía | | I | | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | | |

Notas: w_w, peso del agua; w_s, peso de sólidos; w_h, contenido de agua; REC, recuperación de roca; ICR, índice de calidad de la roca
S, sección superior; I, sección inferior; TM, tamaño máximo.

Forma LS-10, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
186/497



| | | PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | | | FORMA LP-02, Rev. 1 | |
|------------------------------|----------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------|
| | | | | | | FECHA: 02/07/2015 | |
| | | | | | | HOJA: 1 DE 1 | |
| | | | | | | CONSECUTIVO: | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA | | | | | | Datos muestra: | |
| Contrato No.: | | | | | | Sondeo | KM 21+750 |
| Nombre: METRO LÍNEA 12 | | | | | | Tipo | CALA |
| TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | | | | | | Muestra | Centro via |
| | | | | | | Prof. (m) | |
| | | | | | | Prof. media (m) | |
| Descripción del suelo | | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | Fecha de ejecución | |
| | | | | | | 02/07/2015 | |
| Equipo de prueba | Molde No. | 1 | Volumen del cilindro V_{cil} | 3224.50 | cm ³ | Golpes por capa N | 56 |
| | | | Peso del cilindro W_{cil} | 5267.00 | g | Número de capas n | 5 |
| | Peso del pisón | 4.55 | kg | Altura de caída del pisón | 45.60 | cm | Energía de compactación |
| Contenido de agua | | | | | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $w_s + c$ (g) | $w_c + c$ (g) | w_c (g) | w_w (g) | w_s (g) | w (%) |
| 1 | 707 | 385.62 | 379.14 | 120.14 | 6.5 | 259.0 | 2.5 |
| 2 | 717 | 383.56 | 372.28 | 121.36 | 11.3 | 250.9 | 4.5 |
| 3 | 649 | 394.44 | 378.35 | 129.42 | 16.1 | 248.9 | 6.5 |
| 4 | 645 | 354.75 | 337.59 | 122.27 | 17.2 | 215.3 | 8.0 |
| 5 | 629 | 390.19 | 364.05 | 119.84 | 26.1 | 244.2 | 10.7 |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{ms} + W_{cil}$ (kg) | W_{ms} (kg) | $1 / (1+w)$ | PVH (kg / m ³) | PVS (kg / m ³) | | |
| 1 | 11400 | 6133 | 0.98 | 1902 | 1856 | Peso volumétrico seco máximo PVSM = 1.980 kg/m ³ | |
| 2 | 11700 | 6433 | 0.96 | 1995 | 1909 | Contenido de agua óptimo $w_o = 7.6$ % | |
| 3 | 11970 | 6703 | 0.94 | 2079 | 1953 | | |
| 4 | 12148 | 6881 | 0.93 | 2134 | 1976 | | |
| 5 | 11938 | 6671 | 0.90 | 2069 | 1869 | | |
| | | | | | | | |
| | | | | Operador | J.J. | Fecha | 02/07/2015 |
| | | | | Revisó | L.O. | Fecha | 05/07/2015 |
| | | | | Aprobó | M.G. | Fecha | 05/07/2015 |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
187/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LIMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | | | FECHA: 29/06/2015 | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------------|------------|--|-----------------|--------------------------------|-------|-----------------------|------------|--------|-----------------------|-------|------------|--------------------|----|--|
| | | | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA Contrato No: Nombre: METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | | | | Datos muestra: Sondeo: km 21+750 Tipo: Cala Muestra: Centro via Prof. (m): Base de via | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo: Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | | | | Fecha de ejecución: 24/06/2015 | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba: | | Copa No: 1 | | Malla de referencia: No. 40 | | Horno No: 1 | | | | | | | | | | |
| | | Báscula No: 1 | | Temp. de secado: 110 °C | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | Prueba No. | | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | |
| Número de golpes | | N | | 40 | 30 | 19 | 9 | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | | | 274 | 250 | 280 | 239 | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | | g | | 26.58 | 31.20 | 31.91 | 31.54 | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | | g | | 35.81 | 41.05 | 41.43 | 40.39 | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | | g | | 33.81 | 38.87 | 39.26 | 38.23 | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | | % | | 27.66 | 28.50 | 29.52 | 32.29 | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | Prueba No. | | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | | | 180 | 317 | Cápsula No. | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | | g | | 26.05 | 25.67 | Peso de la cápsula g | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | | g | | 48.23 | 46.95 | Peso suelo húmedo+cápsula g | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | | g | | 44.85 | 43.70 | Peso del suelo seco+cápsula g | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | | % | | 17.98 | 18.03 | Contenido de agua % | | | | | | | | | | |
| | | Promedio | | 18.0 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | inicial final | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Altura cm | | | | | | | | | | | | |
| | | | | D _{superior} cm | | | | | | | | | | | | |
| | | | | D _{medio} cm | | | | | | | | | | | | |
| | | | | D _{inferior} cm | | | | | | | | | | | | |
| | | | | D _{promedio} cm | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Volumen cm ³ | | | | | | | | | | | | |
| Ws g | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Límite líquido</td> <td>29.1</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite plástico</td> <td>18.0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite de contracción</td> <td>-</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice de plasticidad</td> <td>11.1</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td>CL</td> <td></td> </tr> </table> | | Límite líquido | 29.1 | % | Límite plástico | 18.0 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 11.1 | % | Clasificación SUCS | CL | |
| Límite líquido | 29.1 | % | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 18.0 | % | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 11.1 | % | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Operador</td> <td>J.S.</td> <td>Fecha</td> <td>24/06/2015</td> </tr> <tr> <td>Revisó</td> <td>L. O.</td> <td>Fecha</td> <td>29/06/2015</td> </tr> <tr> <td>Aprobó</td> <td>M.G.</td> <td>Fecha</td> <td>29/06/2015</td> </tr> </table> | | Operador | J.S. | Fecha | 24/06/2015 | Revisó | L. O. | Fecha | 29/06/2015 | Aprobó | M.G. | Fecha | 29/06/2015 | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 24/06/2015 | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev 2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
188/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|--|------------------------------|------------------|---------|----------------------------|-------------------|-----------------|---------|---------------|---------|----------------|-----------|--------|--------|--------------|---------|------|-------------|---------|------|-------------|---------|------|-------------|---------|------|--------------|---------|------|------------|-------|------|---------------|-------|------|---------------|-------|------|---------------|-------|------|-----------------|-------|------|-----------------|-------|-----|--|--|---|--|-------------------|-----------|-------------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------------------|------------------|----------|-------------------|---------|-------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|
| | | FECHA: 20/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | PAG: 1 DE: 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | CONSECUTIVO: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente: | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No.: | | Sondeo: | Km 21+750 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Obra y sitio: | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | Tipo: | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Muestra: | 1 int. (centro de vía) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Prof. (m): | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Prof. media (m): | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">GUIJARROS</td> <td style="width: 10%;">GRUESA</td> <td style="width: 10%;">FINA</td> <td style="width: 10%;">GRUESA</td> <td style="width: 10%;">MEDIA</td> <td style="width: 10%;">FINA</td> <td style="width: 20%;">LIMO</td> <td style="width: 15%;">ARCILLA</td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;">GRAVA ARENA</td> </tr> </table> | | GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | GRAVA ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRAVA ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mallas</th> </tr> <tr> <th>Tamaño partícula (mm)</th> <th>Peso retenido (g)</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.2 (3")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>50.8 (2")</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>38.1 (1 1/2")</td><td>107.00</td><td>99.3</td></tr> <tr><td>25.4 (1")</td><td>484.00</td><td>96.2</td></tr> <tr><td>19.05 (3/4")</td><td>1537.00</td><td>86.4</td></tr> <tr><td>12.7 (1/2")</td><td>2337.00</td><td>71.4</td></tr> <tr><td>9.53 (3/8")</td><td>2067.00</td><td>58.2</td></tr> <tr><td>6.35 (1/4")</td><td>2582.00</td><td>41.7</td></tr> <tr><td>4.76 (No. 4)</td><td>1187.00</td><td>34.1</td></tr> <tr><td>2 (No. 10)</td><td>57.27</td><td>24.3</td></tr> <tr><td>0.84 (No. 20)</td><td>29.18</td><td>19.4</td></tr> <tr><td>0.42 (No. 40)</td><td>23.48</td><td>15.4</td></tr> <tr><td>0.25 (No. 60)</td><td>14.74</td><td>12.8</td></tr> <tr><td>0.149 (No. 100)</td><td>16.18</td><td>10.1</td></tr> <tr><td>0.074 (No. 200)</td><td>14.63</td><td>7.6</td></tr> </tbody> </table> | | Mallas | | | Tamaño partícula (mm) | Peso retenido (g) | % | 76.2 (3") | - | - | 50.8 (2") | - | 100.0 | 38.1 (1 1/2") | 107.00 | 99.3 | 25.4 (1") | 484.00 | 96.2 | 19.05 (3/4") | 1537.00 | 86.4 | 12.7 (1/2") | 2337.00 | 71.4 | 9.53 (3/8") | 2067.00 | 58.2 | 6.35 (1/4") | 2582.00 | 41.7 | 4.76 (No. 4) | 1187.00 | 34.1 | 2 (No. 10) | 57.27 | 24.3 | 0.84 (No. 20) | 29.18 | 19.4 | 0.42 (No. 40) | 23.48 | 15.4 | 0.25 (No. 60) | 14.74 | 12.8 | 0.149 (No. 100) | 16.18 | 10.1 | 0.074 (No. 200) | 14.63 | 7.6 | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO</th> </tr> <tr> <td>wcilindro + mat =</td> <td>19,027 gr</td> </tr> <tr> <td>wcilindro =</td> <td>3,362 gr</td> </tr> <tr> <td>wmaterial =</td> <td>15,635 gr</td> </tr> <tr> <td>Volumen =</td> <td>9,690 cm³</td> </tr> <tr> <td>Altura del cil =</td> <td>19.90 cm</td> </tr> <tr> <td>Altura faltante =</td> <td>0.00 cm</td> </tr> <tr> <td>Y_{ds} =</td> <td>1.614 kg/cm³</td> </tr> <tr> <td>Y_{de} =</td> <td>1.61 g/cm³</td> </tr> </table> | | DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | wcilindro + mat = | 19,027 gr | wcilindro = | 3,362 gr | wmaterial = | 15,635 gr | Volumen = | 9,690 cm ³ | Altura del cil = | 19.90 cm | Altura faltante = | 0.00 cm | Y _{ds} = | 1.614 kg/cm ³ | Y _{de} = | 1.61 g/cm ³ |
| Mallas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partícula (mm) | Peso retenido (g) | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | 100.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | 107.00 | 99.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 484.00 | 96.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 1537.00 | 86.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 2337.00 | 71.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 2067.00 | 58.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 2582.00 | 41.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No. 4) | 1187.00 | 34.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No. 10) | 57.27 | 24.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No. 20) | 29.18 | 19.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No. 40) | 23.48 | 15.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No. 60) | 14.74 | 12.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No. 100) | 16.18 | 10.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No. 200) | 14.63 | 7.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| wcilindro + mat = | 19,027 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| wcilindro = | 3,362 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| wmaterial = | 15,635 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen = | 9,690 cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura del cil = | 19.90 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura faltante = | 0.00 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y _{ds} = | 1.614 kg/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y _{de} = | 1.61 g/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4</td> <td>15835 g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra usado después de la malla No. 4</td> <td>200 g</td> </tr> </table> | | Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 15835 g | Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 15835 g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Descripción del suelo</td> <td colspan="2">Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café</td> </tr> <tr> <td>Preparación / Pretratamiento</td> <td colspan="2">según SRH (1970)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td> <td>Gujarros / boleos</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>% Grava</td> <td>65.9</td> </tr> <tr> <td>% Arena</td> <td>26.5</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>%Finos</td> <td>7.6</td> </tr> </table> | | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | | Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | % Grava | 65.9 | % Arena | 26.5 | | | %Finos | 7.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 65.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 26.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | %Finos | 7.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>D₁₀</td> <td>0.15</td> <td rowspan="2">C_u</td> <td rowspan="2">66.40</td> </tr> <tr> <td>D₃₀</td> <td>3.61</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>D₆₀</td> <td>9.96</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">C_c</td> <td>8.7</td> </tr> </table> | | D ₁₀ | 0.15 | C _u | 66.40 | D ₃₀ | 3.61 | | | D ₆₀ | 9.96 | | | C _c | | 8.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | D ₁₀ | 0.15 | C _u | 66.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₃₀ | 3.61 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | D ₆₀ | 9.96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C _c | | 8.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Clasificación</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; font-weight: bold;">GP</td> </tr> <tr> <td>SUCS</td> </tr> </table> | | Clasificación | GP | SUCS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Clasificación | GP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUCS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Operador: | J.J. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Reviso: | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Aprobo: | M.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Fecha: | 20/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-13, Rev.3

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
189/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

| | |
|--------------|---|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA |

Sondeo CALAS

| | | | | | | | | | |
|------------|------------------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|--------|---------------|-----------|------|
| Sondeo: | Km 21+750 (centro via) | Muestra: | Integral | Profundidad: | Base de via | Fecha: | 29/06/2015 | Operador: | J.J. |
| | | | | | | | | Aprobó: | M.G. |
| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones | | |
| 1 | 6.00 | 6.50 | 6.65 | 2.30 | 2.35 | 35.34 | | | |
| 2 | 8.00 | 6.80 | | 2.40 | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|--------|---------------|-----------|--|
| Sondeo: | | Muestra: | | Profundidad: | | Fecha: | | Operador: | |
| | | | | | | | | Aprobó: | |
| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones | | |
| | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|--------|---------------|-----------|--|
| Sondeo: | | Muestra: | | Profundidad: | | Fecha: | | Operador: | |
| | | | | | | | | Aprobó: | |
| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones | | |
| | | | | | | | | | |

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS O CBR)

Obra: Metro línea 12 Tramo: Mexicaltzingo-Ermita
Sitio: Km 21+750 (centro de vía)
Operador: J. Jimenez
Calculó: R. Flores

Muestra: 1-integral
Pozo: Cala
Prof: Base m
Fecha: 03-jul-15

Datos del molde.

Número: 27
Diámetro: 6 pulg

Datos del anillo.

Constante: 8.35

Datos de la prueba.

Peso mat + molde : 9,185.00 g
Peso del molde : 4,798.00 g
Peso húmedo : 4,387.00 g
Peso seco : 4,086.37 g

Agua agregada : 300 cm³
Altura molde : 17.74 cm
Altura faltante : 6.07 cm
Altura material : 11.67 cm

Area del molde: 182.89 cm²
Volumen del molde: 2,134.37 cm³

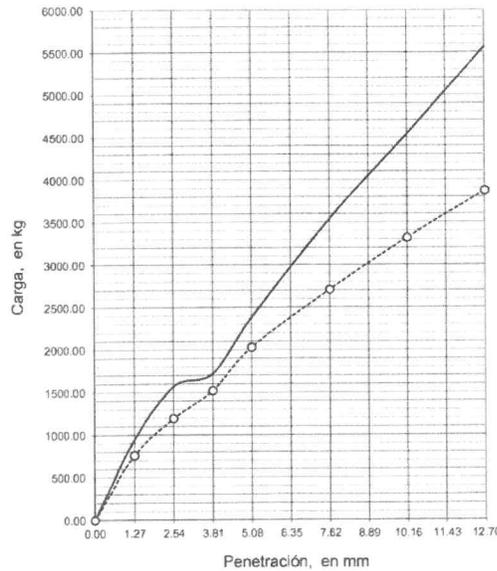
Peso vol. húmedo : 2,055 kg/m³
Peso vol. seco : 1,921 kg/m³

Contenido de agua.

No de cápsula: 15
Peso de cápsula: 71.45 g
Wm + cápsula: 450.13 g
Ws + cápsula: 424.18 g
Contenido de agua: 7.4 %

Expansión libre

6 "
Lectura inicial: 3.200 mm
Lectura final: 3.200 mm
% de expansión: 0.00 %



— VRS natural: 124 %
- - - VRS saturado: 100 %

| Penetración (mm) | Muestra sin saturar | | | | | Muestra saturada | | | | |
|------------------|---------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|
| | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) |
| 1.27 | 113 | 943.6 | 758.13 | 39.55 | 124.5 | 91 | 759.85 | 758.13 | 39.55 | 100.2 |
| 2.54 | 188 | 1569.8 | 1,347.79 | 70.31 | 116.5 | 143 | 1,194.05 | 1,347.79 | 70.31 | 88.6 |
| 3.81 | 206 | 1720.1 | 1,768.97 | 92.28 | 97.2 | 182 | 1,519.70 | 1,768.97 | 92.28 | 85.9 |
| 5.08 | 285 | 2379.8 | 2,021.68 | 105.46 | 117.7 | 243 | 2,029.05 | 2,021.68 | 105.46 | 100.4 |
| 7.62 | 424 | 3540.4 | 2,560.79 | 133.58 | 138.3 | 324 | 2,705.40 | 2,560.79 | 133.58 | 105.6 |
| 10.16 | 543 | 4534.1 | 3,099.91 | 161.71 | 146.3 | 397 | 3,314.95 | 3,099.91 | 161.71 | 106.9 |
| 12.70 | 666 | 5561.1 | 3,504.24 | 182.80 | 158.7 | 463 | 3,866.05 | 3,504.24 | 182.80 | 110.3 |

Observaciones:

Clasificación: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
191/497

14.4 Resultados de los ensayos pk 22+050

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 22+050
MÉXICO D.F.

30 de junio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
192/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 22+050
MÉXICO D.F.

30 de junio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
193/497



1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 16 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 22+050, del Tramo Mexicaltzingo-Ermita.

En la cala del KM 22+050, Centro de vía, se extrajo muestra integral de la base de relleno, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Junio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX
INF-1

07/07/2015



Página
194/497

- c) Contenido natural de agua w .
- d) Límites de consistencia LL, LP .
- e) Granulometría por mallas.
- f) Muestreo integral de suelos para realizar: Compactación AASHTO modificada, equivalente de arena y valor relativo de soporte VRS.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Alejandro Herrera Canseco
Jefe de Proyecto

México, D.F., 30 de junio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Junio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email. geotec@prodigy.net.mx



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015



Página
195/497

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobranste gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ _m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| cala km 22+050 | 1727.72 | 7312.00 | 2160.33 | 3582.00 | 1569.67 | 1.40 | 1121.19 | 1.54 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | w _m gr | w _{seco} gr | w _{agua} gr | w _{arena} gr | w _{hseca} gr | w (cont-agua) % | γ _d (γ _d /w) gr/cm ³ |
|----------------|-----------|----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|---|
| cala km 22+050 | 697 | 306.23 | 280.27 | 15.96 | 119.60 | 170.67 | 9.40 | 1.41 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Metro d
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015



| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | |
|---|---|--------|----------------------|----------------|---------------|--|------|---------|
| ASTM D-422 | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 22+050 | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | | | Tipo | Cala | | | |
| | | | | Muestra | Centro de vía | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base | | | |
| GUIJARROS | | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| | | GRAVA | | ARENA | | | | |
| | | | | | | | | |
| Mallas | | | Sedimentación | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas (mm) | % pasa | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | - | - | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | - | - | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | - | - | - | | | | |
| 25.4 (1") | - | 100.0 | - | - | | | | |
| 19.05 (3/4") | 11.78 | 99.2 | - | - | | | | |
| 12.7 (1/2") | 165.92 | 87.6 | - | - | | | | |
| 9.53 (3/8") | 119.44 | 79.3 | - | - | | | | |
| 6.35 (1/4") | 280.05 | 59.8 | - | - | | | | |
| 4.76 (No.4) | 156.17 | 48.9 | - | - | | | | |
| 2 (No.10) | 211.34 | 34.2 | - | - | | | | |
| 0.84 (No.20) | 84.63 | 28.3 | - | - | | | | |
| 0.42 (No.40) | 86.71 | 22.3 | - | - | | | | |
| 0.25 (No.60) | 55.60 | 18.4 | - | - | | | | |
| 0.149 (No.100) | 49.63 | 15.0 | - | - | | | | |
| 0.074 (No.200) | 27.43 | 13.1 | - | - | | | | |
| | | | | | | Cápsula No. 5 Cáp. + muestra seca 1582.45 Peso de la muestra 1436.24 | | |
| | | | | | | Descripción del suelo: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | |
| | | | | | | Preparación / Pretratamiento: según ASTM D422 | | |
| | | | | | | Proporciones de la muestra: Guijarros / boleos: - % Grava: 51.10 % Arena: 35.80 % Finos: 13.10 | | |
| | | | | | | D ₁₀ : D ₃₀ : D ₆₀ : | | |
| | | | | | | Cu: Cc: | | |
| | | | | | | Clasificación SUCS: G | | |
| | | | | | | Operador: I.C. Revisó: L.O. Aprobó: M.G. Fecha: 22/06/2015 | | |
| | | | | | | hoja 1 de 1 | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
198/497

| PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | | | FORMA LP-02, Rev. 1 | | | |
|--|---|----------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|------------|
| | | | | FECHA: 23/06/2015 | | | |
| | | | | HOJA: 1 DE 1 | | | |
| | | | | CONSECUTIVO: | | | |
| Ciente: | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | KM 22+050 | | |
| Nombre: | METRO LINEA 12 | | | Tipo | CALA | | |
| | TRAMO. MEXICALTZINGO-ERMITA | | | Muestra | Centro via | | |
| | | | | Prof. (m) | | | |
| | | | | Prof. media (m) | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | Fecha de ejecución | |
| | | | | | | 23/06/2015 | |
| Equipo de prueba | Molde No. | 1 | Volumen del cilindro V_{cil} : | 3224.50 cm^3 | Golpes por capa N: | 56 | |
| | | | Peso del cilindro W_{cil} : | 5267.00 g | Número de capas n: | 5 | |
| | Peso del pisón | 4.55 kg | Altura de caída del pisón | 43.80 cm | Energía de compactación | 17.29 $(kg\ cm)/cm^3$ | |
| Contenido de agua | | | | | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $w_s + c$ (g) | $w_c + c$ (g) | w_c (g) | w_w (g) | w_s (g) | w (%) |
| 1 | 552 | 359.18 | 353.15 | 118.54 | 6.0 | 234.6 | 2.6 |
| 2 | 553 | 305.95 | 297.99 | 114.66 | 8.0 | 183.3 | 4.3 |
| 3 | 647 | 300.03 | 289.35 | 122.42 | 10.7 | 166.9 | 6.4 |
| 4 | 811 | 310.58 | 296.04 | 120.84 | 14.5 | 175.2 | 8.3 |
| 5 | 601 | 393.31 | 365.64 | 118.78 | 27.7 | 246.9 | 11.2 |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{moh} + W_{cil}$ (kg) | W_{moh} (kg) | $1 / (1+w)$ | PVH (kg / m^3) | PVS (kg / m^3) | | |
| 1 | 11435 | 6168 | 0.97 | 1913 | 1865 | Peso volumétrico seco máximo | |
| 2 | 11712 | 6445 | 0.96 | 1999 | 1916 | PVSM = <u>1,957</u> kg/m^3 | |
| 3 | 11970 | 6703 | 0.94 | 2079 | 1954 | Contenido de agua óptimo | |
| 4 | 12078 | 6811 | 0.92 | 2112 | 1950 | $w_o =$ <u>7</u> % | |
| 5 | 12112 | 6845 | 0.90 | 2123 | 1909 | | |
| <p>The graph plots Dry Density (PVS) in kg/m^3 on the y-axis (ranging from 1820.0 to 2000.0) against Water Content (w) in % on the x-axis (ranging from 0 to 12). Five data points are plotted, showing a parabolic curve that peaks at approximately 1957 kg/m^3 at 7% water content.</p> | | | | | | | |
| | | | | Operador | J.J. | Fecha | 23/06/2015 |
| | | | | Revisó | L.O. | Fecha | 26/06/2015 |
| | | | | Aprobó | M.G. | Fecha | 26/06/2015 |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-11/9-IVA-
INF-1

07/07/2015

Página
199/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LIMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 24/06/2015 | | | |
|---|---|-------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------|---------|------------|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | |
| Contrato No | | | | Sondeo | km 22+050 | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | | | Tipo | Cala | | |
| | | | | Muestra | Centro vía | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 22/06/2015 | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado | 110 °C | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Número de golpes | N | 40 | 29 | 18 | 9 | | |
| Cápsula No. | | 227 | 286 | 318 | 186 | | |
| Peso de la cápsula | g | 26.74 | 32.12 | 25.08 | 26.45 | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 34.41 | 39.27 | 33.04 | 33.97 | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 33.06 | 37.95 | 31.49 | 32.39 | | |
| Contenido de agua | % | 21.36 | 22.64 | 24.18 | 26.50 | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | |
| Cápsula No. | | 331 | 184 | Cápsula No. | | | |
| Peso de la cápsula | g | 25.94 | 23.24 | Peso de la cápsula | g | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 44.83 | 42.04 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 42.63 | 39.85 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | |
| Contenido de agua | % | 13.18 | 13.18 | Contenido de agua | % | | |
| | Promedio | 13.2 | | | | | |
| | | | | Altura | cm | inicial | final |
| | | | | Dsuperior | cm | | |
| | | | | Dmedio | cm | | |
| | | | | Dinferior | cm | | |
| | | | | Dpromedio | cm | | |
| | | | | Volumen | cm³ | | |
| | | | | Ws | g | | |
| | | | | Límite líquido | 23.2 | % | |
| | | | | Límite plástico | 13.2 | % | |
| | | | | Límite de contracción | - | % | |
| | | | | Índice de plasticidad | 10.0 | % | |
| | | | | Clasificación SUCS | CL | | |
| | | | | Operador | J.S. | Fecha | 22/06/2015 |
| | | | | Revisó | L. O. | Fecha | 24/06/2015 |
| | | | | Aprobó | M.G. | Fecha | 24/06/2015 |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
200/497

| | | | |
|---|---|---------------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 | |
| | | FECHA: 23/06/2015 | |
| | | PAG: 1 DE: 1 | |
| | | CONSECUTIVO: | |
| Cliente: | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | |
| Contrato No.: | | Sondeo: | Km 22+050 |
| Obra y sitio: | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | Tipo: | Cala |
| | | Muestra: | 1 int. (centro de via) |
| | | Prof. (m): | --- |
| | | Prof. media (m): | --- |

| | | | | | | | |
|-------------|--------|------|--------|-------|------|------|---------|
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| GRAVA ARENA | | | | | | | |

| Mallas | | |
|-----------------------|-------------------|--------|
| Tamaño partícula (mm) | Peso retenido (g) | % pasa |
| 76.2 (3") | - | - |
| 50.8 (2") | - | - |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 |
| 25.4 (1") | 110.00 | 99.3 |
| 19.05 (3/4") | 769.00 | 94.2 |
| 12.7 (1/2") | 1735.00 | 82.8 |
| 9.53 (3/8") | 1546.00 | 72.6 |
| 6.35 (1/4") | 2140.00 | 58.6 |
| 4.76 (No. 4) | 1499.00 | 49.3 |
| 2 (No. 10) | 37.22 | 40.1 |
| 0.84 (No. 20) | 30.49 | 32.6 |
| 0.42 (No. 40) | 30.19 | 25.2 |
| 0.25 (No. 60) | 19.96 | 20.2 |
| 0.149 (No. 100) | 21.02 | 15.1 |
| 0.074 (No. 200) | 17.85 | 10.7 |

| DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | |
|---|--------------------------|
| wcilindro + mat = | 18.594 gr |
| wcilindro = | 3.392 gr |
| wmaterial = | 15.202 gr |
| Volumen = | 9.690 cm ³ |
| Altura del cil = | 19.90 cm |
| Altura faltante = | 0.00 cm |
| γ _{sat} = | 1.569 kg/cm ³ |
| γ _{ds} = | 1.57 g/cm ³ |

| | | |
|--|---|------|
| Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 15202 g | |
| Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | |
| Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - |
| | % Grava | 50.7 |
| | % Arena | 38.6 |
| | %Finos | 10.7 |
| D ₁₀ | | |
| D ₃₀ | | |
| D ₆₀ | | |
| C _u | | |
| C _c | | |
| Clasificación SUCS | GC | |

| | | |
|-----------|------------|-------------|
| Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 |
| Revisó: | L.O. | |
| Aprobó: | M.G. | |
| Fecha: | 23/06/2015 | |

Forma LS-13, Rev.3

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
201/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

| | |
|--------------|---|
| Ciliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA |

Sondeo CALAS

Sondeo: Km 22+050 (centro via) Muestra: Integral Profundidad: Base de via Fecha: 22/06/2015 Operador: J.J. Aprobó: M.G.

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1 | 6.00 | 7.40 | 7.2 | 2.10 | 2.1 | 29.17 | |
| 2 | 8.00 | 7.00 | | 2.10 | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS O CBR)

Obra: Metro línea 12 Tramo: Mexicaltzingo-Ermita
Sitio: Km 22+050 (centro de vía)
Operador: J. Jimenez
Calculó: R. Flores

Muestra: 1-integral
Pozo: Cala
Prof: Base m
Fecha: 24-jun-15

Datos del molde.

Número: 2
Diámetro: 6 pulg

Datos del anillo.

Constante: 8.35

Datos de la prueba.

Peso mat + molde: 9,460.00 g
Peso del molde: 5,030.00 g
Peso húmedo: 4,430.00 g
Peso seco: 4,044.98 g

Agua agregada: 350 cm³
Altura molde: 17.76 cm
Altura faltante: 6.24 cm
Altura material: 11.52 cm

Area del molde: 181.70 cm²
Volumen del molde: 2,093.15 cm³

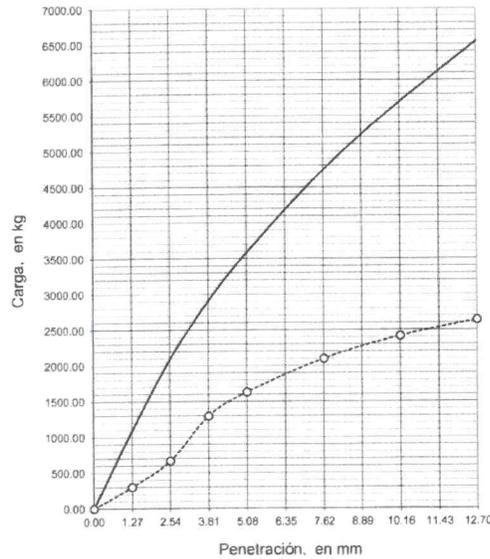
Peso vol. húmedo: 2,116 kg/m³
Peso vol. seco: 1,924 kg/m³

Contenido de agua.

No de cápsula: 26
Peso de cápsula: 83.73 g
Wm + cápsula: 486.21 g
Ws + cápsula: 451.23 g
Contenido de agua: 9.5 %

Expansión libre 6 "

Lectura inicial: 2.400 mm
Lectura final: 2.400 mm
% de expansión: 0.00 %



— VRS natural: 177 %
- - - VRS saturado: 81 %

| Penetración (mm) | Muestra sin saturar | | | | | Muestra saturada | | | | |
|------------------|---------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|
| | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) |
| 1.27 | 30 | 1085.5 | 758.13 | 39.55 | 143.2 | 36 | 300.60 | 758.13 | 39.55 | 39.7 |
| 2.54 | 251 | 2095.9 | 1,347.79 | 70.31 | 155.5 | 80 | 668.00 | 1,347.79 | 70.31 | 49.6 |
| 3.81 | 348 | 2905.8 | 1,768.97 | 92.28 | 164.3 | 155 | 1,294.25 | 1,768.97 | 92.28 | 73.2 |
| 5.08 | 429 | 3582.2 | 2,021.68 | 105.46 | 177.2 | 195 | 1,628.25 | 2,021.68 | 105.46 | 80.5 |
| 7.62 | 568 | 4742.8 | 2,560.79 | 133.58 | 185.2 | 251 | 2,095.85 | 2,560.79 | 133.58 | 81.8 |
| 10.16 | 681 | 5686.4 | 3,099.91 | 161.71 | 183.4 | 289 | 2,413.15 | 3,099.91 | 161.71 | 77.8 |
| 12.70 | 783 | 6538.1 | 3,504.24 | 182.80 | 186.6 | 316 | 2,638.60 | 3,504.24 | 182.80 | 75.3 |

Observaciones:

Clasificación: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
203/497

14.5 Resultados de los ensayos pk 22+300

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 22+300
MÉXICO D.F.

30 de junio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
204/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 22+300
MÉXICO D.F.

30 de junio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
205/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en un Tramo del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 17 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 22+300, del Tramo Mexicaltzingo-Ermita.

En la cala del KM 22+300, Centro de vía, se extrajo muestras de concreto y al material de base se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Junio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
206/497



- c) Contenido natural de agua w .
- d) Límites de consistencia LL , LP .
- e) Granulometría por mallas.
- f) Extracción de núcleo hasta 0.30 m de profundidad, en la losa de concreto pobre, que conforma la cubeta. Se envió un tramo al IMCYC para que le determinen la resistencia $f'c$ del concreto.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Alejandro Herrera Canseco
Jefe de Proyecto

México, D.F., 30 de junio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Junio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

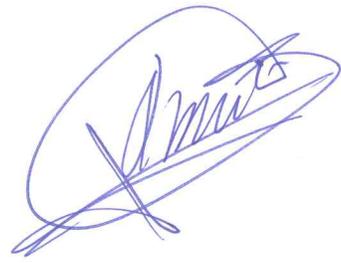
Página
207/497

| FORMA LS-10, Rev. 2 | | | | | | | | | | | |
|--|----------|---|-----------------|---------|------------|-----------------|---------------|----------------|------------------|---|---|
| FECHA: 22/06/2015 | | | | | | | | | | | |
| HOJA 1 DE 1 | | | | | | | | | | | |
| CONSECUTIVO: | | | | | | | | | | | |
| CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216 | | | | | | | | | | | |
| Cliente | | | ADIC INGENIERIA | | | Sondeo | | | Calas | | |
| Contrato No. | | | | | | Tipo | | | Calas | | |
| Nombre | | | METRO LINEA 12 | | | Temperatura | | | °C | | |
| Equipo | | | Báscula No. 1 | | | 110 | | | Operador | | |
| | | | Horno No. 2 | | | M.C. | | | Fecha 19/06/2015 | | |
| | | | | | | Revisó | | | Fecha 22/06/2015 | | |
| | | | | | | Aprobó | | | Fecha 22/06/2015 | | |
| DESCRIPCION DEL SUELO | | | | | | | | | | | |
| No. | Prof (m) | a | Long (m) | Sección | Cápsula, c | Peso húmedo + c | Peso seco + c | W _w | W _s | W | |
| | | | No. | | g | g | g | g | g | % | |
| | | | 13 | S | 120.93 | 310.63 | 288.55 | 12.08 | 177.62 | 7 | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café |
| | | | | I | | | | | | | |
| | | | | S | | | | | | | |
| | | | | I | | | | | | | |
| | | | | S | | | | | | | |
| | | | | I | | | | | | | |
| | | | | S | | | | | | | |
| | | | | I | | | | | | | |
| | | | | S | | | | | | | |
| | | | | I | | | | | | | |
| | | | | S | | | | | | | |
| | | | | I | | | | | | | |
| | | | | S | | | | | | | |
| | | | | I | | | | | | | |
| | | | | S | | | | | | | |
| | | | | I | | | | | | | |
| | | | | S | | | | | | | |
| | | | | I | | | | | | | |

Notas: w_m, peso del agua; w_s, peso de sólidos; w, contenido de agua; REC, recuperación de roca; ICR, índice de calidad de la roca
S, sección superior; I, sección inferior; TM, tamaño máximo.

Forma LS-10, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
208/497



Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA |

| | |
|--------|-------|
| Sondeo | CALAS |
|--------|-------|

| Cala | Peso material humedo gr | Peso de cono + arena (Inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|--|---|----------------------------------|
| cala km 22+300 | 2237.13 | 7242.00 | 2160.33 | 3338.00 | 1743.67 | 1.40 | 1245.48 | 1.80 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wm gr | Wseco gr | Wagua gr | Wara gr | Wseca gr | W (cont-agua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------|-------------|-------------|------------|-------------|--------------------|--|
| cala km 22+300 | 13 | 310.63 | 298.55 | 12.08 | 120.93 | 177.62 | 6.80 | 1.68 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |




Página
209/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | |
|---|---|---|--------------------|---------------------|---------------|------|------|---------|
| ASTM D-422 | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 22+300 | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO - ERMITA | | | Tipo | Cala | | | |
| | | | | Muestra | Centro de vía | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base | | | |
| GUIJARROS | | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| | | GRAVA | | ARENA | | | | |
| | | | | | | | | |
| Mallas | | Sedimentación | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | - | - | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | - | - | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - | | | | |
| 25.4 (1") | 44.85 | 97.7 | - | - | | | | |
| 19.05 (3/4") | 115.68 | 91.6 | - | - | | | | |
| 12.7 (1/2") | 193.76 | 81.5 | - | - | | | | |
| 9.53 (3/8") | 188.38 | 71.7 | - | - | | | | |
| 6.35 (1/4") | 321.70 | 54.8 | - | - | | | | |
| 4.76 (No.4) | 207.48 | 44.0 | - | - | | | | |
| 2 (No.10) | 266.11 | 30.1 | - | - | | | | |
| 0.84 (No.20) | 106.63 | 24.5 | - | - | | | | |
| 0.42 (No.40) | 106.05 | 19.0 | - | - | | | | |
| 0.25 (No.60) | 68.10 | 15.4 | - | - | | | | |
| 0.149 (No.100) | 60.94 | 12.2 | - | - | | | | |
| 0.074 (No.200) | 55.63 | 9.3 | - | - | | | | |
| | | | | Cápsula No. | 9R | | | |
| | | | | Cáp. + muestra seca | 1929.78 | | | |
| | | | | Peso de la muestra | 1914.00 | | | |
| Descripción del suelo | | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | | según ASTM D422 | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | | Gujarros / boleos | | - | | | | |
| | | % Grava | | 56.00 | | | | |
| | | % Arena | | 34.70 | | | | |
| | | % Finos | | 9.30 | | | | |
| | | D10 | 0.09 | Cu | 81.4 | | | |
| | | D30 | 1.98 | Cc | 5.9 | | | |
| | | D60 | 7.33 | | | | | |
| Clasificación SUCS | | G MAL GRADUADA (P) | | | | | | |
| | | Operador | I.C. | | hoja 1 de 1 | | | |
| | | Revisó | L.O. | | | | | |
| | | Aprobó | M.G. | | | | | |
| | | Fecha | 24/06/2015 | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
210/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 22/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-----------------------------|--|-----------------|----------------|-------|---------|-----------------|-----------------------|-------|-----------------------|------------|--------------------|-----------------------|-------|------------|-----------------------|----|--|--|-----------------------|----|--|--|---------|-----------------|--|--|----|---|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 22+300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | | | Tipo | Caja | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 21/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 110 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 44 | 34 | 22 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 285 | 201 | 277 | 259 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 32.08 | 25.56 | 25.14 | 31.31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 39.94 | 32.78 | 33.95 | 40.85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 38.36 | 31.31 | 32.11 | 38.79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 25.16 | 25.57 | 26.40 | 27.54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 171 | 155 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 19.81 | 26.02 | Peso de la cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 38.99 | 43.59 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 36.36 | 41.19 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 15.89 | 15.82 | Contenido de agua | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 15.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td>inicial</td><td>final</td></tr> <tr><td>D_{superior}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D_{medio}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D_{inferior}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D_{promedio}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ws</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | Altura | cm | inicial | final | D _{superior} | cm | | | D _{medio} | cm | | | D _{inferior} | cm | | | D _{promedio} | cm | | | Volumen | cm ³ | | | Ws | g | | |
| | | | | Altura | cm | inicial | final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | D _{superior} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | D _{medio} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | D _{inferior} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | D _{promedio} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Volumen | cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Límite líquido</td><td>26.3</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite plástico</td><td>15.9</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>10.4</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | Límite líquido | 26.3 | % | Límite plástico | 15.9 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 10.4 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite líquido | 26.3 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 15.9 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 10.4 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Operador</td><td>J.S.</td><td>Fecha</td><td>21/06/2015</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L. O.</td><td>Fecha</td><td>22/06/2015</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td><td>Fecha</td><td>22/06/2015</td></tr> </table> | | Operador | J.S. | Fecha | 21/06/2015 | Revisó | L. O. | Fecha | 22/06/2015 | Aprobó | M.G. | Fecha | 22/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 21/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 22/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 22/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
211/497

14.6 Resultados de los ensayos pk 22+590

ADIC INGENIERÍA

**REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 22+590
MÉXICO D.F.**

01 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
212/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 22+590
MÉXICO D.F.

01 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
213/497



1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 18 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 22+590, del Tramo Mexicaltzingo-Ermita.

En la cala del KM 22+590, Centro de vía, se extrajo muestra integral de la base de relleno, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
214/497



- c) Contenido natural de agua w.
- d) Límites de consistencia *LL, LP*.
- e) Granulometría por mallas.
- f) Muestreo integral de suelos para realizar: Compactación AASHTO modificada, equivalente de arena y valor relativo de soporte VRS.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Alejandro Herrera Canseco
Jefe de Proyecto

México, D.F., 01 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
215/497



| FORMA LS-10, Rev. 2 | | | | | | | | | | |
|---|----------|-----------|---------|-------------|-------------|-----------------|---------------|------------------|------------------|-----|
| FECHA: 22/06/2015 | | | | | HOJA 1 DE 1 | | | | | |
| CONSECUTIVO: | | | | | | | | | | |
| CLIENTE | | | | SONDEO | | | | CALIAS | | |
| ADIC INGENIERIA | | | | Tipo | | Calias | | Calias | | |
| METRO LINEA 12 | | | | Temperatura | | °C | | | | |
| TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | | | | 110 | | | | | | |
| Nombre | | | M.C. | | Fecha | | M.G. | | Fecha | |
| Equipo | | | Revisó | | 19/06/2015 | | Aprobó | | 22/06/2015 | |
| Báscula No. | 1 | Horno No. | 2 | | | | | | | |
| DESCRIPCION DEL SUELO | | | | | | | | | | |
| Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | | | | | | | | |
| No. | Prof (m) | a | Sección | Long (cm) | Cápsula. c | Peso húmedo + c | Peso seco + c | w _s g | w _g g | w % |
| 370 | 119.91 | | S | 370 | 119.91 | 327.24 | 327.24 | 9.52 | 207.33 | 5 |
| 1 | | | S | | | | | | | |
| 2 | | | S | | | | | | | |
| 3 | | | S | | | | | | | |
| 4 | | | S | | | | | | | |
| 5 | | | S | | | | | | | |
| 6 | | | S | | | | | | | |
| 7 | | | S | | | | | | | |
| 8 | | | S | | | | | | | |
| 9 | | | S | | | | | | | |
| 10 | | | S | | | | | | | |
| 11 | | | S | | | | | | | |
| 12 | | | S | | | | | | | |
| 13 | | | S | | | | | | | |
| 14 | | | S | | | | | | | |
| 15 | | | S | | | | | | | |
| 16 | | | S | | | | | | | |
| 17 | | | S | | | | | | | |
| 18 | | | S | | | | | | | |
| 19 | | | S | | | | | | | |
| 20 | | | S | | | | | | | |

Notas: w_s, peso del agua; w_g, peso de sólidos; w, contenido de agua; REC, recuperación de roca; ICR, índice de calidad de la roca
S, sección superior; I, sección inferior; TM, tamaño máximo

Forma LS-10, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015




Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|--|---|----------------------------------|
| cala km 22+590 | 2599.39 | 7310.00 | 2160.33 | 2687.00 | 2462.67 | 1.40 | 1759.05 | 1.48 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wm gr | wseco gr | wagua gr | wiara gr | wmiesca gr | W (cont-agua) % | γ_d (yd/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------|-------------|-------------|-------------|---------------|--------------------|--|
| cala km 22+590 | 370 | 336.76 | 327.24 | 9.52 | 119.91 | 207.33 | 4.60 | 1.41 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------------------------|---|----------------|---------------|------|---------|-------------|--------|---------------------|---------|--------------------|-------------|-----------------------|---|------------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|---|---------|-------|---------|-------|--|--|--------|-------|--|--|-----------------|------|--|--|-----------------|-----|--|--|-----------------|------|--|--|----------------|------|--|--|----------------|-----|--------------------|--|-------------------------------------|--|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 22+590 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO-ERMITA | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUIJARROS | | GRAVA | | ARENA | | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mallas | | | Sedimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 33.39 | 98.5 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 173.16 | 90.9 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 251.82 | 79.8 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 136.00 | 73.8 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 344.28 | 58.7 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 245.73 | 47.9 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 335.25 | 33.1 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 137.08 | 27.1 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 131.61 | 21.3 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 88.34 | 17.4 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 85.36 | 13.6 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 76.78 | 10.3 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Cápsula No.</td> <td>20R</td> </tr> <tr> <td>Cáp. + muestra seca</td> <td>2287.72</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra</td> <td>2271.94</td> </tr> <tr> <td>Descripción del suelo</td> <td>Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro</td> </tr> <tr> <td>Preparación / Pretratamiento</td> <td>según ASTM D422</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td> <td>Guijarros / boleos</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>% Grava</td> <td>52.10</td> </tr> <tr> <td>% Arena</td> <td>37.60</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>%Finos</td> <td>10.30</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>D₁₀</td> <td>0.07</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>D₃₀</td> <td>1.4</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>D₆₀</td> <td>6.62</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>C_u</td> <td>94.6</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>C_c</td> <td>4.2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Clasificación SUCS</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">G MAL GRADUADA (P)</td> </tr> </table> | | | | | Cápsula No. | 20R | Cáp. + muestra seca | 2287.72 | Peso de la muestra | 2271.94 | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | % Grava | 52.10 | % Arena | 37.60 | | | %Finos | 10.30 | | | D ₁₀ | 0.07 | | | D ₃₀ | 1.4 | | | D ₆₀ | 6.62 | | | C _u | 94.6 | | | C _c | 4.2 | Clasificación SUCS | | G MAL GRADUADA (P) | |
| Cápsula No. | 20R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáp. + muestra seca | 2287.72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra | 2271.94 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 52.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 37.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | %Finos | 10.30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | D ₁₀ | 0.07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | D ₃₀ | 1.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | D ₆₀ | 6.62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C _u | 94.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C _c | 4.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | | G MAL GRADUADA (P) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Operador</td> <td>I.C.</td> </tr> <tr> <td>Revisó</td> <td>L.O.</td> </tr> <tr> <td>Aprobó</td> <td>M.G.</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>24/06/2015</td> </tr> </table> | | Operador | I.C. | Revisó | L.O. | Aprobó | M.G. | Fecha | 24/06/2015 | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | I.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | 24/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
218/497

| PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | FORMA LP-02, Rev. 1 | | | | | |
|--|---|---------------------|---|----------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| | | FECHA: 30/06/2015 | | | | | |
| | | HOJA: 1 DE 1 | | | | | |
| | | CONSECUTIVO: | | | | | |
| Cliete: | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | | | | | |
| Contrato No: | | Sondeo | KM 22+590 | | | | |
| Nombre: | METRO LINEA 12 | Tipo | CALA | | | | |
| | TRAMO: MEXICALTZINGO - ERMITA | Muestra | Centro via | | | | |
| | | Prof. (m) | | | | | |
| | | Prof. media (m) | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1", empaçadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | Fecha de ejecución | | | | |
| | | | 30/06/2015 | | | | |
| Equipo de prueba | Molde No. | 1 | Volumen del cilindro V_{cil} : 3224.50 cm ³ | | | | |
| | | | Peso del cilindro W_{cil} : 5267.00 g | | | | |
| | Peso del pisón | 4.55 kg | Altura de caída del pisón: 43.80 cm | | | | |
| | | | Golpes por capa N: 56 | | | | |
| | | | Número de capas n: 5 | | | | |
| | | | Energía de compactación: 17.29 (kg cm ² /cm ³) | | | | |
| Contenido de agua | | | | | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $W_p + c$ (g) | $W_c + c$ (g) | W_c (g) | W_w (g) | W_s (g) | w (%) |
| 1 | 713 | 304.46 | 293.00 | 121.30 | 11.5 | 171.7 | 6.7 |
| 2 | 511 | 314.49 | 299.36 | 124.96 | 15.1 | 174.4 | 8.7 |
| 3 | 657 | 319.20 | 301.30 | 129.38 | 17.9 | 171.9 | 10.4 |
| 4 | 692 | 340.51 | 317.79 | 119.53 | 22.7 | 198.3 | 11.5 |
| 5 | 589 | 356.95 | 330.65 | 121.94 | 26.3 | 208.7 | 12.6 |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{mh} + W_{cil}$ (kg) | W_{mh} (kg) | $1 / (1+w)$ | PVH (kg / m ³) | PVS (kg / m ³) | | |
| 1 | 11914 | 6647 | 0.94 | 2061 | 1932 | | |
| 2 | 12154 | 6887 | 0.92 | 2136 | 1965 | | |
| 3 | 12342 | 7075 | 0.91 | 2194 | 1987 | | |
| 4 | 12238 | 6971 | 0.90 | 2162 | 1940 | | |
| 5 | 12078 | 6811 | 0.89 | 2112 | 1876 | | |
| | | | | | | Peso volumétrico seco máximo | |
| | | | | | | PVSM = | 1.988 kg/m ³ |
| | | | | | | Contenido de agua óptimo | |
| | | | | | | $w_o =$ | 10.3 % |
| <p>The graph plots 'Peso volumétrico seco, PVS, en kg/m³' on the y-axis (ranging from 1850.0 to 2010.0) against 'Contenido de agua, w, en %' on the x-axis (ranging from 4 to 14). Five data points are plotted, forming a smooth curve that peaks at approximately 10.3% water content and 1988 kg/m³ dry weight.</p> | | | | | | | |
| | | Operador | J.J. | Fecha | 30/06/2015 | | |
| | | Revisó | L.O. | Fecha | 01/07/2015 | | |
| | | Aprobó | M.G. | Fecha | 01/07/2015 | | |
| | | | | | | hoja 1 de 1 | |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
219/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 29/06/2015 | | | |
|---|---|------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------|-------------|-------|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | |
| Ciente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 22+590 | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO - ERMITA | | | Tipo | Cala | | |
| | | | | Muestra | Centro vía | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 26/06/2015 | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado | | |
| | | | | | 110 °C | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Número de golpes | N | 43 | 32 | 21 | 11 | | |
| Cápsula No. | | 151 | 265 | 164 | 188 | | |
| Peso de la cápsula | g | 20.26 | 22.22 | 26.03 | 25.89 | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 28.28 | 31.13 | 35.15 | 33.70 | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 26.72 | 29.36 | 33.28 | 32.01 | | |
| Contenido de agua | % | 24.10 | 24.79 | 25.79 | 27.61 | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | |
| Cápsula No. | | 215 | 190 | Cápsula No. | | | |
| Peso de la cápsula | g | 20.40 | 26.05 | Peso de la cápsula | g | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 42.75 | 47.67 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 40.10 | 45.12 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | |
| Contenido de agua | % | 13.45 | 13.37 | Contenido de agua | % | | |
| | Promedio | 13.4 | | | | | |
| | | | | Altura | cm | inicial | final |
| | | | | Dsuperior | cm | | |
| | | | | Dmedio | cm | | |
| | | | | Dinferior | cm | | |
| | | | | Dpromedio | cm | | |
| | | | | Volumen | cm³ | | |
| | | | | Ws | g | | |
| | | | | Límite líquido | | 21.2 | % |
| | | | | Límite plástico | | 13.4 | % |
| | | | | Límite de contracción | | - | % |
| Índice de plasticidad | | 7.8 | % | | | | |
| Clasificación SUCS | | CL | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 26/06/2015 | | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 29/06/2015 | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 29/06/2015 | | | | |
| hoja 1 de 1 | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX
INF-1

07/07/2015

Página
220/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|------------------------|---|-----------------------|--|---------|-----------------------|---|------------------------------|------------------|----------------------------|--------------------|---------------|------|---------|-----------|-------|--------|--------------|-----------------|------|-----------------|---------|-----------------|-------------|---------|----------------|-------------|----------------|--------------------|-------------|---------|------|-----------|-------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|------|--|--|---|--|-------------------|-----------|-------------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------------------|------------------|----------|-------------------|---------|-------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|
| | | FECHA: 26/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | PAG: 1 DE: 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | CONSECUTIVO: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente: | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No.: | | Sondeo: | Km 22+590 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Obra y sitio: | METRO LÍNEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO - ERMITA | Tipo: | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Muestra: | 1 int. (centro de vía) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Prof. (m): | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Prof. media (m): | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:15%;">GUIJARROS</td> <td style="width:15%;">GRUESA</td> <td style="width:15%;">FINA</td> <td style="width:15%;">GRUESA</td> <td style="width:15%;">MEDIA</td> <td style="width:15%;">FINA</td> <td style="width:15%;">LIMO</td> <td style="width:15%;">ARCILLA</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">GRAVA</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">ARENA</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> | | GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | GRAVA | | | | | | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRAVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mallas</th> </tr> <tr> <th>Tamaño partícula (mm)</th> <th>Peso retenido (g)</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.2 (3")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>50.8 (2")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>38.1 (1 1/2")</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>25.4 (1")</td><td>49.00</td><td>99.7</td></tr> <tr><td>19.05 (3/4")</td><td>898.00</td><td>94.0</td></tr> <tr><td>12.7 (1/2")</td><td>1548.00</td><td>84.1</td></tr> <tr><td>9.53 (3/8")</td><td>1548.00</td><td>74.2</td></tr> <tr><td>6.35 (1/4")</td><td>2251.00</td><td>59.9</td></tr> <tr><td>4.76 (No.4)</td><td>1291.00</td><td>51.7</td></tr> <tr><td>2 (No.10)</td><td>46.13</td><td>39.8</td></tr> <tr><td>0.84 (No.20)</td><td>29.96</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>0.42 (No.40)</td><td>27.96</td><td>24.8</td></tr> <tr><td>0.25 (No.60)</td><td>18.01</td><td>20.1</td></tr> <tr><td>0.149 (No.100)</td><td>18.18</td><td>15.4</td></tr> <tr><td>0.074 (No.200)</td><td>15.29</td><td>11.5</td></tr> </tbody> </table> | | Mallas | | | Tamaño partícula (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | 76.2 (3") | - | - | 50.8 (2") | - | - | 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | 25.4 (1") | 49.00 | 99.7 | 19.05 (3/4") | 898.00 | 94.0 | 12.7 (1/2") | 1548.00 | 84.1 | 9.53 (3/8") | 1548.00 | 74.2 | 6.35 (1/4") | 2251.00 | 59.9 | 4.76 (No.4) | 1291.00 | 51.7 | 2 (No.10) | 46.13 | 39.8 | 0.84 (No.20) | 29.96 | 32.0 | 0.42 (No.40) | 27.96 | 24.8 | 0.25 (No.60) | 18.01 | 20.1 | 0.149 (No.100) | 18.18 | 15.4 | 0.074 (No.200) | 15.29 | 11.5 | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>wcilindro + mat =</td><td>19,089 gr</td></tr> <tr><td>wcilindro =</td><td>3,392 gr</td></tr> <tr><td>wmaterial =</td><td>15,697 gr</td></tr> <tr><td>Volumen =</td><td>9,690 cm³</td></tr> <tr><td>Altura del cil =</td><td>19.90 cm</td></tr> <tr><td>Altura faltante =</td><td>0.00 cm</td></tr> <tr><td>Y_{ds} =</td><td>1.620 kg/cm³</td></tr> <tr><td>Y_{de} =</td><td>1.62 g/cm³</td></tr> </tbody> </table> | | DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | wcilindro + mat = | 19,089 gr | wcilindro = | 3,392 gr | wmaterial = | 15,697 gr | Volumen = | 9,690 cm ³ | Altura del cil = | 19.90 cm | Altura faltante = | 0.00 cm | Y _{ds} = | 1.620 kg/cm ³ | Y _{de} = | 1.62 g/cm ³ |
| Mallas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partícula (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 49.00 | 99.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 898.00 | 94.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 1548.00 | 84.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 1548.00 | 74.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 2251.00 | 59.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 1291.00 | 51.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 46.13 | 39.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 29.96 | 32.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 27.96 | 24.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 18.01 | 20.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 18.18 | 15.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 15.29 | 11.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| wcilindro + mat = | 19,089 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| wcilindro = | 3,392 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| wmaterial = | 15,697 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen = | 9,690 cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura del cil = | 19.90 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura faltante = | 0.00 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y _{ds} = | 1.620 kg/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y _{de} = | 1.62 g/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4</td> <td>15697 g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra usado después de la malla No. 4</td> <td>200 g</td> </tr> <tr> <td>Descripción del suelo</td> <td>Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro</td> </tr> <tr> <td>Preparación / Pretratamiento</td> <td>según SRH (1970)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td> <td>Guijarros / boleos</td> </tr> <tr> <td>% Grava</td> <td>48.3</td> </tr> <tr> <td>% Arena</td> <td>40.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>%Finos</td> <td>11.5</td> </tr> <tr> <td>D₁₀</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D₃₀</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D₆₀</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>C_u</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C_c</td> </tr> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td style="text-align: center;">GC</td> </tr> </table> | | Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 15697 g | Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | % Grava | 48.3 | % Arena | 40.2 | | %Finos | 11.5 | D ₁₀ | | D ₃₀ | | D ₆₀ | | | C _u | | C _c | Clasificación SUCS | GC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 15697 g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 48.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 40.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | %Finos | 11.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₁₀ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₃₀ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₆₀ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C _u | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C _c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | GC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Operador:</td> <td>J.J.</td> <td rowspan="4" style="text-align: right;">hoja 1 de 1</td> </tr> <tr> <td>Revisó:</td> <td>L.O.</td> </tr> <tr> <td>Aprobó:</td> <td>M.G.</td> </tr> <tr> <td>Fecha:</td> <td>26/06/2015</td> </tr> </table> | | Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 | Revisó: | L.O. | Aprobó: | M.G. | Fecha: | 26/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó: | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó: | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha: | 26/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-13, Rev.3

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
221/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

| | |
|--------------|---|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: MEXICALTZINGO - ERMITA |

Sondeo CALAS

Sondeo: Km 22+590 (centro via) Muestra: Integral Profundidad: Base de via Fecha: 29/06/2015 Operador: J.J. Aprobó: M.G.

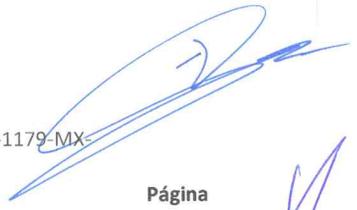
| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1 | 6.00 | 6.80 | 6.65 | 2.30 | 2.3 | 34.59 | |
| 2 | 8.00 | 6.50 | | 2.30 | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |


PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS O CBR)

Obra: Metro línea 12 Tramo: Mexicaltzingo-Ermita
Sitio: Km 22+590 (centro de vía)
Operador: J. Salazar
Calculó: R. Flores

Muestra: 1-integral
Pozo: Cala
Prof: Base m
Fecha: 29-jun-15

Datos del molde.

Número: 27
Diámetro: 6 pulg

Datos del anillo.

Constante: 8.35

Datos de la prueba.

Peso mat + molde : 9,199.00 g
Peso del molde: 4,800.00 g
Peso húmedo : 4,399.00 g
Peso seco : 4,102.65 g

Agua agregada : 300 cm³
Altura molde : 17.74 cm
Altura faltante : 5.84 cm
Altura material : 11.90 cm

Area del molde: 182.89 cm²
Volumen del molde: 2,176.44 cm³

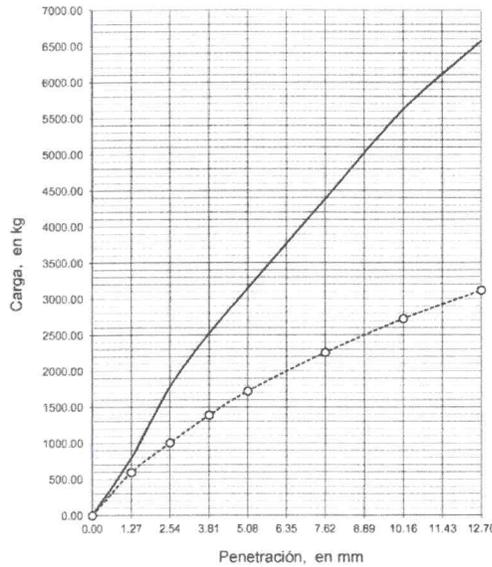
Peso vol. húmedo : 2,021 kg/m³
Peso vol. seco : 1,889 kg/m³

Contenido de agua.

No de cápsula: 10
Peso de cápsula: 61.37 g
Wm + cápsula: 419.26 g
Ws + cápsula: 395.15 g
Contenido de agua: 7.2 %

Expansión libre

6 "
Lectura inicial: 4.200 mm
Lectura final: 4.200 mm
% de expansión: 0.00 %



— VRS natural: 156 %
- - - VRS saturado: 85 %

| Penetración (mm) | Muestra sin saturar | | | | | Muestra saturada | | | | |
|------------------|---------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|
| | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) |
| 1.27 | 95 | 793.3 | 758.13 | 39.55 | 104.6 | 71 | 592.85 | 758.13 | 39.55 | 78.2 |
| 2.54 | 214 | 1786.9 | 1,347.79 | 70.31 | 132.6 | 120 | 1,002.00 | 1,347.79 | 70.31 | 74.3 |
| 3.81 | 302 | 2521.7 | 1,768.97 | 92.28 | 142.6 | 166 | 1,386.10 | 1,768.97 | 92.28 | 78.4 |
| 5.08 | 377 | 3148.0 | 2,021.68 | 105.46 | 155.7 | 206 | 1,720.10 | 2,021.68 | 105.46 | 85.1 |
| 7.62 | 525 | 4383.8 | 2,560.79 | 133.58 | 171.2 | 270 | 2,254.50 | 2,560.79 | 133.58 | 88.0 |
| 10.16 | 673 | 5619.6 | 3,099.91 | 161.71 | 181.3 | 326 | 2,722.10 | 3,099.91 | 161.71 | 87.8 |
| 12.70 | 787 | 6571.5 | 3,504.24 | 182.80 | 187.5 | 373 | 3,114.55 | 3,504.24 | 182.80 | 88.9 |

Observaciones:

Clasificación: Gravitas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
223/497

14.7 Resultados de los ensayos pk 23+090

ADIC INGENIERÍA

**REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 23+090
MÉXICO D.F.**

30 de junio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
224/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 23+090
MÉXICO D.F.

30 de junio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
225/497



1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 18 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 23+090, del Tramo Ermita-Eje central.

En la cala del KM 23+090, Centro de vía, al material base de relleno, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Junio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx



- c) Contenido natural de agua w.
- d) Límites de consistencia LL, LP.
- e) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Alejandro Herrera Canseco
Jefe de Proyecto

México, D.F., 30 de junio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Junio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
227/497

| | | CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216 | | | | | | | | | | | FORMA LS-10, Rev. 2 | | | |
|--------------|-----------------|---|----|--------------|-----------|--------------|--------|-----------------|---------------|----------------|--------|----------------|---------------------|---|---|---|
| | | FECHA: 23/06/2015 | | HOJA: 1 DE 1 | | CONSECUTIVO: | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Sondeo | | | | Calas | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Tipo | | | | Calas | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 | | | | | | | Temperatura | 110 | | | | | | | |
| Equipo | | | | Báscula No. | 1 | | | Horno No. | 2 | | | | | | | |
| Muestra | No. | Prof (m) | de | a | Long (cm) | Cápsula, c | | Peso húmedo + c | Peso seco + c | w _p | g | w _s | g | w | % | DESCRIPCION DEL SUELO |
| | | | | | | No. | g | | | | | | | | | |
| | | | | | S | 288 | 119.81 | 279.49 | 261.91 | 17.58 | 142.10 | | | | | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café |
| | | | | | S | | | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | | | |

Notas: w_p, peso del agua; w_s, peso de sólidos; w, contenido de agua; REC, recuperación de roca; CR, índice de calidad de la roca
 S, sección superior; I, sección inferior; TM, tamaño máximo.

Forma LS-10, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1
 07/07/2015

Página
 228/497

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Ciliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: ERMITA-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (Inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobranete gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| cala km 23+090 | 3355.25 | 7231.00 | 2160.33 | 2439.00 | 2631.67 | 1.40 | 1879.76 | 1.78 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wm gr | W _{seco} gr | W _{agua} gr | W _{hara} gr | W _{resaca} gr | W (cont-agua) % | γ_d (rd/w) gr/cm ³ |
|----------------|-----------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------|--|
| cala km 23+090 | 298 | 279.49 | 261.91 | 17.58 | 119.81 | 142.10 | 12.40 | 1.59 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Página
229/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------------|--|----------------|---------------|-------------|---------|------|---------------------|---------|-------|--------------------|---------|-------|-----------------------|---|-------|------------------------------|-----------------|--|----------------------------|--------------------|---|--|---------|-------|--|---------|-------|--|--|---------|------|--|-----------------|------|----------------|------|-----------------|------|----------------|-----|-----------------|------|--|--|--------------------|--|--------------------------------------|--|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 23+090 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: ERMITA - EJE CENTRAL | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">GUIJARROS</td> <td style="width: 10%;">GRUESA</td> <td style="width: 10%;">FINA</td> <td style="width: 10%;">GRUESA</td> <td style="width: 10%;">MEDIA</td> <td style="width: 10%;">FINA</td> <td style="width: 15%;">LIMO</td> <td style="width: 10%;">ARCILLA</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">GRAVA</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">ARENA</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> | | | | | | GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | GRAVA | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRAVA | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mallas | | Sedimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partícula (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas (mm) | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 131.87 | 95.3 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 274.28 | 85.5 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 192.18 | 78.7 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 188.20 | 72.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 314.23 | 60.8 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 270.83 | 51.2 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 415.53 | 36.4 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 219.98 | 28.6 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 239.69 | 20.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 154.10 | 14.6 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 148.69 | 9.3 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 134.98 | 4.5 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Cápsula No.</td> <td colspan="2">E</td> </tr> <tr> <td>Cáp. + muestra seca</td> <td colspan="2">3096.36</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra</td> <td colspan="2">2809.81</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Descripción del suelo</td> <td colspan="2">Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café</td> </tr> <tr> <td>Preparación / Pretratamiento</td> <td colspan="2">según ASTM D422</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td> <td>Guijarros / boleos</td> <td colspan="2">-</td> </tr> <tr> <td>% Grava</td> <td colspan="2">48.80</td> </tr> <tr> <td>% Arena</td> <td colspan="2">46.70</td> </tr> <tr> <td></td> <td>% Finos</td> <td colspan="2">4.50</td> </tr> <tr> <td>D₁₀</td> <td>0.16</td> <td>C_u</td> <td>38.9</td> </tr> <tr> <td>D₃₀</td> <td>1.05</td> <td>C_c</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>D₆₀</td> <td>6.22</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Clasificación SUCS</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">G BIEN GRADUADA (W)</td> </tr> </table> | | | Cápsula No. | E | | Cáp. + muestra seca | 3096.36 | | Peso de la muestra | 2809.81 | | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | | % Grava | 48.80 | | % Arena | 46.70 | | | % Finos | 4.50 | | D ₁₀ | 0.16 | C _u | 38.9 | D ₃₀ | 1.05 | C _c | 1.1 | D ₆₀ | 6.22 | | | Clasificación SUCS | | G BIEN GRADUADA (W) | |
| Cápsula No. | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáp. + muestra seca | 3096.36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra | 2809.81 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 48.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 46.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Finos | 4.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₁₀ | 0.16 | C _u | 38.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₃₀ | 1.05 | C _c | 1.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₆₀ | 6.22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | | G BIEN GRADUADA (W) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Operador</td> <td>I.C.</td> </tr> <tr> <td>Revisó</td> <td>L.O.</td> </tr> <tr> <td>Aprobó</td> <td>M.G.</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>23/06/2015</td> </tr> </table> | | Operador | I.C. | Revisó | L.O. | Aprobó | M.G. | Fecha | 23/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | I.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | 23/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
230/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 25/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-----------------------------|--|------------------------|----------------|-------|---------|-----------------|-----------------------|-------|-----------------------|------------|--------------------|-----------------------|-------|------------|-----------------------|----|--|--|-----------------------|----|--|--|---------|-----------------|--|--|----|---|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 23+090 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: ERMITA - EJE CENTRAL | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 24/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado 110 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 45 | 33 | 21 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 242 | 349 | 357 | 234 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 26.72 | 25.44 | 26.91 | 25.04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 33.95 | 32.47 | 34.86 | 34.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 32.63 | 31.17 | 33.33 | 32.51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 22.34 | 22.69 | 23.83 | 25.30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 187 | 156 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 26.03 | 19.87 | Peso de la cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 48.15 | 42.15 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 45.26 | 39.24 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 15.03 | 15.02 | Contenido de agua | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 15.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td>inicial</td><td>final</td></tr> <tr><td>D^{superior}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D^{medio}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D^{inferior}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D^{promedio}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ws</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | Altura | cm | inicial | final | D ^{superior} | cm | | | D ^{medio} | cm | | | D ^{inferior} | cm | | | D ^{promedio} | cm | | | Volumen | cm ³ | | | Ws | g | | |
| | | | | Altura | cm | inicial | final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ^{superior} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ^{medio} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ^{inferior} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ^{promedio} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Límite líquido</td><td>23.5</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite plástico</td><td>15.0</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>8.5</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | Límite líquido | 23.5 | % | Límite plástico | 15.0 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 8.5 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite líquido | 23.5 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 15.0 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 8.5 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Operador</td><td>J.S.</td><td>Fecha</td><td>24/06/2015</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L. O.</td><td>Fecha</td><td>25/06/2015</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td><td>Fecha</td><td>25/06/2015</td></tr> </table> | | Operador | J.S. | Fecha | 24/06/2015 | Revisó | L. O. | Fecha | 25/06/2015 | Aprobó | M.G. | Fecha | 25/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 24/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 25/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 25/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
231/497

14.8 Resultados de los ensayos pk 23+390

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 23+390
MÉXICO D.F.

02 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
232/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 23+390
MÉXICO D.F.

02 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015



Página
233/497



1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 18 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 23+390, del Tramo Ermita -Eje Central.

En la cala del KM 23+390, Centro de vía, se extrajo muestra integral de la base de relleno, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
234/497

- c) Contenido natural de agua w .
- d) Límites de consistencia LL , LP .
- e) Granulometría por mallas.
- f) Muestreo integral de suelos para realizar: Compactación AASHTO modificada, equivalente de arena y valor relativo de soporte VRS.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Alejandro Herrera Canseco
Jefe de Proyecto

México, D.F., 02 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
235/497

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Ciliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: ERMITA-EJE CENTRAL |

| | |
|--------|-------|
| Sondeo | CALAS |
|--------|-------|

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| cala km 23+390 | 3258.27 | 7189.00 | 2160.33 | 2737.00 | 2291.67 | 1.40 | 1636.91 | 1.99 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | w _m gr | w _{seco} gr | w _{agua} gr | w _{hara} gr | w _{moeda} gr | w (cont-agua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|-----------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|--|
| cala km 23+390 | 103 | 376.61 | 369.21 | 7.40 | 120.44 | 248.77 | 3.00 | 1.93 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Página
237/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------|-------------------|---------------|------|---------------|---------|------------------------|-------------------|--------|-------------------|--------|-----------|-------|---|---|-------|-----------|---|-------|---|---|---------------|-------|------|---|---|-----------|-------|------|---|---|--------------|--------|------|---|---|-------------|--------|------|---|---|-------------|--------|------|---|---|-------------|--------|------|---|---|-------------|--------|------|---|---|-----------|--------|------|---|---|--------------|--------|------|---|---|--------------|--------|------|---|---|--------------|--------|------|---|---|----------------|--------|------|---|---|----------------|--------|-----|---|---|---|--|--|-------------|-----|---------------------|---------|--------------------|---------|-----------------------|---|------------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|---|---------|-------|---------|-------|--|--------|------|-----|------|----|------|-----|------|----|-----|-----|------|--|--|--------------------|--------------------------------------|--|--|----------|------|-------------|--|--------|------|--------|------|-------|------------|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | Sondeo | km 23+390 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: ERMITA-EJE CENTRAL | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Muestra | Centro de via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Prof. (m) | Base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">GUJARROS</td> <td style="width: 10%;">GRUESA</td> <td style="width: 10%;">FINA</td> <td style="width: 10%;">GRUESA</td> <td style="width: 10%;">MEDIA</td> <td style="width: 10%;">FINA</td> <td style="width: 15%;">LIMO</td> <td style="width: 10%;">ARCILLA</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">GRAVA</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">ARENA</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> | | | | | | GUJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | GRAVA | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRAVA | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mallas</th> <th colspan="2">Sedimentación</th> </tr> <tr> <th>Tamaño partículas (mm)</th> <th>Peso retenido (g)</th> <th>% pasa</th> <th>Tam partículas mm</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.2 (3")</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>50.8 (2")</td><td>-</td><td>100.0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>38.1 (1 1/2")</td><td>30.47</td><td>99.0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>25.4 (1")</td><td>45.96</td><td>97.4</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>19.05 (3/4")</td><td>153.67</td><td>92.2</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>12.7 (1/2")</td><td>342.49</td><td>80.5</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>9.53 (3/8")</td><td>250.11</td><td>72.0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>6.35 (1/4")</td><td>465.67</td><td>56.1</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>4.76 (No.4)</td><td>295.26</td><td>46.1</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2 (No.10)</td><td>366.54</td><td>33.6</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>0.84 (No.20)</td><td>146.76</td><td>28.6</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>0.42 (No.40)</td><td>165.61</td><td>22.9</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>0.25 (No.60)</td><td>124.51</td><td>18.7</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>0.149 (No.100)</td><td>131.49</td><td>14.2</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>0.074 (No.200)</td><td>131.53</td><td>9.7</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | | | Mallas | | | Sedimentación | | Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam partículas mm | % pasa | 76.2 (3") | - | - | - | - | 50.8 (2") | - | 100.0 | - | - | 38.1 (1 1/2") | 30.47 | 99.0 | - | - | 25.4 (1") | 45.96 | 97.4 | - | - | 19.05 (3/4") | 153.67 | 92.2 | - | - | 12.7 (1/2") | 342.49 | 80.5 | - | - | 9.53 (3/8") | 250.11 | 72.0 | - | - | 6.35 (1/4") | 465.67 | 56.1 | - | - | 4.76 (No.4) | 295.26 | 46.1 | - | - | 2 (No.10) | 366.54 | 33.6 | - | - | 0.84 (No.20) | 146.76 | 28.6 | - | - | 0.42 (No.40) | 165.61 | 22.9 | - | - | 0.25 (No.60) | 124.51 | 18.7 | - | - | 0.149 (No.100) | 131.49 | 14.2 | - | - | 0.074 (No.200) | 131.53 | 9.7 | - | - | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Cápsula No.</td><td>18R</td></tr> <tr><td>Cáp. + muestra seca</td><td>2952.15</td></tr> <tr><td>Peso de la muestra</td><td>2936.35</td></tr> <tr><td>Descripción del suelo</td><td>Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro</td></tr> <tr><td>Preparación / Pretratamiento</td><td>según ASTM D422</td></tr> <tr><td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td><td>Guijarros / boleos</td><td>-</td></tr> <tr><td>% Grava</td><td>53.90</td></tr> <tr><td>% Arena</td><td>36.40</td></tr> <tr><td></td><td>%Finos</td><td>9.70</td></tr> <tr><td>D10</td><td>0.08</td><td>Cu</td><td>89.1</td></tr> <tr><td>D30</td><td>1.17</td><td>Cc</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>D60</td><td>7.13</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td colspan="3" style="text-align: center;">G BIEN GRADUADA (W)</td></tr> <tr><td>Operador</td><td>I.C.</td><td colspan="2" rowspan="4" style="vertical-align: middle;">hoja 1 de 1</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L.O.</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>24/06/2015</td></tr> </table> | | | Cápsula No. | 18R | Cáp. + muestra seca | 2952.15 | Peso de la muestra | 2936.35 | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | % Grava | 53.90 | % Arena | 36.40 | | %Finos | 9.70 | D10 | 0.08 | Cu | 89.1 | D30 | 1.17 | Cc | 2.4 | D60 | 7.13 | | | Clasificación SUCS | G BIEN GRADUADA (W) | | | Operador | I.C. | hoja 1 de 1 | | Revisó | L.O. | Aprobó | M.G. | Fecha | 24/06/2015 |
| Mallas | | | Sedimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam partículas mm | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | 100.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | 30.47 | 99.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 45.96 | 97.4 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 153.67 | 92.2 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 342.49 | 80.5 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 250.11 | 72.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 465.67 | 56.1 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 295.26 | 46.1 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 366.54 | 33.6 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 146.76 | 28.6 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 165.61 | 22.9 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 124.51 | 18.7 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 131.49 | 14.2 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 131.53 | 9.7 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | 18R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáp. + muestra seca | 2952.15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra | 2936.35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 53.90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 36.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | %Finos | 9.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D10 | 0.08 | Cu | 89.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D30 | 1.17 | Cc | 2.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D60 | 7.13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | G BIEN GRADUADA (W) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | I.C. | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | 24/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

| | | PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | | | FORMA LP-02, Rev. 1 | |
|---|-------------------------|---|----------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------|------------|
| | | | | | | FECHA: 01/07/2015 | |
| | | | | | | HOJA: 1 DE 1 | |
| | | | | | | CONSECUTIVO: | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA | | Datos muestra: | | | | | |
| Contrato No: | | Sondeo | | KM 23+390 | | | |
| Nombre: METRO LÍNEA 12 | | Tipo | | CALA | | | |
| TRAMO: ERMITA - EJE CENTRAL | | Muestra | | Centro via | | | |
| | | Prof. (m) | | | | | |
| | | Prof. media (m) | | | | | |
| Descripción del suelo | | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1", empaçadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | | Fecha de ejecución | |
| | | | | | | 01/07/2015 | |
| Equipo de prueba | Molde No. | 1 | Volumen del cilindro V_{cil} : | 3224.50 cm^3 | Golpes por capa N: | 56 | |
| | | | Peso del cilindro W_{cil} : | 5267.00 g | Número de capas n: | 5 | |
| | Peso del pisón | 4.55 kg | Altura de caída del pisón | 43.80 cm | Energía de compactación | 17.29 (kg cm)/ cm^3 | |
| Contenido de agua | | | | | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $W_p + C$ (g) | $W_s + C$ (g) | W_c (g) | W_w (g) | W_s (g) | w (%) |
| 1 | 628 | 312.92 | 302.52 | 123.33 | 10.4 | 179.2 | 5.8 |
| 2 | 596 | 290.25 | 279.40 | 126.71 | 10.9 | 152.7 | 7.1 |
| 3 | 582 | 316.03 | 299.94 | 120.33 | 16.1 | 179.6 | 9.0 |
| 4 | 648 | 344.77 | 321.36 | 117.73 | 23.4 | 203.6 | 11.5 |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{mb} + W_{cil}$ (kg) | W_{mp} (kg) | $1/(1+w)$ | PVH (kg / m^3) | PVS (kg / m^3) | | |
| 1 | 11779 | 6512 | 0.95 | 2020 | 1909 | Peso volumétrico seco máximo | |
| 2 | 11989 | 6722 | 0.93 | 2085 | 1947 | PVSM = <u>1.995</u> kg/m^3 | |
| 3 | 12276 | 7009 | 0.92 | 2174 | 1995 | Contenido de agua óptimo | |
| 4 | 12122 | 6855 | 0.90 | 2126 | 1907 | $w_c =$ <u>8.8</u> % | |
| <p>Peso volumétrico seco, PVS, en kg/m^3</p> <p>Contenido de agua, w, en %</p> | | | | | | | |
| | | | | Operador | J.J. | Fecha | 01/07/2015 |
| | | | | Revisó | L.O. | Fecha | 02/07/2015 |
| | | | | Aprobó | M.G. | Fecha | 02/07/2015 |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
239/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LIMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | | FECHA: 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|-----------------------------|---|----------------------------------|----------------|------|---|-----------------|------|---|-----------------------|---|---|-----------------------|------|---|--------------------|----|--|
| | | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | | Sondeo | km 23+390 | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: ERMITA - EJE CENTRAL | | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Muestra | Centro via | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Prof. (m) | Base de via | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | | Fecha de ejecución 26/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado | 110 °C | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 45 | 32 | 22 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 154 | 290 | 301 | 168 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 26.17 | 31.99 | 25.29 | 25.92 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 34.58 | 39.95 | 34.24 | 34.33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 32.96 | 38.40 | 32.47 | 32.62 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 23.86 | 24.18 | 24.65 | 25.60 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 194 | 356 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 19.90 | 25.61 | Peso de la cápsula g | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 39.58 | 46.84 | Peso suelo húmedo+cápsula g | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 37.31 | 44.39 | Peso del suelo seco+cápsula g | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 13.04 | 13.05 | Contenido de agua % | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 13.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | inicial | | final | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Altura cm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dsuperior cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dmedio cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dinferior cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dpromedio cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen cm³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Límite líquido</td> <td>24.6</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite plástico</td> <td>13.0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite de contracción</td> <td>-</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice de plasticidad</td> <td>11.6</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td>CL</td> <td></td> </tr> </table> | | Límite líquido | 24.6 | % | Límite plástico | 13.0 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 11.6 | % | Clasificación SUCS | CL | |
| Límite líquido | 24.6 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 13.0 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 11.6 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Operador | | J.S. | Fecha | 26/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Revisó | | L. O. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Aprobó | | M.G. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
240/497

| | | ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----------|---|------------------------|--|------------------------|--|---------|-----------------------|---|-----------------|-----------|------------------------------|------------------|--|---|----------------------------|--------------------|-------|------|--------------|--------|------|-------------|---------|------|-------------|---------|------|-------------|---------|------|-------------|---------|------|-----------|-------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|------|--|--|---|--|-------------------|-----------|-------------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------------------|------------------|----------|-------------------|---------|------------------|--------------------------|------------------|------------------------|
| | | | | FECHA: | 26/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | PAG: | 1 DE: 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | CONSECUTIVO: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente: | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No.: | | | | Sondeo: | Km 23+390 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Obra y sitio: | METRO LÍNEA 12 TRAMO: ERMITA - EJE CENTRAL | | | Tipo: | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra: | 1 int. (centro de vía) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m): | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. media (m): | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:20%;">GUIJARROS</td> <td style="width:10%;">GRUESA</td> <td style="width:10%;">FINA</td> <td style="width:10%;">GRUESA</td> <td style="width:10%;">MEDIA</td> <td style="width:10%;">FINA</td> <td style="width:20%;">LIMO</td> <td style="width:20%;">ARCILLA</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">GRAVA</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">ARENA</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> | GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | GRAVA | | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRAVA | | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mallas</th> </tr> <tr> <th>Tamaño partículas (mm)</th> <th>Peso retenido (g)</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.2 (3")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>50.8 (2")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>38.1 (1 1/2")</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>25.4 (1")</td><td>45.00</td><td>99.7</td></tr> <tr><td>19.05 (3/4")</td><td>817.00</td><td>94.6</td></tr> <tr><td>12.7 (1/2")</td><td>1424.00</td><td>85.6</td></tr> <tr><td>9.53 (3/8")</td><td>1495.00</td><td>76.2</td></tr> <tr><td>6.35 (1/4")</td><td>1977.00</td><td>63.8</td></tr> <tr><td>4.76 (No.4)</td><td>1325.00</td><td>55.4</td></tr> <tr><td>2 (No.10)</td><td>36.43</td><td>45.3</td></tr> <tr><td>0.84 (No.20)</td><td>27.42</td><td>37.7</td></tr> <tr><td>0.42 (No.40)</td><td>28.87</td><td>29.7</td></tr> <tr><td>0.25 (No.60)</td><td>20.75</td><td>24.0</td></tr> <tr><td>0.149 (No.100)</td><td>23.42</td><td>17.5</td></tr> <tr><td>0.074 (No.200)</td><td>20.98</td><td>11.7</td></tr> </tbody> </table> | | Mallas | | | Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | 76.2 (3") | - | - | 50.8 (2") | - | - | 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | 25.4 (1") | 45.00 | 99.7 | 19.05 (3/4") | 817.00 | 94.6 | 12.7 (1/2") | 1424.00 | 85.6 | 9.53 (3/8") | 1495.00 | 76.2 | 6.35 (1/4") | 1977.00 | 63.8 | 4.76 (No.4) | 1325.00 | 55.4 | 2 (No.10) | 36.43 | 45.3 | 0.84 (No.20) | 27.42 | 37.7 | 0.42 (No.40) | 28.87 | 29.7 | 0.25 (No.60) | 20.75 | 24.0 | 0.149 (No.100) | 23.42 | 17.5 | 0.074 (No.200) | 20.98 | 11.7 | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>wcilindro + mat =</td><td>19,288 gr</td></tr> <tr><td>wcilindro =</td><td>3,392 gr</td></tr> <tr><td>wmaterial =</td><td>15,896 gr</td></tr> <tr><td>Volumen =</td><td>9,690 cm³</td></tr> <tr><td>Altura del cil =</td><td>19.90 cm</td></tr> <tr><td>Altura faltante =</td><td>0.00 cm</td></tr> <tr><td>γ_{sat} =</td><td>1.640 kg/cm³</td></tr> <tr><td>γ_{des} =</td><td>1.64 g/cm³</td></tr> </tbody> </table> | | DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | wcilindro + mat = | 19,288 gr | wcilindro = | 3,392 gr | wmaterial = | 15,896 gr | Volumen = | 9,690 cm ³ | Altura del cil = | 19.90 cm | Altura faltante = | 0.00 cm | γ_{sat} = | 1.640 kg/cm ³ | γ_{des} = | 1.64 g/cm ³ |
| Mallas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 45.00 | 99.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 817.00 | 94.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 1424.00 | 85.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 1495.00 | 76.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 1977.00 | 63.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 1325.00 | 55.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 36.43 | 45.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 27.42 | 37.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 28.87 | 29.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 20.75 | 24.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 23.42 | 17.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 20.98 | 11.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| wcilindro + mat = | 19,288 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| wcilindro = | 3,392 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| wmaterial = | 15,896 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen = | 9,690 cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura del cil = | 19.90 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura faltante = | 0.00 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| γ_{sat} = | 1.640 kg/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| γ_{des} = | 1.64 g/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4</td> <td>15896 g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra usado después de la malla No. 4</td> <td>200 g</td> </tr> </table> | | Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 15896 g | Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Descripción del suelo</td> <td colspan="3">Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empaçadas en arena, con poco arcilla, color café claro</td> </tr> <tr> <td>Preparación / Pretratamiento</td> <td colspan="3">según SRH (1970)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td> <td>Guijarros / boleos</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>% Grava</td> <td>44.6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Arena</td> <td>43.7</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>%Finos</td> <td>11.7</td> <td></td> </tr> </table> | | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empaçadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | | | Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | - | % Grava | 44.6 | | % Arena | 43.7 | | | %Finos | 11.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 15896 g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empaçadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 44.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 43.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | %Finos | 11.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>D₁₀</td> <td></td> <td>C_u</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D₃₀</td> <td></td> <td>C_c</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D₆₀</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | | D ₁₀ | | C _u | | D ₃₀ | | C _c | | D ₆₀ | | | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td style="text-align: center;">GC</td> </tr> </table> | | Clasificación SUCS | GC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₁₀ | | C _u | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₃₀ | | C _c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₆₀ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | GC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Operador:</td> <td>J.J.</td> <td rowspan="4" style="text-align: right;">hoja 1 de 1</td> </tr> <tr> <td>Revisó:</td> <td>L.O.</td> </tr> <tr> <td>Aprobó:</td> <td>M.G.</td> </tr> <tr> <td>Fecha:</td> <td>26/06/2015</td> </tr> </table> | | Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 | Revisó: | L.O. | Aprobó: | M.G. | Fecha: | 26/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó: | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó: | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha: | 26/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-13, Rev.3

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
241/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

| | |
|--------------|--|
| Ciente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 ^F TRAMO: ERMITA - EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

Sondeo: Km 23+390 (centro via) Muestra: Integral Profundidad: Base de via Fecha: 26/06/2015 Operador: J.J. Aprobó: M.G.

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1 | 5.00 | 6.60 | 6.45 | 2.20 | 2.15 | 33.33 | |
| 2 | 7.00 | 6.30 | | 2.10 | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS O CBR)

Obra: Metro línea 12 Tramo: Ermita - Eje Central
Sitio: Km 23+390 (centro de vía)
Operador: J. Salazar
Calculó: R. Flores

Muestra: 1-integral
Pozo: Cala
Prof: Base m
Fecha: 29-jun-15

Datos del molde.

Número: 2
 Diámetro: 6 pulg

Datos del anillo.

Constante: 8.35

Datos de la prueba.

Peso mat + molde : 9,482.00 g
 Peso del molde: 5,030.00 g
 Peso húmedo : 4,452.00 g
 Peso seco : 4,124.37 g

Agua agregada : 350 cm³
 Altura molde : 17.76 cm
 Altura faltante : 6.15 cm
 Altura material : 11.61 cm

Area del molde: 181.70 cm²
 Volumen del molde: 2,109.50 cm³

Peso vol. húmedo : 2,110 kg/m³
Peso vol. seco : 1,954 kg/m³

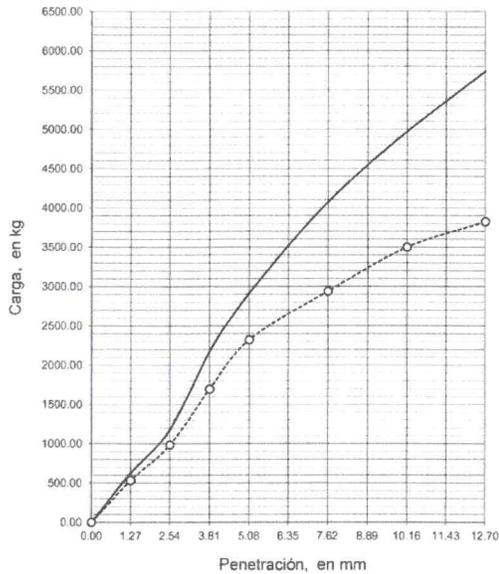
Contenido de agua.

No de cápsula: 4
 Peso de cápsula: 63.01 g
 Wm + cápsula: 434.11 g
 Ws + cápsula: 406.80 g
 Contenido de agua: 7.9 %

Expansión libre 6 "

Lectura inicial: 6.100 mm
 Lectura final: 6.150 mm
 % de expansión: 0.00 %

— VRS natural: 144 %
 - - - VRS saturado: 115 %



| Penetración (mm) | Muestra sin saturar | | | | | Muestra saturada | | | | |
|------------------|---------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|
| | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) |
| 1.27 | 75 | 626.3 | 758.13 | 39.55 | 82.6 | 64 | 534.40 | 758.13 | 39.55 | 70.5 |
| 2.54 | 141 | 1177.4 | 1,347.79 | 70.31 | 87.4 | 118 | 985.30 | 1,347.79 | 70.31 | 73.1 |
| 3.81 | 260 | 2171.0 | 1,768.97 | 92.28 | 122.7 | 203 | 1,695.05 | 1,768.97 | 92.28 | 95.8 |
| 5.08 | 349 | 2914.2 | 2,021.68 | 105.46 | 144.1 | 278 | 2,321.30 | 2,021.68 | 105.46 | 114.8 |
| 7.62 | 488 | 4074.8 | 2,560.79 | 133.58 | 159.1 | 352 | 2,939.20 | 2,560.79 | 133.58 | 114.8 |
| 10.16 | 595 | 4968.3 | 3,099.91 | 161.71 | 160.3 | 419 | 3,498.65 | 3,099.91 | 161.71 | 112.9 |
| 12.70 | 687 | 5736.5 | 3,504.24 | 182.80 | 163.7 | 458 | 3,824.30 | 3,504.24 | 182.80 | 109.1 |

Observaciones:

Clasificación: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
243/497

14.9 Resultados de los ensayos pk 23+650

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 23+650
MÉXICO D.F.

07 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
244/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 23+650
MÉXICO D.F.

07 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
245/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 27 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 23+650, del Tramo Ermita-Eje central.

En la cala del KM 23+650, Centro de vía, al material base de relleno, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
246/497



- c) Contenido natural de agua *w*.
- d) Límites de consistencia *LL*, *LP*.
- e) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mabel García C.
Jefe de Proyecto

México, D.F., 07 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
247/497

| CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216 | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-------------|--------|-----------------|--------|---------------|--------|----------------|---|----------------|---|---|--|
| FORMA LS-10, Rev. 2 | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 03/07/2015 | | | | | | | | | | | | | |
| HOJA 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | |
| CONSECUTIVO: | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | | Sondeo | | Caldas | | Caldas | | | | | | | |
| Contrato No. | | Tipo | | Temperatura | | | | | | | | | |
| | | 110 | | °C | | | | | | | | | |
| Nombre | | | | Operador | | Fecha | | 30/06/2015 | | | | | |
| METRO LINEA 12 | | | | Revisó | | Fecha | | 03/07/2015 | | | | | |
| TRAMO ERMITA-EJE CENTRAL | | | | Aprobó | | Fecha | | 03/07/2015 | | | | | |
| Equipo | | Báscula No. | | Horno No. | | | | | | | | | |
| | | 1 | | 2 | | | | | | | | | |
| Muestra | | Cápsula, c | | Peso húmedo + c | | Peso seco + c | | w _s | | w _t | | w | |
| No. | Prof (m) | No. | g | g | g | g | g | g | g | % | % | | |
| 1 | de a | 240 | 118.95 | 375.14 | 370.63 | 4.51 | 251.68 | | | | | | |
| CALA km 23+650 | | | | | | | | | | | | | |
| Centro de vía | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION DEL SUELO | | | | | | | | | | | | | |
| Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/4", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | | | | | |

Notas: w_s, peso del agua; w_t, peso de sólidos; w, contenido de agua; REC, recuperación de roca; ICR, índice de calidad de la roca
 S, sección superior; I, sección inferior; TM, tamaño máximo

Forma LS-10, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
 INF-1
 07/07/2015



Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: ERMITA-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobranste gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| cala km 23+650 | 3236.21 | 7125.00 | 2160.33 | 2298.00 | 2666.67 | 1.40 | 1904.76 | 1.70 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wm gr | Wseco gr | Wagua gr | Wagua gr | Wmeca gr | W (contagua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|-----------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|--|
| cala km 23+650 | 240 | 375.14 | 370.63 | 4.51 | 118.95 | 251.68 | 1.80 | 1.67 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------|----------------|---------------|------------|------------------------|-------------------|--------|-----------|-------|------|-----------|---------|-------|---------------|---|-------|-----------|-------|------|--------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-----------|--------|------|--------------|--------|------|--------------|--------|------|--------------|--------|------|----------------|--------|------|----------------|--------|-----|---|--|--|---------------|--|--------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|------------|---|---------------------|---------|--------------------|---------|-----------------------|---|------------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|---|---------|-------|---------|-------|---------|------|-----------------|------|----------------|------|-----------------|------|----------------|-----|-----------------|------|--|--|--------------------|--------------------------------------|--|--|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | Sondeo | km 23+650 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: ERMITA - EJE CENTRAL | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Muestra | Centro de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Prof. (m) | Base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">GUIJARROS</td> <td style="width: 10%;">GRUESA</td> <td style="width: 10%;">FINA</td> <td style="width: 10%;">GRUESA</td> <td style="width: 10%;">MEDIA</td> <td style="width: 10%;">FINA</td> <td style="width: 15%;">LIMO</td> <td style="width: 10%;">ARCILLA</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">GRAVA</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">ARENA</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> | | | | | | GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | GRAVA | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRAVA | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mallas</th> </tr> <tr> <th>Tamaño partículas (mm)</th> <th>Peso retenido (g)</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.2 (3")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>50.8 (2")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>38.1 (1 1/2")</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>25.4 (1")</td><td>41.63</td><td>98.6</td></tr> <tr><td>19.05 (3/4")</td><td>109.68</td><td>94.8</td></tr> <tr><td>12.7 (1/2")</td><td>266.16</td><td>85.8</td></tr> <tr><td>9.53 (3/8")</td><td>203.80</td><td>78.8</td></tr> <tr><td>6.35 (1/4")</td><td>458.51</td><td>63.2</td></tr> <tr><td>4.76 (No.4)</td><td>338.03</td><td>51.7</td></tr> <tr><td>2 (No.10)</td><td>463.34</td><td>35.9</td></tr> <tr><td>0.84 (No.20)</td><td>188.93</td><td>29.4</td></tr> <tr><td>0.42 (No.40)</td><td>197.69</td><td>22.7</td></tr> <tr><td>0.25 (No.60)</td><td>131.83</td><td>18.2</td></tr> <tr><td>0.149 (No.100)</td><td>126.62</td><td>13.9</td></tr> <tr><td>0.074 (No.200)</td><td>116.82</td><td>9.9</td></tr> </tbody> </table> | | | Mallas | | | Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | 76.2 (3") | - | - | 50.8 (2") | - | - | 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | 25.4 (1") | 41.63 | 98.6 | 19.05 (3/4") | 109.68 | 94.8 | 12.7 (1/2") | 266.16 | 85.8 | 9.53 (3/8") | 203.80 | 78.8 | 6.35 (1/4") | 458.51 | 63.2 | 4.76 (No.4) | 338.03 | 51.7 | 2 (No.10) | 463.34 | 35.9 | 0.84 (No.20) | 188.93 | 29.4 | 0.42 (No.40) | 197.69 | 22.7 | 0.25 (No.60) | 131.83 | 18.2 | 0.149 (No.100) | 126.62 | 13.9 | 0.074 (No.200) | 116.82 | 9.9 | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Sedimentación</th> </tr> <tr> <th>Tam. partículas mm</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | | | Sedimentación | | Tam. partículas mm | % pasa | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Cápsula No</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Cáp. + muestra seca</td> <td>3189.31</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra</td> <td>2932.66</td> </tr> <tr> <td>Descripción del suelo</td> <td>Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café</td> </tr> <tr> <td>Preparación / Pretratamiento</td> <td>según ASTM D422</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Proporciones de la muestra</td> <td>Guijarros / boleos</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>% Grava</td> <td>48.30</td> </tr> <tr> <td>% Arena</td> <td>41.80</td> </tr> <tr> <td>% Finos</td> <td>9.90</td> </tr> <tr> <td>D₁₀</td> <td>0.08</td> <td>C_u</td> <td>73.9</td> </tr> <tr> <td>D₃₀</td> <td>0.95</td> <td>C_c</td> <td>1.9</td> </tr> <tr> <td>D₆₀</td> <td>5.91</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">G BIEN GRADUADA (W)</td> </tr> </table> | | | Cápsula No | E | Cáp. + muestra seca | 3189.31 | Peso de la muestra | 2932.66 | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | % Grava | 48.30 | % Arena | 41.80 | % Finos | 9.90 | D ₁₀ | 0.08 | C _u | 73.9 | D ₃₀ | 0.95 | C _c | 1.9 | D ₆₀ | 5.91 | | | Clasificación SUCS | G BIEN GRADUADA (W) | | |
| Mallas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 41.63 | 98.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 109.68 | 94.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 266.16 | 85.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 203.80 | 78.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 458.51 | 63.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 338.03 | 51.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 463.34 | 35.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 188.93 | 29.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 197.69 | 22.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 131.83 | 18.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 126.62 | 13.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 116.82 | 9.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sedimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tam. partículas mm | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáp. + muestra seca | 3189.31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra | 2932.66 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 48.30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 41.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Finos | 9.90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₁₀ | 0.08 | C _u | 73.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₃₀ | 0.95 | C _c | 1.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₆₀ | 5.91 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | G BIEN GRADUADA (W) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Operador | I.C. | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Revisó | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Aprobó | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Fecha | 04/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
250/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LIMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 06/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------|-----------------------------|---|------------------------|----------------|------|---------|-----------------|-----------|------|-----------------------|------------|--------|-----------------------|-------|------------|--------------------|----|--|--|-----------|----|--|--|---------|-----|--|--|----|---|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No | | | | Sondeo | km 23+650 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: ERMITA - EJE CENTRAL | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 03/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado 110 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 40 | 30 | 19 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 296 | 264 | 239 | 288 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 32.20 | 27.51 | 31.54 | 24.99 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 40.59 | 35.76 | 40.53 | 33.04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 39.03 | 34.17 | 38.73 | 31.29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 22.84 | 23.87 | 25.03 | 27.78 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 185 | 177 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 25.95 | 25.94 | Peso de la cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 49.89 | 52.30 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 46.98 | 49.08 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 13.84 | 13.92 | Contenido de agua | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 13.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td>Inicial</td><td>final</td></tr> <tr><td>Dsuperior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dmedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dinferior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dpromedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ws</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | Altura | cm | Inicial | final | Dsuperior | cm | | | Dmedio | cm | | | Dinferior | cm | | | Dpromedio | cm | | | Volumen | cm³ | | | Ws | g | | |
| Altura | cm | Inicial | final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dsuperior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dmedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dinferior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dpromedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | cm³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Límite líquido</td><td>24.5</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite plástico</td><td>13.9</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>10.6</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | Límite líquido | 24.5 | % | Límite plástico | 13.9 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 10.6 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite líquido | 24.5 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 13.9 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 10.6 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Operador</td><td>J.S.</td><td>Fecha</td><td>03/07/2015</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L.O.</td><td>Fecha</td><td>06/07/2015</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td><td>Fecha</td><td>06/07/2015</td></tr> </table> | | Operador | J.S. | Fecha | 03/07/2015 | Revisó | L.O. | Fecha | 06/07/2015 | Aprobó | M.G. | Fecha | 06/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 03/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | Fecha | 06/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 06/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
251/497

14.10 Resultados de los ensayos pk 24+173

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+173
MÉXICO D.F.

22 de mayo 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
252/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+173
MÉXICO D.F.

22 de mayo 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015


Página
253/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en un Tramo del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 05 de mayo de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 24+173.

En la cala del KM 24 + 173, Centro de vía, no se extrajeron muestras de concreto ni muestra integral, y al material de base se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto
- c) Contenido natural de agua w.

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx



- d) Límites de consistencia *LL, LP*.
- e) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mábel García Cabana
Jefe de Proyecto

México, D.F., 22 de mayo, 2015



GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
255/497

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|--|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|--|---|----------------------------------|
| cala km 24+173 | 2216.66 | 7116.00 | 2103.00 | 3007.00 | 2006.00 | 1.52 | 1319.74 | 1.68 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | w _m gr | w _{seco} gr | w _{agua} gr | w _{tara} gr | w _{mascia} gr | W (cont-agua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------|--|
| cala km 24+173 | 245 | 294.86 | 289.90 | 4.96 | 119.11 | 170.79 | 2.90 | 1.63 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |




| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | |
|---|--|--------|-------------------|----------------|------------------------------|---|-------|-------------|-----|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 24+173 | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | Tipo | Cala | | | | |
| | | | | Muestra | Centro de via | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base | | | | |
| | | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | |
| | | GRAVA | | ARENA | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Mallas | | | Sedimentación | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam partículas mm | % pasa | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | - | - | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | - | - | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - | | | | | |
| 25.4 (1") | 55.47 | 97.2 | - | - | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 352.50 | 79.4 | - | - | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 640.03 | 47.1 | - | - | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 244.82 | 34.8 | - | - | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 322.49 | 18.5 | - | - | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 118.26 | 12.5 | - | - | | | | | |
| 2 (No.10) | 66.70 | 9.1 | - | - | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 18.01 | 8.2 | - | - | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 21.08 | 7.2 | - | - | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 17.71 | 6.3 | - | - | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 17.52 | 5.4 | - | - | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 13.70 | 4.7 | - | - | | | | | |
| | | | | | Cápsula No. | 18R | | | |
| | | | | | Cáp. + muestra seca | 1997.27 | | | |
| | | | | | Peso de la muestra | 1981.50 | | | |
| | | | | | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | |
| | | | | | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | |
| | | | | | Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | | |
| | | | | | | % Grava | 87.50 | | |
| | | | | | | % Arena | 7.80 | | |
| | | | | | | %Finos | 4.70 | | |
| | | | | | D10 | 2.73 | Cu | | 5.6 |
| | | | | | D30 | 8.59 | Cc | | 1.8 |
| | | | | | D60 | 15.24 | | | |
| | | | | | Clasificación SUCS | G BIEN GRADUADA (W) | | | |
| | | | | | Operador | I.C. | | hoja 1 de 1 | |
| | | | | | Revisó | L.O. | | | |
| | | | | | Aprobó | M.G. | | | |
| | | | | | Fecha | 15/05/2015 | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
258/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LIMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | | | FECHA: 21/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------|-----------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|-------------|---------|-----------------|-----------|-------|-----------------------|------------|--------|-----------------------|-------|------------|--------------------|----|--|--|-----------|----|--|--|---------|-----|--|--|----|---|--|--|
| | | | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciiente | ADIC INGENIERIA | | | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No | | | | | | Sondeo | km 24+173 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | | | Tipo | Calle | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Muestra | Centro via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Prof. (m) | Base de via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | | | Fecha de ejecución 18/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado | 110 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 41 | 35 | 24 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 226 | 178 | 189 | 215 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 26.65 | 20.17 | 21.98 | 20.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 37.12 | 32.89 | 32.49 | 21.64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 35.43 | 30.80 | 30.70 | 21.42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 19.30 | 19.70 | 20.50 | 21.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 310 | 256 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 25.18 | 19.59 | Peso de la cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 37.56 | 32.57 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 36.31 | 31.23 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 11.20 | 11.50 | Contenido de agua | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 11.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td>Initial</td><td>final</td></tr> <tr><td>Dsuperior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dmedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dinferior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dpromedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ws</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | Altura | cm | Initial | final | Dsuperior | cm | | | Dmedio | cm | | | Dinferior | cm | | | Dpromedio | cm | | | Volumen | cm³ | | | Ws | g | | |
| Altura | cm | Initial | final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dsuperior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dmedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dinferior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dpromedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | cm³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Limite líquido</td><td>20.4</td><td>%</td></tr> <tr><td>Limite plástico</td><td>11.4</td><td>%</td></tr> <tr><td>Limite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>9.1</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | Limite líquido | 20.4 | % | Limite plástico | 11.4 | % | Limite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 9.1 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | |
| Limite líquido | 20.4 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limite plástico | 11.4 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 9.1 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Operador</td><td>J.S.</td><td>Fecha</td><td>18/05/2015</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L. O.</td><td>Fecha</td><td>21/05/2015</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td><td>Fecha</td><td>21/05/2015</td></tr> </table> | | Operador | J.S. | Fecha | 18/05/2015 | Revisó | L. O. | Fecha | 21/05/2015 | Aprobó | M.G. | Fecha | 21/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 18/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 21/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 21/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
259/497

14.11 Resultados de los ensayos pk 24+273

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+273
MÉXICO D.F.

22 de mayo 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
260/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+273
MÉXICO D.F.

22 de mayo 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
261/497



1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en un Tramo del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 05 de mayo de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

~~Las~~ muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 24+273.

En la cala del KM 24 + 273, Centro de vía, no se extrajeron muestras de concreto ni muestra integral, y al material de base se le realizaron los siguientes ensayos:

- Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- Clasificación visual y al tacto
- Contenido natural de agua w .

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
262/497

- d) Límites de consistencia *LL, LP*.
- e) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mábel García Cabana
Jefe de Proyecto

México, D.F., 22 de mayo, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015



Página
263/497



CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216

FORMA LS-10, Rev. 2
FECHA: 13/05/2015
HOJA 1 DE 1
CONSECUTIVO:

| | | | |
|--|--|-------------|------------------|
| Cliente: ADIC INGENIERIA Contrato No: | | Sondeo | Calias |
| Nombre: METRO LINEA 12 TRANO, PARQUE DE LOS VENADOS-ELE CENTRAL | | Tipo | Calias |
| Equipo: | | Temperatura | °C |
| Báscula No. 1 Homo No. 2 | | 110 | |
| Muestra: | | Operator | M.C. 05/05/2015 |
| Prof (m) a CALA km 24+273 Centro de vía | | Revisó | Fecha 10/05/2015 |
| | | Aprobó | Fecha 13/05/2015 |

DESCRIPCION DEL SUELO

| No. | Sección | Long (cm) | Cápsula, c | | Peso húmedo + c g | Peso seco + c g | w _r g | w _e g | w % | DESCRIPCION DEL SUELO |
|-----|---------|-----------|------------|--------|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------|---|
| | | | No | g | | | | | | |
| | S | 118.92 | 302 | 118.92 | 358.25 | 351.35 | 6.90 | 232.43 | 3 | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro |
| | I | | | | | | | | | |
| | S | | | | | | | | | |
| | I | | | | | | | | | |
| | S | | | | | | | | | |
| | I | | | | | | | | | |
| | S | | | | | | | | | |
| | I | | | | | | | | | |
| | S | | | | | | | | | |
| | I | | | | | | | | | |
| | S | | | | | | | | | |
| | I | | | | | | | | | |
| | S | | | | | | | | | |
| | I | | | | | | | | | |
| | S | | | | | | | | | |
| | I | | | | | | | | | |
| | S | | | | | | | | | |
| | I | | | | | | | | | |
| | S | | | | | | | | | |
| | I | | | | | | | | | |

Notas: w_r, peso del agua; w_e, peso de sólidos; w, contenido de agua; REC, recuperación de roca; ICR, índice de calidad de la roca
S, sección superior; I, sección inferior; TM, tamaño máximo.
Forma LS-10, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
 INF-1
 07/07/2015


Página
 264/497

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

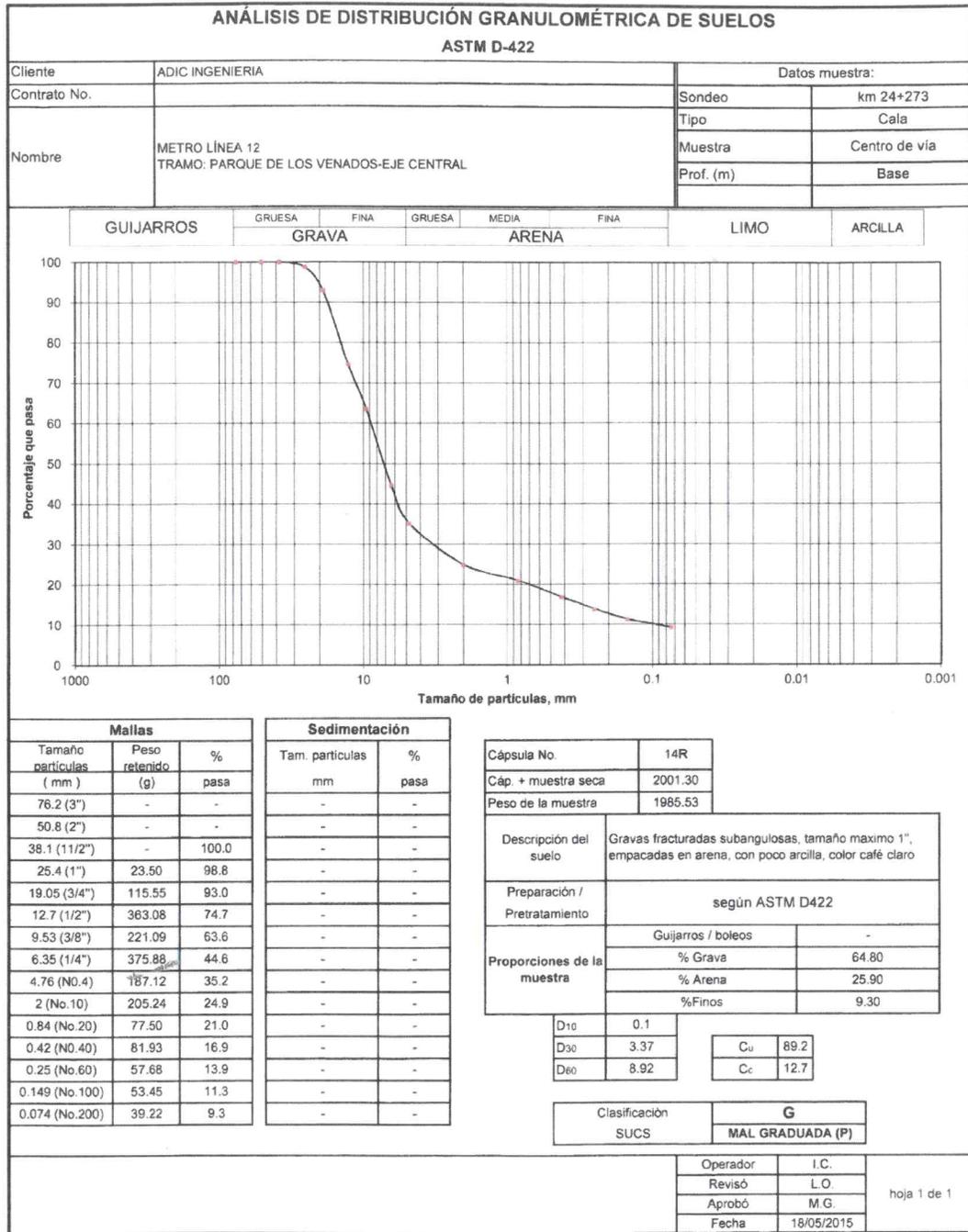
| | |
|--------------|--|
| Ciliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | METRO LINEA 12 |
| Nombre | TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|---|---|--|--------------------------------------|---|--|----------------------------------|
| cala km 24+273 | 2278.22 | 7138.00 | 2103.00 | 2980.00 | 2055.00 | 1.52 | 1351.97 | 1.69 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | w _m gr | w _{seco} gr | w _{agua} gr | w _{lara} gr | w _{resaca} gr | w _{cont-agua} % | γ_d (yd/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| cala km 24+273 | 302 | 358.25 | 351.35 | 6.90 | 118.92 | 232.43 | 3.00 | 1.64 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Página 265/497



Forma LS-12. Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
266/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 21/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------|---|----------------------------------|------------------------------|--------|---------|-----------------------|-----------|----|-----------------------|-----|--------|--------------------|----|--|-----------|----|--|--|-----------|----|--|--|---------|-----|--|--|----|---|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 24+273 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad. CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 18/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado | 110 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | | 41 | 34 | 22 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | | 231 | 175 | 189 | 192 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | | 31.47 | 29.52 | 21.98 | 25.83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | | 39.79 | 40.87 | 33.42 | 36.12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | | 38.44 | 38.99 | 31.47 | 34.30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | | 19.40 | 19.80 | 20.60 | 21.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | | 312 | 256 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | | 25.31 | 19.59 | Peso de la cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | | 35.87 | 32.49 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | | 34.70 | 31.08 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | | 12.50 | 12.30 | Contenido de agua | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | | 12.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <table border="1"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td>inicial</td><td>final</td></tr> <tr><td>Dsuperior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dmedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dinferior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dpromedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ws</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | Altura | cm | inicial | final | Dsuperior | cm | | | Dmedio | cm | | | Dinferior | cm | | | Dpromedio | cm | | | Volumen | cm³ | | | Ws | g | | |
| | | | Altura | cm | inicial | final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dsuperior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dmedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dinferior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dpromedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | cm³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr><td>Límite líquido</td><td>20.4</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite plástico</td><td>12.4</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>8.0</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | Límite líquido | 20.4 | % | Límite plástico | 12.4 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 8.0 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite líquido | 20.4 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 12.4 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 8.0 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 18/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 21/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 21/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
267/497

14.12 Resultados de los ensayos pk 24+423

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+423
MÉXICO D.F.

18 de mayo 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
268/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+423
MÉXICO D.F.

18 de mayo 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015


Página
269/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en un Tramo del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, entre el 04 y el 07 de mayo de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras de este grupo corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 24+423.

En cala del KM 24 + 423, Centro de vía, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto
- c) Contenido natural de agua w .
- d) Límites de consistencia LL , LP .

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

- e) Granulometría por mallas.
- f) Extracción de núcleos hasta 0.99 m de profundidad, en la losa de concreto pobre, que conforma la cubeta. Se envió un tramo al IMCYC para que le determinen la resistencia $f'c$ del concreto.
- g) Muestreo integral de suelos para realizar: Compactación AASHTO modificada, equivalente de arena y valor relativo de soporte VRS.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mábel García Cabana
Jefe de Proyecto

México, D.F., 18 de mayo, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
271/497

FORMA LS-10, Rev. 2

FECHA: 13/05/2015

HOJA 1 DE 1

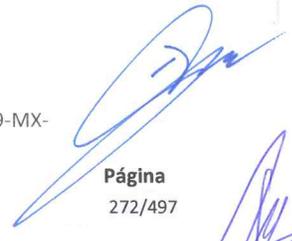
CONSECUTIVO:

CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216

| Muestra | Cliente | | Sondeo | | Temperatura °C | M.C. | | L.O. | | M.G. | | |
|--|-----------|--------------|---------|------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|------------|--------|-------|-------|
| | No. | Contrato No. | Tipo | Calas | | Operador | Fecha | Revisó | Fecha | Aprobó | Fecha | Fecha |
| ADIC INGENIERIA | | | 110 | | 05/05/2015 | | 10/05/2015 | | 13/05/2015 | | | |
| METRO LINEA 12 | | | 110 | | | | | | | | | |
| TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | | | | | | | | | | |
| No. | Prof. (m) | Long. (m) | Sección | Capsula. c | Peso húmedo + c | Peso seco + c | w _s | w _i | w | | | |
| | de | a | | No. | g | g | g | g | % | | | |
| CALA km 24+423 | | | S | 514 | 120.06 | 343.10 | 15.47 | 223.04 | 7 | | | |
| Centro de via | | | I | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | |
| | | | S | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | | | | | |

DESCRIPCION DEL SUELO

Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro

Notas: w_s: peso del agua; w_i: peso de sólidos; w: contenido de agua; REC: recuperación de roca; ICR: índice de calidad de la roca
S: sección superior, I: sección inferior, TM: tamaño máximo.

Forma LS-10, Rev.2

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|--|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| cala km 24+423 | 1768.90 | 7128.00 | 2103.00 | 3392.00 | 1633.00 | 1.52 | 1074.34 | 1.65 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | w _m gr | w _{seco} gr | w _{agua} gr | w _{arena} gr | w _{huesa} gr | w (cont-agua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|--|
| cala km 24+423 | 514 | 358.57 | 343.10 | 15.47 | 120.06 | 223.04 | 6.90 | 1.54 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | |
|---|--|--|----------------|-------------------|--|
| ASTM D-422 | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | Datos muestra: | | |
| Contrato No. | | | Sondeo | km 24+423 | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | Tipo | Cala | |
| | | | Muestra | Centro de vía | |
| | | | Prof. (m) | Base | |
| | | | LIMO | ARCILLA | |
| | | | GRAVA | ARENA | |
| | | | GRUESA FINA | GRUESA MEDIA FINA | |
| | | | GUIJARROS | | |

Porcentaje que pasa

| Mallas | | | Sedimentación | |
|------------------------|-------------------|--------|-------------------|--------|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam partículas mm | % pasa |
| 76.2 (3") | - | - | - | - |
| 50.8 (2") | - | - | - | - |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - |
| 25.4 (1") | 41.54 | 97.1 | - | - |
| 19.05 (3/4") | 183.76 | 84.3 | - | - |
| 12.7 (1/2") | 283.66 | 64.6 | - | - |
| 9.53 (3/8") | 126.81 | 55.8 | - | - |
| 6.35 (1/4") | 284.34 | 36.0 | - | - |
| 4.76 (No.4) | 154.29 | 25.3 | - | - |
| 2 (No.10) | 189.47 | 12.1 | - | - |
| 0.84 (No.20) | 40.92 | 9.2 | - | - |
| 0.42 (No.40) | 22.98 | 7.6 | - | - |
| 0.25 (No.60) | 14.90 | 6.6 | - | - |
| 0.149 (No.100) | 13.84 | 5.6 | - | - |
| 0.074 (No.200) | 11.52 | 4.8 | - | - |

| | | | |
|------------------------------|---|------|-----|
| Cápsula No. | 19R | | |
| Cáp. + muestra seca | 1453.39 | | |
| Peso de la muestra | 1437.54 | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | |
| | % Grava | 75.0 | |
| | % Arena | 20.0 | |
| | %Finos | 5.0 | |
| D10 | 1.16 | Cu | 9.5 |
| D30 | 5.46 | Cc | 2.3 |
| D60 | 11.04 | | |
| Clasificación SUCS | G BIEN GRADUADA (W) | | |

| | | |
|----------|------------|-------------|
| Operador | I.C. | hoja 1 de 1 |
| Revisó | L.O. | |
| Aprobó | M.G. | |
| Fecha | 07/05/2015 | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
274/497

| | | | |
|--|---|--|--|
| PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | FORMA LP-02, Rev. 1 | |
| | | FECHA: 12/05/2015 | |
| | | HOJA: 1 DE 1 | |
| | | CONSECUTIVO: | |
| Cliente: | ADIC INGENIERIA | | Datos muestra: |
| Contrato No.: | | | Sondeo: KM 24+423 |
| Nombre: | METRO LINEA 12 | | Tipo: CALA |
| | TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | Muestra: Centro via |
| | | | Prof. (m): |
| | | | Prof. media (m): |
| Descripción del suelo: | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | Fecha de ejecución: 12/05/2015 |
| Equipo de prueba | Molde No. | 1 | Volumen del cilindro V_{cil} : 3224.50 cm³ |
| | | | Golpes por capa N: 56 |
| | Peso del cilindro W_{cil} : | 5267.00 g | Número de capas n: 5 |
| | Peso del pisón: 4.55 kg | Altura de caída del pisón: 43.80 cm | Energía de compactación: 17.29 (kg cm)/cm³ |
| Contenido de agua | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $w_s + c$ (g) | $w_s + c$ (g) |
| | | w_c (g) | w_w (g) |
| | | w_s (g) | w (%) |
| 1 | 239 | 373.72 | 369.95 |
| | | 121.19 | 3.8 |
| | | 248.8 | 1.5 |
| 2 | 413 | 327.33 | 320.58 |
| | | 124.87 | 6.8 |
| | | 195.7 | 3.4 |
| 3 | 682 | 369.41 | 356.53 |
| | | 113.64 | 12.9 |
| | | 242.9 | 5.3 |
| 4 | 329 | 351.10 | 337.90 |
| | | 121.92 | 13.2 |
| | | 216.0 | 6.1 |
| 5 | 600 | 364.41 | 348.37 |
| | | 122.03 | 16.0 |
| | | 226.3 | 7.1 |
| Peso volumétrico seco | | | |
| Prueba No. | $W_{msh} + W_{cil}$ (kg) | W_{msh} (kg) | $1 / (1+w)$ |
| | | | PVH (kg / m ³) |
| | | | PVS (kg / m ³) |
| 1 | 11364 | 6097 | 0.99 |
| | | | 1891 |
| | | | 1863 |
| 2 | 11665 | 6398 | 0.97 |
| | | | 1984 |
| | | | 1918 |
| 3 | 11751 | 6484 | 0.95 |
| | | | 2011 |
| | | | 1910 |
| 4 | 11694 | 6427 | 0.94 |
| | | | 1993 |
| | | | 1878 |
| 5 | 11600 | 6333 | 0.93 |
| | | | 1964 |
| | | | 1834 |
| Peso volumétrico seco máximo PVSM = <u>1.922</u> kg/m ³ | | | |
| Contenido de agua óptimo w_o = <u>4.1</u> % | | | |
| <p style="text-align: center;">Peso volumétrico seco, PVS, en kg/m³</p> <p style="text-align: center;">Contenido de agua, w, en %</p> | | | |
| Operador | J. J. | Fecha | 12/05/2015 |
| Revisó | L. O. | Fecha | 14/05/2015 |
| Aprobó | M. G. | Fecha | 14/05/2015 |
| hoja 1 de 1 | | | |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
275/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 15/05/2015 | | | |
|---|---|-------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------|-------|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | |
| Contrato No | | | | Sondeo | km 24+423 | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | Tipo | Cala | | |
| | | | | Muestra | Centro via | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 13/05/2015 | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado 110 °C | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Número de golpes | N | 45 | 35 | 22 | 10 | | |
| Cápsula No. | | 277 | 201 | 285 | 252 | | |
| Peso de la cápsula | g | 25.14 | 25.56 | 32.08 | 31.18 | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 32.51 | 32.05 | 39.67 | 40.50 | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 31.23 | 30.91 | 38.30 | 38.73 | | |
| Contenido de agua | % | 21.02 | 21.31 | 22.03 | 23.44 | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | |
| Cápsula No. | | 317 | 150 | Cápsula No. | | | |
| Peso de la cápsula | g | 25.67 | 26.01 | Peso de la cápsula g | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 48.70 | 49.15 | Peso suelo húmedo+cápsula g | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 45.86 | 46.29 | Peso del suelo seco+cápsula g | | | |
| Contenido de agua | % | 14.07 | 14.10 | Contenido de agua % | | | |
| | Promedio | 14.1 | | | | | |
| | | | | inicial | | final | |
| | | | | Altura | cm | | |
| | | | | D _{superior} | cm | | |
| | | | | D _{medio} | cm | | |
| | | | | D _{inferior} | cm | | |
| | | | | D _{promedio} | cm | | |
| | | | | Volumen | cm ³ | | |
| Ws | g | | | | | | |
| Límite líquido | | 21.9 | % | | | | |
| Límite plástico | | 14.1 | % | | | | |
| Límite de contracción | | - | % | | | | |
| Índice de plasticidad | | 7.8 | % | | | | |
| Clasificación SUCS | | CL | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 13/05/2015 | | | | |
| Revisó | L.O. | Fecha | 15/05/2015 | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 15/05/2015 | | | | |
| hoja 1 de 1 | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
276/497

| | | | |
|---|---|---------------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 | |
| | | FECHA: 11/05/2015 | |
| | | PAG: 1 DE: 1 | |
| | | CONSECUTIVO: | |
| Cliente: | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | |
| Contrato No.: | | Sondeo: | Km 24+423 |
| Obra y sitio: | METRO LINEA 12 TRAMO PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | Tipo: | Cala |
| | | Muestra: | 1 int. (centro de via) |
| | | Prof. (m): | --- |
| | | Prof. media (m): | --- |

| | | | | |
|-------------|-------------|-------------------|------|---------|
| GUIJARROS | GRUESA FINA | GRUESA MEDIA FINA | LIMO | ARCILLA |
| GRAVA ARENA | | | | |

| Mallas | | | DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | |
|------------------------|-------------------|--------|---|--------|--|----|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Wcilindro + mat = | gr | Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | gr |
| 76.2 (3") | - | - | Wcilindro = | 3,392 | 200 | |
| 50.8 (2") | - | 100.0 | Wmaterial = | 15,154 | | |
| 38.1 (1 1/2") | 83.00 | 99.5 | Volumen = | 9,690 | | |
| 25.4 (1") | 269.00 | 97.7 | Altura del cil = | 19.90 | | |
| 19.05 (3/4") | 2035.00 | 84.2 | Altura faltante = | 0.00 | | |
| 12.7 (1/2") | 2752.00 | 62.8 | $\gamma_{ds} =$ | 1,564 | | |
| 9.53 (3/8") | 2081.00 | 49.1 | $\gamma_{sat} =$ | 1.56 | | |
| 6.35 (1/4") | 2181.00 | 34.7 | | | | |
| 4.76 (No. 4) | 975.00 | 28.2 | | | | |
| 2 (No. 10) | 40.01 | 22.6 | | | | |
| 0.84 (No. 20) | 27.91 | 18.6 | | | | |
| 0.42 (No. 40) | 28.96 | 14.5 | | | | |
| 0.25 (No. 60) | 17.16 | 12.1 | | | | |
| 0.149 (No. 100) | 19.35 | 9.4 | | | | |
| 0.074 (No. 200) | 17.08 | 7.0 | | | | |

| | | | |
|------------------------------|---|------|--|
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | |
| Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | |
| | % Grava | 71.8 | |
| | % Arena | 21.2 | |
| | % Finos | 7.0 | |

| | | | |
|-----------------|-------|----------------|-------|
| D ₁₀ | 0.17 | C _u | 70.88 |
| D ₃₀ | 5.2 | C _c | 13.2 |
| D ₆₀ | 12.05 | | |

| | |
|---------------|--------------|
| Clasificación | GP-GC |
| SUCS | |

| | | |
|-----------|------------|-------------|
| Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 |
| Revisó: | L.O. | |
| Aprobó: | M.G. | |
| Fecha: | 11/05/2015 | |

Forma LS-13, Rev.3

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-11/9-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
277/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

| | |
|--------------|--|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

Sondeo: Km 24+423 (centro vía) Muestra: Integral Profundidad: Base de vía Fecha: 11/05/2015 Operador: J.J. Aprobó: M.G.

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1 | 8.00 | 6.20 | 6.1 | 2.40 | 2.35 | 38.52 | |
| 2 | 10.00 | 6.00 | | 2.30 | | | |

Sondeo: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS O CBR)

Obra: Metro línea 12 Tramo: Parque de los Venados-Eje Central
Sitio: Km 24+423 (centro de vía)
Operador: J. Salazar
Calculó: R. Flores

Muestra: 1-integral
Pozo: Cala
Prof: Base m
Fecha: 15-may-15

Datos del molde.

Número: 23
 Diámetro: 6 pulg

Datos del anillo.

Constante: 8.35

Datos de la prueba.

Peso mat + molde : 9,639.00 g
 Peso del molde: 5,235.00 g
 Peso húmedo : 4,404.00 g
 Peso seco : 4,051.51 g

Agua agregada : 340 cm³
 Altura molde : 17.75 cm
 Altura faltante : 6.20 cm
 Altura material : 11.55 cm

Area del molde: 181.93 cm²
 Volumen del molde: 2,101.34 cm³

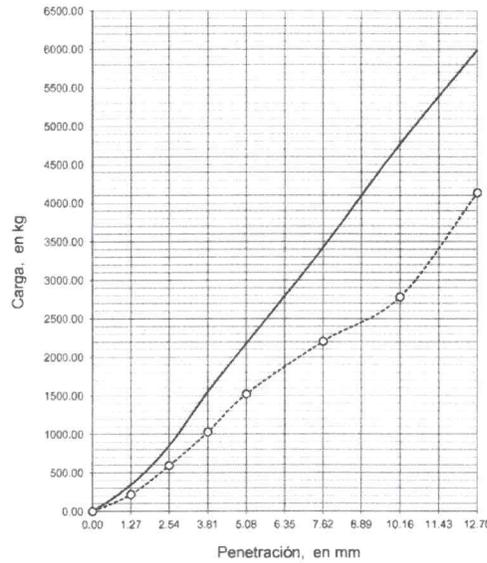
Peso vol. húmedo : 2,096 kg/m³
Peso vol. seco : 1,923 kg/m³

Contenido de agua.

No de cápsula: 3
 Peso de cápsula: 83.91 g
 Wm + cápsula: 477.85 g
 Ws + cápsula: 446.32 g
 Contenido de agua: 8.7 %

Expansión libre 6 "

Lectura inicial: 8.600 mm
 Lectura final: 8.610 mm
 % de expansión: 0.00 %



— VRS natural: 108 %
 - - - VRS saturado: 75 %

| Penetración (mm) | Muestra sin saturar | | | | | Muestra saturada | | | | |
|------------------|---------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|
| | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) |
| 1.27 | 41 | 342.4 | 758.13 | 39.55 | 45.2 | 26 | 217.10 | 758.13 | 39.55 | 28.6 |
| 2.54 | 102 | 851.7 | 1,347.79 | 70.31 | 63.2 | 71 | 592.85 | 1,347.79 | 70.31 | 44.0 |
| 3.81 | 186 | 1553.1 | 1,768.97 | 92.28 | 87.8 | 123 | 1,027.05 | 1,768.97 | 92.28 | 58.1 |
| 5.08 | 261 | 2179.4 | 2,021.68 | 105.46 | 107.8 | 182 | 1,519.70 | 2,021.68 | 105.46 | 75.2 |
| 7.62 | 410 | 3423.5 | 2,560.79 | 133.58 | 133.7 | 264 | 2,204.40 | 2,560.79 | 133.58 | 86.1 |
| 10.16 | 571 | 4767.9 | 3,099.91 | 161.71 | 153.8 | 333 | 2,780.55 | 3,099.91 | 161.71 | 89.7 |
| 12.70 | 717 | 5987.0 | 3,504.24 | 182.80 | 170.8 | 495 | 4,133.25 | 3,504.24 | 182.80 | 117.9 |

Observaciones:

Clasificación: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
279/497

14.13 Resultados de los ensayos pk 24+579

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+579
MÉXICO D.F.

20 de mayo 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
280/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+579
MÉXICO D.F.

20 de mayo 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
281/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en un Tramo del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 01 de mayo de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 24+579.

En la cala del KM 24 + 579, Centro de vía, no se extrajeron muestras de concreto y al material de base se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto
- c) Contenido natural de agua w .

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
282/497



- d) Límites de consistencia *LL, LP*.
- e) Granulometría por mallas.
- f) Muestreo integral de suelos para realizar: Compactación AASHTO modificada, equivalente de arena y valor relativo de soporte VRS.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mábel García Cabana
Jefe de Proyecto

México, D.F., 20 de mayo, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015



Página
283/497



| FORMA LS-10, Rev. 2 | | | | | | | | | |
|---|----------|-----------------|--------|-------------|--------|----------|-------|-----------------------|---|
| FECHA: 13/05/2015 | | | | | | | | | |
| HOJA 1 DE 1 | | | | | | | | | |
| CONSECUTIVO: | | | | | | | | | |
| CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216 | | | | | | | | | |
| Cliente | | ADIC INGENIERIA | | Sondeo | | Cajas | | Cajas | |
| Contrato No. | | | | Tipo | | Cajas | | Cajas | |
| Nombre | | METRO LINEA 12 | | Temperatura | | 110 | | °C | |
| Equipo | | Báscula No. 1 | | Horno No. 2 | | Operador | | M.C. 05/05/2015 | |
| | | | | | | Revisó | | L.O. 10/05/2015 | |
| | | | | | | Aprobó | | M.G. 13/05/2015 | |
| Muestra | | Cápsula c | | Peso | | Peso | | DESCRIPCION DEL SUELO | |
| No. | Prof (m) | No. | g | humedo + c | g | seco + c | g | w _s | w |
| | a | | | | | | | g | % |
| 1 | 244-579 | 259 | 121.49 | 336.20 | 318.65 | | 17.55 | 197.16 | 9 |
| CALA km 244-579 | | | | | | | | | |
| Centro de vía | | | | | | | | | |
| Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/4", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | | | | | | | |

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
284/497

Notas: w_s, peso del agua; w, peso de sólidos; w₁, contenido de agua; REC, recuperación de roca; ICR, índice de calidad de la roca
S, sección superior; I, sección inferior; TM, tamaño máximo

Forma LS-10, Rev2

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|--|
| Ciente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| cala km 24+579 | 1880.65 | 7108.00 | 2103.00 | 3070.00 | 1935.00 | 1.52 | 1273.03 | 1.48 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wm gr | W _{seco} gr | W _{agua} gr | W _{h₂O} gr | W _{mseca} gr | W (cont-agua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|-----------|----------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------|--|
| cala km 24+579 | 259 | 336.20 | 318.65 | 17.55 | 119.11 | 199.54 | 8.80 | 1.36 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------|----------------------|--------------------------|---------------|--|---------|-----------------------|---|---------------------|---------|------------------------------|-------------------------|------|-------|----------------------------|--------------------|---|--|---------|-------|--|---------|-------|--|--|--------|------|--|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 24+579 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUIJARROS | | GRAVA | | ARENA | | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Tamaño de partículas, mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mallas | | | Sedimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | - | 100.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 139.06 | 90.9 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 221.82 | 76.4 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 132.45 | 67.8 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 310.64 | 47.4 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 161.85 | 36.8 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 218.82 | 22.5 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 79.74 | 17.3 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 71.85 | 12.6 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 40.47 | 10.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 32.54 | 7.8 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 26.57 | 6.1 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Cápsula No.</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Cáp. + muestra seca</td> <td>1675.21</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra</td> <td>1528.94</td> </tr> </table> | | Cápsula No. | 5 | Cáp. + muestra seca | 1675.21 | Peso de la muestra | 1528.94 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáp. + muestra seca | 1675.21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra | 1528.94 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Descripción del suelo</td> <td colspan="3">Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro</td> </tr> <tr> <td>Preparación / Pretratamiento</td> <td colspan="3">según ASTM D422</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td> <td>Guijarros / boleos</td> <td colspan="2">-</td> </tr> <tr> <td>% Grava</td> <td colspan="2">63.20</td> </tr> <tr> <td>% Arena</td> <td colspan="2">30.70</td> </tr> <tr> <td colspan="1"></td> <td>%Finos</td> <td colspan="2">6.10</td> </tr> </table> | | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | | % Grava | 63.20 | | % Arena | 30.70 | | | %Finos | 6.10 | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 63.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 30.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | %Finos | 6.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>D10</td> <td>0.25</td> <td>Cu</td> <td>33.2</td> </tr> <tr> <td>D30</td> <td>3.45</td> <td>Cc</td> <td>5.7</td> </tr> <tr> <td>D60</td> <td>8.31</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> | | D10 | 0.25 | Cu | 33.2 | D30 | 3.45 | Cc | 5.7 | D60 | 8.31 | | | | | | | | | | | | |
| D10 | 0.25 | Cu | 33.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D30 | 3.45 | Cc | 5.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D60 | 8.31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">G</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">MAL GRADUADA (P)</td> </tr> </table> | | Clasificación SUCS | G | | | | MAL GRADUADA (P) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | G | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MAL GRADUADA (P) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Operador</td> <td>I.C.</td> <td rowspan="4" style="text-align: right;">hoja 1 de 1</td> </tr> <tr> <td>Revisó</td> <td>L.O.</td> </tr> <tr> <td>Aprobó</td> <td>M.G.</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>11/05/2015</td> </tr> </table> | | Operador | I.C. | hoja 1 de 1 | Revisó | L.O. | Aprobó | M.G. | Fecha | 11/05/2015 | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | I.C. | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | 11/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
286/497

| | | | | | | | |
|--|---|---------------------|--|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------|
| PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | FORMA LP-02, Rev. 1 | | | | | |
| | | FECHA: 16/05/2015 | | | | | |
| | | HOJA: 1 DE 1 | | | | | |
| | | CONSECUTIVO: | | | | | |
| Cliente: | ADIC INGENIERIA | | Datos muestra: | | | | |
| Contrato No.: | | | Sondeo: KM 24+579 | | | | |
| Nombre: | METRO LÍNEA 12 | | Tipo: CALA | | | | |
| | TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | Muestra: Centro vía | | | | |
| | | | Prof. (m): | | | | |
| | | | Prof. media (m): | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | Fecha de ejecución | | | | |
| | | | 16/05/2015 | | | | |
| Equipo de prueba | Molde No. | 1 | Volumen del cilindro V_{cil} : 3224.50 cm ³ | Golpes por capa N: 56 | | | |
| | | | Peso del cilindro W_{cil} : 5267.00 g | Número de capas n: 5 | | | |
| | Peso del pisón | 4.55 kg | Altura de caída del pisón | 43.80 cm | Energía de compactación | 17.29 (kg cm)/cm ³ | |
| Contenido de agua | | | | | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $W_s + c$ (g) | $W_s + c$ (g) | W_c (g) | W_w (g) | W_s (g) | w (%) |
| 1 | 614 | 365.83 | 362.14 | 121.74 | 3.7 | 240.4 | 1.5 |
| 2 | 32 | 359.58 | 350.75 | 120.36 | 8.8 | 230.4 | 3.8 |
| 3 | 97 | 376.20 | 361.66 | 120.42 | 14.5 | 241.2 | 6.0 |
| 4 | 506 | 385.05 | 367.49 | 126.51 | 17.6 | 241.0 | 7.3 |
| 5 | 465 | 385.91 | 360.00 | 119.42 | 25.9 | 240.6 | 10.8 |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{máx} + W_{cil}$ (kg) | $W_{máx}$ (kg) | $1 / (1+w)$ | PVH (kg / m ³) | PVS (kg / m ³) | | |
| 1 | 11287 | 6020 | 0.98 | 1867 | 1839 | Peso volumétrico seco máximo | |
| 2 | 11484 | 6217 | 0.96 | 1928 | 1857 | PVSM = 1,877 kg/m ³ | |
| 3 | 11681 | 6414 | 0.94 | 1989 | 1876 | Contenido de agua óptimo | |
| 4 | 11650 | 6383 | 0.93 | 1980 | 1845 | $w_o = 6$ % | |
| 5 | 11581 | 6314 | 0.90 | 1958 | 1768 | | |
| <p style="text-align: center;">Peso volumétrico seco, PVS, en kg/m³</p> <p style="text-align: center;">Contenido de agua, w, en %</p> | | | | | | | |
| | | | | Operador | J.J. | Fecha | 16/05/2015 |
| | | | | Revisó | L.O. | Fecha | 18/05/2015 |
| | | | | Aprobó | M.G. | Fecha | 18/05/2015 |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
287/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 15/05/2015 | | | |
|---|---|------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------|-------|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | |
| Cliete | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 24+579 | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | Tipo | Cala | | |
| | | | | Muestra | Centro vía | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL. color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 13/05/2015 | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado 110 °C | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Número de golpes | N | 38 | 27 | 15 | 7 | | |
| Cápsula No. | | 232 | 287 | 318 | 240 | | |
| Peso de la cápsula | g | 30.88 | 31.00 | 25.08 | 26.73 | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 38.37 | 38.72 | 33.24 | 36.32 | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 37.15 | 37.44 | 31.85 | 34.63 | | |
| Contenido de agua | % | 19.50 | 19.90 | 20.60 | 21.40 | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | |
| Cápsula No. | | 184 | 265 | Cápsula No. | | | |
| Peso de la cápsula | g | 23.24 | 22.22 | Peso de la cápsula | g | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 46.07 | 42.66 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 43.47 | 40.36 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | |
| Contenido de agua | % | 12.85 | 12.68 | Contenido de agua | % | | |
| | Promedio | 12.8 | | | | | |
| | | | | Altura | cm | Inicial | final |
| | | | | D _{superior} | cm | | |
| | | | | D _{medio} | cm | | |
| | | | | D _{inferior} | cm | | |
| | | | | D _{promedio} | cm | | |
| | | | | Volumen | cm ³ | | |
| | | | | Ws | g | | |
| | | | | Límite líquido | | 20.1 | % |
| | | | | Límite plástico | | 12.8 | % |
| | | | | Límite de contracción | | - | % |
| Índice de plasticidad | | 7.3 | % | | | | |
| Clasificación SUCS | | CL | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 13/05/2015 | | | | |
| Revisó | L.O. | Fecha | 15/05/2015 | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 15/05/2015 | | | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
288/497

| | | | |
|---|--|---------------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 | |
| | | FECHA: 18/05/2015 | |
| | | PAG: 1 DE: 1 | |
| | | CONSECUTIVO: | |
| Cliente: | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | |
| Contrato No.: | | Sondeo: | Km 24+579 |
| Obra y sitio: | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | Tipo: | Cala |
| | | Muestra: | 1 int. (centro de vía) |
| | | Prof. (m): | --- |
| | | Prof. media (m): | --- |

| | | | | | | | |
|-----------|--------|------|--------|-------|------|-------|---------|
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| GRAVA | | | | | | ARENA | |

| Mallas | | | DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | |
|------------------------|-------------------|-------|---|--------|--------------------|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % | | | |
| 76.2 (3") | - | - | wcilindro + mat = | 18,896 | gr |
| 50.8 (2") | - | - | wcilindro = | 3,392 | gr |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | wmaterial = | 15,504 | gr |
| 25.4 (1") | 381.00 | 97.5 | Volumen = | 9,690 | cm ³ |
| 19.05 (3/4") | 1947.00 | 85.0 | | | |
| 12.7 (1/2") | 2477.00 | 69.0 | Altura del cil = | 19.90 | cm |
| 9.53 (3/8") | 1934.00 | 56.6 | Altura faltante = | 0.00 | cm |
| 6.35 (1/4") | 2315.00 | 41.6 | | | |
| 4.76 (No.4) | 1273.00 | 33.4 | γ _{sat} = | 1,600 | kg/cm ³ |
| 2 (No.10) | 49.53 | 25.1 | γ _{sat} = | 1.60 | g/cm ³ |
| 0.84 (No.20) | 32.85 | 19.6 | | | |
| 0.42 (No.40) | 30.23 | 14.6 | | | |
| 0.25 (No.60) | 17.43 | 11.7 | | | |
| 0.149 (No.100) | 16.50 | 8.9 | | | |
| 0.074 (No.200) | 13.32 | 6.7 | | | |

| | | | |
|--|---|----------------|-------|
| Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 15504 g | | |
| Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | |
| Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | |
| | % Grava | 66.6 | |
| | % Arena | 26.7 | |
| | %Finos | 6.7 | |
| D ₁₀ | 0.19 | C _u | 54.74 |
| D ₃₀ | 3.63 | C _c | 6.7 |
| D ₆₀ | 10.4 | | |
| Clasificación SUCS | GP-GC | | |

| | | |
|-----------|------------|-------------|
| Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 |
| Revisó: | L.O. | |
| Aprobó: | M.G. | |
| Fecha: | 18/05/2015 | |

Forma LS-13, Rev.3

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
289/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

| | |
|--------------|--|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

Sondeo: Km 24+579 (centro via) Muestra: Integral Profundidad: Base de via Fecha: 15/05/2015 Operador: J.J. Aprobó: M.G.

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1 | 6.00 | 6.50 | 6.35 | 2.60 | 2.6 | 40.94 | |
| 2 | 8.00 | 6.20 | | 2.60 | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS O CBR)

Obra: Metro línea 12 Tramo: Parque de los Venados-Eje Central
Sitio: Km 24+579 (centro de vía)
Operador: J. Salazar
Calculó: R. Flores

Muestra: 1-integral
Pozo: Cala
Prof: Base m
Fecha: 18-may-15

Datos del molde.
Número: 27
Diámetro: 6 pulg

Datos de la prueba.
Peso mat + molde: 9,167.00 g
Peso del molde: 4,803.00 g
Peso húmedo: 4,364.00 g
Peso seco: 4,067.23 g

Datos del anillo.
Constante: 8.35

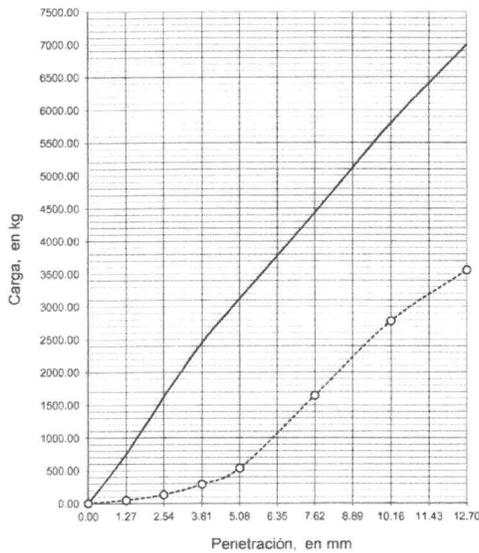
Agua agregada: 300 cm³
Altura molde: 17.74 cm
Altura faltante: 5.89 cm
Altura material: 11.85 cm

Area del molde: 182.89 cm²
Volumen del molde: 2,167.29 cm³

Peso vol. húmedo: 2,014 kg/m³
Peso vol. seco: 1,882 kg/m³

Contenido de agua.
No de cápsula: 20
Peso de cápsula: 96.12 g
Wm + cápsula: 499.92 g
Ws + cápsula: 472.46 g
Contenido de agua: 7.3 %

Expansión libre 6 "
Lectura inicial: 7.850 mm
Lectura final: 7.850 mm
% de expansión: 0.00 %



— VRS natural: 154 %
 - - - VRS saturado: 26 %

| Penetración (mm) | Muestra sin saturar | | | | | Muestra saturada | | | | |
|------------------|---------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|
| | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) |
| 1.27 | 90 | 751.5 | 758.13 | 39.55 | 99.1 | 6 | 50.10 | 758.13 | 39.55 | 6.6 |
| 2.54 | 195 | 1628.3 | 1,347.79 | 70.31 | 120.8 | 16 | 133.60 | 1,347.79 | 70.31 | 9.9 |
| 3.81 | 294 | 2454.9 | 1,768.97 | 92.28 | 138.8 | 35 | 292.25 | 1,768.97 | 92.28 | 16.5 |
| 5.08 | 374 | 3122.9 | 2,021.68 | 105.46 | 154.5 | 64 | 534.40 | 2,021.68 | 105.46 | 26.4 |
| 7.62 | 531 | 4433.9 | 2,560.79 | 133.58 | 173.1 | 197 | 1,644.95 | 2,560.79 | 133.58 | 64.2 |
| 10.16 | 695 | 5803.3 | 3,099.91 | 161.71 | 187.2 | 333 | 2,780.55 | 3,099.91 | 161.71 | 89.7 |
| 12.70 | 838 | 6997.3 | 3,504.24 | 182.80 | 199.7 | 426 | 3,557.10 | 3,504.24 | 182.80 | 101.5 |

Observaciones:

Clasificación: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
291/497

14.14 Resultados de los ensayos pk 24+733

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+733
MÉXICO D.F.

22 de mayo 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
292/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+733
MÉXICO D.F.

22 de mayo 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015


Página
293/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en un Tramo del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 01 de mayo de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 24+733.

En la cala del KM 24 + 733, Centro de vía, no se extrajeron muestras de concreto y al material de base se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto
- c) Contenido natural de agua w .

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

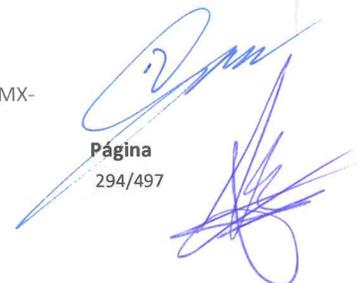
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
294/497



- d) Límites de consistencia *LL, LP*.
- e) Granulometría por mallas.
- f) Muestreo integral de suelos para realizar: Compactación AASHTO modificada, equivalente de arena y valor relativo de soporte VRS.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mábel García Cabana
Jefe de Proyecto

México, D.F., 22 de mayo, 2015



GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-IX-
INF-1

07/07/2015


Página
295/497



| FORMA LS-10, Rev. 2 | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|-----------------|-----|-----------------|--------|---------------|-------|-----------------|---|--|---|---|---|
| FECHA: 13/05/2015 | | | | | | | | | | | | | |
| HOJA 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | |
| CONSECUTIVO: | | | | | | | | | | | | | |
| CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216 | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | | ADIC INGENIERIA | | Sondeo | | Cajas | | Cajas | | | | | |
| Contrato No. | | | | Tipo | | Cajas | | Cajas | | | | | |
| Nombre | | METRO LINEA 12 | | Temperatura | | 110 | | °C | | | | | |
| Equipo | | Báscula No. 1 | | Horno No. 2 | | Operador | | M.C. 05/05/2015 | | | | | |
| | | | | | | Revisó | | L.O. 10/05/2015 | | | | | |
| | | | | | | Aprobó | | M.G. 13/05/2015 | | | | | |
| Muestra | | Cápsula, c | | Peso húmedo + c | | Peso seco + c | | W _s | | W _w | | W | |
| No. | Prof (m) | Long (cm) | No. | g | g | g | g | g | g | g | g | g | % |
| 1 | 24+733 | S | 45 | 121.42 | 339.70 | 325.22 | 14.48 | 203.80 | 7 | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro. | | | |
| 2 | | S | | | | | | | | | | | |
| 3 | | S | | | | | | | | | | | |
| 4 | | S | | | | | | | | | | | |
| 5 | | S | | | | | | | | | | | |
| 6 | | S | | | | | | | | | | | |
| 7 | | S | | | | | | | | | | | |
| 8 | | S | | | | | | | | | | | |
| 9 | | S | | | | | | | | | | | |
| 10 | | S | | | | | | | | | | | |
| 11 | | S | | | | | | | | | | | |
| 12 | | S | | | | | | | | | | | |
| 13 | | S | | | | | | | | | | | |
| 14 | | S | | | | | | | | | | | |
| 15 | | S | | | | | | | | | | | |
| 16 | | S | | | | | | | | | | | |
| 17 | | S | | | | | | | | | | | |
| 18 | | S | | | | | | | | | | | |
| 19 | | S | | | | | | | | | | | |
| 20 | | S | | | | | | | | | | | |
| 21 | | S | | | | | | | | | | | |
| 22 | | S | | | | | | | | | | | |
| 23 | | S | | | | | | | | | | | |
| 24 | | S | | | | | | | | | | | |
| 25 | | S | | | | | | | | | | | |
| 26 | | S | | | | | | | | | | | |
| 27 | | S | | | | | | | | | | | |
| 28 | | S | | | | | | | | | | | |
| 29 | | S | | | | | | | | | | | |
| 30 | | S | | | | | | | | | | | |
| 31 | | S | | | | | | | | | | | |
| 32 | | S | | | | | | | | | | | |
| 33 | | S | | | | | | | | | | | |
| 34 | | S | | | | | | | | | | | |
| 35 | | S | | | | | | | | | | | |
| 36 | | S | | | | | | | | | | | |
| 37 | | S | | | | | | | | | | | |
| 38 | | S | | | | | | | | | | | |
| 39 | | S | | | | | | | | | | | |
| 40 | | S | | | | | | | | | | | |
| 41 | | S | | | | | | | | | | | |
| 42 | | S | | | | | | | | | | | |
| 43 | | S | | | | | | | | | | | |
| 44 | | S | | | | | | | | | | | |
| 45 | | S | | | | | | | | | | | |
| 46 | | S | | | | | | | | | | | |
| 47 | | S | | | | | | | | | | | |
| 48 | | S | | | | | | | | | | | |
| 49 | | S | | | | | | | | | | | |
| 50 | | S | | | | | | | | | | | |
| 51 | | S | | | | | | | | | | | |
| 52 | | S | | | | | | | | | | | |
| 53 | | S | | | | | | | | | | | |
| 54 | | S | | | | | | | | | | | |
| 55 | | S | | | | | | | | | | | |
| 56 | | S | | | | | | | | | | | |
| 57 | | S | | | | | | | | | | | |
| 58 | | S | | | | | | | | | | | |
| 59 | | S | | | | | | | | | | | |
| 60 | | S | | | | | | | | | | | |
| 61 | | S | | | | | | | | | | | |
| 62 | | S | | | | | | | | | | | |
| 63 | | S | | | | | | | | | | | |
| 64 | | S | | | | | | | | | | | |
| 65 | | S | | | | | | | | | | | |
| 66 | | S | | | | | | | | | | | |
| 67 | | S | | | | | | | | | | | |
| 68 | | S | | | | | | | | | | | |
| 69 | | S | | | | | | | | | | | |
| 70 | | S | | | | | | | | | | | |
| 71 | | S | | | | | | | | | | | |
| 72 | | S | | | | | | | | | | | |
| 73 | | S | | | | | | | | | | | |
| 74 | | S | | | | | | | | | | | |
| 75 | | S | | | | | | | | | | | |
| 76 | | S | | | | | | | | | | | |
| 77 | | S | | | | | | | | | | | |
| 78 | | S | | | | | | | | | | | |
| 79 | | S | | | | | | | | | | | |
| 80 | | S | | | | | | | | | | | |
| 81 | | S | | | | | | | | | | | |
| 82 | | S | | | | | | | | | | | |
| 83 | | S | | | | | | | | | | | |
| 84 | | S | | | | | | | | | | | |
| 85 | | S | | | | | | | | | | | |
| 86 | | S | | | | | | | | | | | |
| 87 | | S | | | | | | | | | | | |
| 88 | | S | | | | | | | | | | | |
| 89 | | S | | | | | | | | | | | |
| 90 | | S | | | | | | | | | | | |
| 91 | | S | | | | | | | | | | | |
| 92 | | S | | | | | | | | | | | |
| 93 | | S | | | | | | | | | | | |
| 94 | | S | | | | | | | | | | | |
| 95 | | S | | | | | | | | | | | |
| 96 | | S | | | | | | | | | | | |
| 97 | | S | | | | | | | | | | | |
| 98 | | S | | | | | | | | | | | |
| 99 | | S | | | | | | | | | | | |
| 100 | | S | | | | | | | | | | | |

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
 INF-1
 07/07/2015

Página
 296/497

Notas: w_s, peso del agua; w_w, peso de sólidos; w, contenido de agua; REC, recuperación de roca; ICR, índice de calidad de la roca
 S, sección superior; I, sección inferior; TM, tamaño máximo.
 Forma LS-10, Rev 2

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|--|
| Ciente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobranante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| cala km 24+733 | 1928.71 | 7140.00 | 2103.00 | 3075.00 | 1962.00 | 1.52 | 1290.79 | 1.49 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wm gr | wseco gr | wagua gr | wjara gr | wmserca gr | W (cont-agua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------|-------------|-------------|-------------|---------------|--------------------|--|
| cala km 24+733 | 45 | 339.70 | 325.22 | 14.48 | 119.11 | 206.11 | 7.00 | 1.40 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Metro d
Diagnós
Informe final

INT-1
07/07/2015

[Handwritten signature]
Página
297/497
[Handwritten signature]

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS
ASTM D-422

| | | | |
|--------------|--|----------------|---------------|
| Cliente | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | |
| Contrato No. | | Sondeo | km 24+733 |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | Tipo | Cala |
| | | Muestra | Centro de vía |
| | | Prof. (m) | Base |

| | | | | | | | |
|-----------|--------|------|--------|-------|------|------|---------|
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| GRAVA | | | | ARENA | | | |

Porcentaje que pasa vs. Tamaño de partículas, mm

| Mallas | | | Sedimentación | |
|------------------------|-------------------|--------|--------------------|--------|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa |
| 76.2 (3") | - | - | - | - |
| 50.8 (2") | - | - | - | - |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - |
| 25.4 (1") | 41.47 | 97.4 | - | - |
| 19.05 (3/4") | 107.64 | 90.7 | - | - |
| 12.7 (1/2") | 309.02 | 71.4 | - | - |
| 9.53 (3/8") | 156.62 | 61.6 | - | - |
| 6.35 (1/4") | 282.10 | 43.9 | - | - |
| 4.76 (No.4) | 160.20 | 33.9 | - | - |
| 2 (No.10) | 193.91 | 21.8 | - | - |
| 0.84 (No.20) | 59.19 | 18.1 | - | - |
| 0.42 (No.40) | 61.20 | 14.3 | - | - |
| 0.25 (No.60) | 38.47 | 11.9 | - | - |
| 0.149 (No.100) | 32.15 | 9.9 | - | - |
| 0.074 (No.200) | 18.63 | 8.7 | - | - |

| | | |
|------------------------------|---|-------|
| Cápsula No. | D | |
| Cáp. + muestra seca | 1853.71 | |
| Peso de la muestra | 1599.63 | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - |
| | % Grava | 66.10 |
| | % Arena | 25.20 |
| | %Finos | 8.70 |

| | | | |
|-----|------|----|------|
| D10 | 0.15 | Cu | 61.6 |
| D30 | 3.87 | Cc | 10.8 |
| D60 | 9.24 | | |

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) |
|--------------------|-------------------------------------|

| | | |
|----------|------------|-------------|
| Operador | I.C. | hoja 1 de 1 |
| Revisó | L.O. | |
| Aprobó | M.G. | |
| Fecha | 12/05/2015 | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
298/497

| PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | | | FORMA LP-02, Rev. 1 | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------|---|--|--------------------------|---|------------|
| | | | | FECHA: 21/05/2015 | | | |
| | | | | HOJA: 1 DE 1 | | | |
| | | | | CONSECUTIVO: | | | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA | | | | Datos muestra: | | | |
| Contrato No: | | | | Sondeo | KM 24+733 | | |
| Nombre: METRO LINEA 12 | | | | Tipo | CALA | | |
| TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | | Muestra | Centro via | | |
| | | | | Prof. (m) | | | |
| | | | | Prof. media (m) | | | |
| Descripción del suelo: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1", empaçadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | | | Fecha de ejecución 21/05/2015 | | | |
| Equipo de prueba | | Molde No. 1 | Volumen del cilindro V_{cil} : 3224.50 cm ³ | Golpes por capa N: 56 | | | |
| | | | Peso del cilindro W_{cil} : 5267.00 g | Número de capas n: 5 | | | |
| | | Peso del pisón 4.55 kg | Altura de caída del pisón 43.80 cm | Energía de compactación 17.29 (kg cm)/cm ³ | | | |
| Contenido de agua | | | | | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $w_p + c$ (g) | $w_s + c$ (g) | w_t (g) | w_p (g) | w (%) | |
| 1 | 95 | 403.50 | 399.29 | 121.49 | 4.2 | 277.8 | |
| 2 | 84 | 402.47 | 392.38 | 117.55 | 10.1 | 274.8 | |
| 3 | 544 | 393.59 | 379.50 | 120.39 | 14.1 | 259.1 | |
| 4 | 412 | 382.27 | 366.48 | 119.59 | 15.8 | 246.9 | |
| 5 | 665 | 386.76 | 369.78 | 119.74 | 17.0 | 250.0 | |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{máx} + W_{cil}$ (kg) | $W_{máx}$ (kg) | $1/(1+w)$ | PVH (kg/m ³) | PVS (kg/m ³) | | |
| 1 | 11298 | 6031 | 0.99 | 1870 | 1842 | Peso volumétrico seco máximo PVSM = <u>1.916</u> kg/m ³ Contenido de agua óptimo $w_p =$ <u>3.9</u> % | |
| 2 | 11661 | 6394 | 0.96 | 1983 | 1913 | | |
| 3 | 11667 | 6400 | 0.95 | 1985 | 1883 | | |
| 4 | 11553 | 6286 | 0.94 | 1949 | 1832 | | |
| 5 | 11508 | 6241 | 0.94 | 1935 | 1812 | | |
| | | | | | | | |
| | | | | Operador | J.J. | Fecha | 21/05/2015 |
| | | | | Revisó | L.O. | Fecha | 23/05/2015 |
| | | | | Aprobó | M.G. | Fecha | 23/05/2015 |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
299/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LIMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 19/05/2015 | | |
|---|------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------|---|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | |
| Contrato No: | | | Sondeo: km 24+733 | | | |
| Nombre: METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | Tipo: Cala | | | |
| | | | Muestra: Centro via | | | |
| | | | Prof. (m): Base de via | | | |
| Descripción del suelo: Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución: 15/05/2015 | | | |
| Equipo de prueba: | Copa No. 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. 1 | | | |
| | | Báscula No. 1 | Temp. de secado: 110 °C | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Número de golpes | N | 36 | 26 | 16 | 8 | |
| Cápsula No. | | 254 | 281 | 335 | 242 | |
| Peso de la cápsula | g | 33.39 | 26.92 | 25.30 | 26.72 | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 41.07 | 34.83 | 34.04 | 34.67 | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 39.86 | 33.54 | 32.58 | 33.25 | |
| Contenido de agua | % | 18.70 | 19.50 | 20.05 | 21.75 | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | |
| Cápsula No. | | 214 | 215 | Cápsula No. | | |
| Peso de la cápsula | g | 21.26 | 20.40 | Peso de la cápsula g | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 46.35 | 41.65 | Peso suelo húmedo+cápsula g | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 43.60 | 39.34 | Peso del suelo seco+cápsula g | | |
| Contenido de agua | % | 12.31 | 12.20 | Contenido de agua % | | |
| | Promedio | 12.3 | | | | |
| | | | Altura cm | | | |
| | | | Dsuperior cm | | | |
| | | | Dmedio cm | | | |
| | | | Dinferior cm | | | |
| | | | Dpromedio cm | | | |
| | | | Volumen cm³ | | | |
| | | | Ws g | | | |
| | | | Límite líquido | | 19.5 | % |
| | | | Limite plástico | | 12.3 | % |
| | | | Límite de contracción | | - | % |
| Índice de plasticidad | | 7.3 | % | | | |
| Clasificación SUCS | | CL | | | | |
| Operador | | J.S. | Fecha | 15/05/2015 | | |
| Revisó | | L. O. | Fecha | 19/05/2015 | | |
| Aprobó | | M.G. | Fecha | 19/05/2015 | | |
| hoja 1 de 1 | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
300/497

| | | | |
|---|--|---------------------------------|--|
| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 | |
| | | FECHA: 18/05/2015 | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA | | PAG: 1 DE: 1 | |
| Contrato No.: | | CONSECUTIVO: | |
| Obra y sitio: METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | Datos muestra: | |
| | | Sondeo: Km 24+733 | |
| | | Tipo: Cala | |
| | | Muestra: 1 int. (centro de vía) | |
| | | Prof. (m): --- | |
| | | Prof. media (m): --- | |

| | | | | | | | |
|-----------|--------|------|--------|-------|------|------|---------|
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| GRAVA | | | | | | | |
| ARENA | | | | | | | |

| Mallas | | |
|------------------------|-------------------|--------|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa |
| 76.2 (3") | - | - |
| 50.8 (2") | - | - |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 |
| 25.4 (1") | 437.00 | 97.2 |
| 19.05 (3/4") | 1783.00 | 85.6 |
| 12.7 (1/2") | 2852.00 | 67.1 |
| 9.53 (3/8") | 2127.00 | 53.3 |
| 6.35 (1/4") | 2493.00 | 37.2 |
| 4.76 (No. 4) | 1174.00 | 29.6 |
| 2 (No. 10) | 62.60 | 20.3 |
| 0.84 (No. 20) | 32.67 | 15.5 |
| 0.42 (No. 40) | 25.15 | 11.8 |
| 0.25 (No. 60) | 15.13 | 9.5 |
| 0.149 (No. 100) | 14.78 | 7.4 |
| 0.074 (No. 200) | 12.20 | 5.5 |

| DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | |
|---|--------------------------|
| wcilindro + mat = | 18,817 gr |
| wcilindro = | 3,392 gr |
| wmaterial = | 15,425 gr |
| Volumen = | 9,690 cm ³ |
| Altura del cil = | 19.90 cm |
| Altura faltante = | 0.00 cm |
| γ _{ds} = | 1,592 kg/cm ³ |
| γ _{ds} = | 1,59 g/cm ³ |

| | |
|--|---------|
| Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 15425 g |
| Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g |

| | | |
|------------------------------|---|------|
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | |
| Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - |
| | % Grava | 70.4 |
| | % Arena | 24.1 |
| | %Finos | 5.5 |

| | | | |
|-----------------|-------|----------------|-------|
| D ₁₀ | 0.29 | C _u | 38.17 |
| D ₃₀ | 4.84 | C _c | 7.3 |
| D ₆₀ | 11.07 | | |

| | |
|--------------------|--------------|
| Clasificación SUCS | GP-GC |
|--------------------|--------------|

| | |
|-------------------|-------------|
| Operador: J.J. | hoja 1 de 1 |
| Revisó: L.O. | |
| Aprobó: M.G. | |
| Fecha: 18/05/2015 | |

Forma LS-13, Rev. 3

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
301/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

| | |
|--------------|--|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

Sondeo: Km 24+733 (centro via) Muestra: Integral Profundidad: Base de via Fecha: 18/05/2015 Operador: J.J. Aprobó: M.G.

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1 | 8.00 | 6.00 | 6.15 | 2.70 | 2.7 | 43.90 | |
| 2 | 10.00 | 6.30 | | 2.70 | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS O CBR)

Obra: Metro línea 12 Tramo: Parque de los Venados-Eje Central
Sitio: Km 24+733 (centro de vía)
Operador: J. Salazar
Calculó: R. Flores

Muestra: 1-integral
Pozo: Cala
Prof: Base m
Fecha: 18-may-15

Datos del molde.

Número: 23
 Diámetro: 6 pulg

Datos del anillo.

Constante: 8.35

Datos de la prueba.

Peso mat + molde: 9,631.00 g
 Peso del molde: 5,247.00 g
 Peso húmedo: 4,384.00 g
 Peso seco: 4,064.45 g

Agua agregada: 300 cm³
 Altura molde: 17.75 cm
 Altura faltante: 5.67 cm
 Altura material: 12.08 cm

Area del molde: 181.93 cm²
 Volumen del molde: 2,197.76 cm³

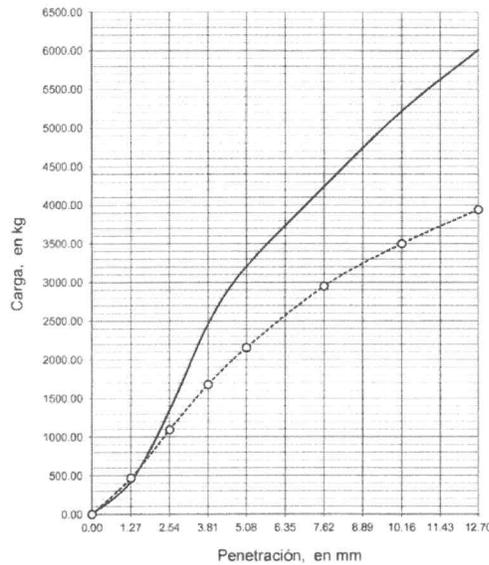
Peso vol. húmedo: 1,995 kg/m³
Peso vol. seco: 1,847 kg/m³

Contenido de agua.

No de cápsula: 26
 Peso de cápsula: 83.74 g
 Wm + cápsula: 442.22 g
 Ws + cápsula: 416.09 g
 Contenido de agua: 7.9 %

Expansión libre 6 "

Lectura inicial: 1.400 mm
 Lectura final: 1.420 mm
 % de expansión: 0.00 %



— VRS natural: 159 %
 - - - VRS saturado: 107 %

| Penetración (mm) | Muestra sin saturar | | | | | Muestra saturada | | | | |
|------------------|---------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|
| | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) |
| 1.27 | 51 | 425.9 | 758.13 | 39.55 | 56.2 | 56 | 467.60 | 758.13 | 39.55 | 61.7 |
| 2.54 | 161 | 1344.4 | 1,347.79 | 70.31 | 99.7 | 131 | 1,093.85 | 1,347.79 | 70.31 | 81.2 |
| 3.81 | 295 | 2463.3 | 1,768.97 | 92.28 | 139.2 | 201 | 1,678.35 | 1,768.97 | 92.28 | 94.9 |
| 5.08 | 384 | 3206.4 | 2,021.68 | 105.46 | 158.6 | 258 | 2,154.30 | 2,021.68 | 105.46 | 106.6 |
| 7.62 | 507 | 4233.5 | 2,560.79 | 133.58 | 165.3 | 353 | 2,947.55 | 2,560.79 | 133.58 | 115.1 |
| 10.16 | 625 | 5218.8 | 3,099.91 | 161.71 | 168.4 | 419 | 3,498.65 | 3,099.91 | 161.71 | 112.9 |
| 12.70 | 720 | 6012.0 | 3,504.24 | 182.80 | 171.6 | 472 | 3,941.20 | 3,504.24 | 182.80 | 112.5 |

Observaciones:

Clasificación: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
303/497

14.15 Resultados de los ensayos pk 24+794

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+794
MÉXICO D.F.

22 de mayo 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
304/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+794
MÉXICO D.F.

22 de mayo 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015


Página
305/497



1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en un Tramo del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 09 de mayo de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 24+794.

En la cala del KM 24 + 794, Centro de vía, no se extrajeron muestras de concreto ni muestra integral, y al material de base se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto
- c) Contenido natural de agua w .

GEOTEC S.A de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
306/497

- d) Límites de consistencia *LL*, *LP*.
- e) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mábel García Cabana
Jefe de Proyecto

México, D.F., 22 de mayo, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015


Página
307/497

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Ciente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS - ZAPATA |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| cala km 25+970 | 1826.51 | 7129.00 | 2160.33 | 3254.00 | 1714.67 | 1.40 | 1224.76 | 1.49 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wim gr | Wseco gr | Wagua gr | Warena gr | W (cont-agua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|-----------|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------------|--|
| cala km 25+970 | 247 | 274.63 | 262.93 | 11.70 | 121.86 | 8.30 | 1.38 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Página
366/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | |
|---|---|--------|--------------------|----------------|---------------|------------------------------|---|---------|-------------|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 25+970 | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS - ZAPATA | | | Tipo | Cala | | | | |
| | | | | Muestra | Centro de vía | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base | | | | |
| GUIJARROS | | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | |
| | | GRAVA | | ARENA | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Mallas | | | Sedimentación | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | - | - | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | - | - | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - | | | | | |
| 25.4 (1") | 79.56 | 94.9 | - | - | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 117.64 | 87.3 | - | - | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 139.66 | 78.3 | - | - | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 107.72 | 71.3 | - | - | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 159.75 | 61.0 | - | - | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 107.13 | 54.1 | - | - | | | | | |
| 2 (No.10) | 243.91 | 38.4 | - | - | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 115.12 | 30.9 | - | - | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 119.82 | 23.2 | - | - | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 75.67 | 18.3 | - | - | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 71.02 | 13.7 | - | - | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 63.02 | 9.7 | - | - | | | | | |
| | | | | | | Cápsula No. | 18R | | |
| | | | | | | Cáp. + muestra seca | 1565.67 | | |
| | | | | | | Peso de la muestra | 1549.87 | | |
| | | | | | | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | |
| | | | | | | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | |
| | | | | | | Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | |
| | | | | | | | % Grava | 45.90 | |
| | | | | | | | % Arena | 44.40 | |
| | | | | | | | % Finos | 9.70 | |
| | | | | | | D10 | 0.08 | | |
| | | | | | | D30 | 0.79 | | |
| | | | | | | Deo | 6.12 | | |
| | | | | | | Cu | 76.5 | | |
| | | | | | | Cc | 1.3 | | |
| | | | | | | Clasificación | G | | |
| | | | | | | SUCS | BIEN GRADUADA (W) | | |
| | | | | | | Operador | I.C. | | hoja 1 de 1 |
| | | | | | | Revisó | L.O | | |
| | | | | | | Aprobó | M.G. | | |
| | | | | | | Fecha | 30/06/2015 | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
367/497

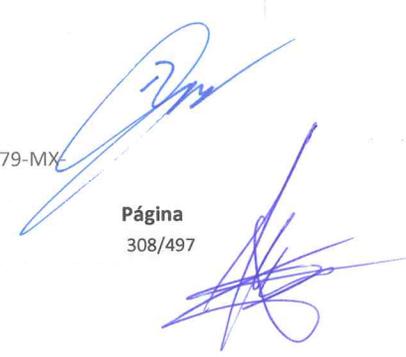
| CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216 | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|---------|-----------|--|-------------------------|--|---------------------|--|--------|
| FORMA LS-10, Rev. 2 FECHA: 13/05/2015 HOJA 1 DE 1 CONSECUTIVO: | | | | Sondeo: Calas Calas Tipo: Temperatura 110 °C | | M.C. 05/05/2015 Fecha 10/05/2015 L.O. Fecha 13/05/2015 M.G. Fecha | | OPERADOR: M.C. 05/05/2015 REVISOR: L.O. Fecha 10/05/2015 APROBADO: M.G. Fecha 13/05/2015 | |
| CLIENTE: ADIC INGENIERIA | | | | | | DESCRIPCION DEL SUELO | | | |
| Contrato No.: METRO LINEA 12 Nombre: TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | | | | | | | |
| Equipo: Báscula No. 1 Horno No. 2 | | | | | | | | | |
| No. | Muestra Prof (m) de a | Sección | Long (cm) | Capsula, c | Peso húmedo + c g | Peso seco + c g | W _s g | W _p g | w % |
| 1 | CALA km 24+794 Centro de vía | S | 176 | 119.18 | 301.77 | 285.91 | 15.86 | 166.73 | 10 |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |
| | | S | | | | | | | |

Notas:
 w_u, peso del agua; W_s, peso de sólidos; w, contenido de agua; REC, recuperación de roca; ICR, índice de calidad de la roca
 S, sección superior; I, sección inferior; TM, tamaño máximo
 Forma LS-10, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
 INF-1
 07/07/2015



Página
 308/497

Determinación del peso volumétrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|--|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrannte gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| cala km 24+794 | 3061.00 | 7140.00 | 2103.00 | 2700.00 | 2337.00 | 1.52 | 1537.50 | 1.99 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wm gr | W _{seco} gr | W _{agua} gr | W _{arena} gr | W _{masca} gr | W (cont-agua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|-----------|----------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|--|
| cala km 24+794 | 176 | 301.77 | 285.91 | 15.86 | 119.18 | 166.73 | 9.50 | 1.82 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |



Página
309/497



| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | |
|---|--|--|----------------|
| ASTM D-422 | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | Datos muestra: |
| Contrato No. | | | Sondeo |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | km 24+794 |
| | | | Tipo |
| | | | Cala |
| | | | Muestra |
| | | | Centro de vía |
| | | | Prof. (m) |
| | | | Base |

| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
|-----------|--------|-------|--------|-------|------|------|---------|
| GRAVA | | ARENA | | | | | |

Tamaño de partículas, mm

| Mallas | | | Sedimentación | |
|------------------------|-------------------|--------|--------------------|--------|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa |
| 76.2 (3") | - | - | - | - |
| 50.8 (2") | - | - | - | - |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - |
| 25.4 (1") | 135.38 | 94.8 | - | - |
| 19.05 (3/4") | 151.31 | 89.1 | - | - |
| 12.7 (1/2") | 385.42 | 74.4 | - | - |
| 9.53 (3/8") | 214.56 | 66.2 | - | - |
| 6.35 (1/4") | 511.25 | 46.7 | - | - |
| 4.76 (No.4) | 254.89 | 37.0 | - | - |
| 2 (No.10) | 312.30 | 25.1 | - | - |
| 0.84 (No.20) | 122.20 | 20.5 | - | - |
| 0.42 (No.40) | 125.42 | 15.7 | - | - |
| 0.25 (No.60) | 82.43 | 12.5 | - | - |
| 0.149 (No.100) | 74.18 | 9.7 | - | - |
| 0.074 (No.200) | 58.87 | 7.5 | - | - |

| | |
|---------------------|---------|
| Cápsula No. | D |
| Cáp. + muestra seca | 2878.06 |
| Peso de la muestra | 2623.98 |

| | | |
|------------------------------|---|-------|
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - |
| | % Grava | 63.00 |
| | % Arena | 29.50 |
| | % Finos | 7.50 |

| | | | |
|-----|------|----|------|
| D10 | 0.16 | Cu | 53.3 |
| D30 | 3.14 | Cc | 7.2 |
| D60 | 8.52 | | |

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Clasificación SUCS | G |
| | MAL GRADUADA (P) |

| | | |
|----------|------------|-------------|
| Operador | I.C. | hoja 1 de 1 |
| Revisó | L.O. | |
| Aprobó | M.G. | |
| Fecha | 12/05/2015 | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de Mexico

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
310/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 21/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------|-----------------------------|---|------------------------|---------|------------|-----------------------|-------|-----------|-----------------------|--------|------|--------------------|------------|-------------|--|-----------|----|--|--|-----------|----|--|--|---------|-----|--|--|----|---|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 24+794 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 18/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado 110 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 42 | 33 | 21 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 228 | 162 | 157 | 185 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 30.82 | 30.16 | 33.40 | 25.95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 38.79 | 39.56 | 40.28 | 35.69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 37.46 | 37.96 | 39.08 | 33.93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 20.10 | 20.50 | 21.20 | 22.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 320 | 156 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 25.85 | 19.87 | Peso de la cápsula g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 49.65 | 45.69 | Peso suelo húmedo+cápsula g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 46.87 | 42.72 | Peso del suelo seco+cápsula g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 13.20 | 13.00 | Contenido de agua % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 13.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td>inicial</td><td>final</td></tr> <tr><td>Dsuperior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dmedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dinferior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dpromedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ws</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | Altura | cm | inicial | final | Dsuperior | cm | | | Dmedio | cm | | | Dinferior | cm | | | Dpromedio | cm | | | Volumen | cm³ | | | Ws | g | | |
| | | | | Altura | cm | inicial | final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dsuperior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dmedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dinferior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dpromedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | cm³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr><td>Limite líquido</td><td>20.9</td><td>%</td></tr> <tr><td>Limite plástico</td><td>13.1</td><td>%</td></tr> <tr><td>Limite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>7.8</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | Limite líquido | 20.9 | % | Limite plástico | 13.1 | % | Limite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 7.8 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limite líquido | 20.9 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limite plástico | 13.1 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 7.8 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr><td>Operador</td><td>J.S.</td><td>Fecha</td><td>18/05/2015</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L.O.</td><td>Fecha</td><td>21/05/2015</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td><td>Fecha</td><td>21/05/2015</td></tr> </table> | | | | Operador | J.S. | Fecha | 18/05/2015 | Revisó | L.O. | Fecha | 21/05/2015 | Aprobó | M.G. | Fecha | 21/05/2015 | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 18/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | Fecha | 21/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 21/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página

311/497

14.16 Resultados de los ensayos pk 24+900 y 24+920

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+900 – KM 24+920
MÉXICO D.F.

06 de mayo 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
312/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+900 – KM 24+920
MÉXICO D.F.

06 de mayo 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015


Página
313/497



1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en un Tramo del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, entre el 22 y el 25 de abril de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras de este grupo corresponden a calas realizadas por ADIC, en los KM 24+900, 24+910 y 24+920.

A la cala del KM 24 + 900, Dirección Mixcoac, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F., 2015
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

ADIC INGENIERÍA.

Ensayes en la Línea 12 del Metro.

- c) Contenido natural de agua w .
- d) Granulometría por mallas.

A la cala del KM 24 + 910, Centro de vía:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto
- c) Contenido natural de agua w .
- d) Límites de consistencia LL , LP .
- e) Granulometría por mallas.
- f) Extracción de núcleo de 32 cm de longitud, en la losa de concreto pobre, que conforma la cubeta. En un tramo de este núcleo se realizó una prueba de compresión simple; el otro tramo se envió al IMCYC para que le determinen la resistencia f_c del concreto.
- g) Muestreo integral de suelos para realizar: Compactación AASHTO modificada y equivalente de arena.

A la cala del KM 24 + 920, Dirección Tláhuac:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto
- c) Contenido natural de agua w .
- d) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mábel García Cabana
Jefe de Proyecto

México, D.F., 06 de mayo, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F., 2015
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
315/497

Determinación del peso volumétrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|--|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL |



GEOTEC, S.A. de C.V.
Londres 44 Coyacán
México D.F.

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (interior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|--|---|----------------------------------|
| cala km 24+900 | 3607.01 | 7173.00 | 2103.00 | 1980.00 | 3090.00 | 1.63 | 1892.22 | 1.91 |
| cala km 24+910 | 2502.41 | 7127.00 | 2103.00 | 2823.00 | 2201.00 | 1.63 | 1347.83 | 1.86 |
| cala km 24+920 | 3478.43 | 7120.00 | 2103.00 | 2089.06 | 2927.94 | 1.63 | 1792.99 | 1.94 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | w_m gr | w_{seco} gr | w_{agua} gr | w_{liena} gr | w_{masa} gr | W (cont-agua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|-------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|--|
| cala km 24+900 | 153 | 282.45 | 268.48 | 13.97 | 116.64 | 151.84 | 9.20 | 1.75 |
| cala km 24+910 | 653 | 316.19 | 303.86 | 12.33 | 123.06 | 180.80 | 6.80 | 1.74 |
| cala km 24+920 | 353 | 303.83 | 291.89 | 11.94 | 118.58 | 173.31 | 6.90 | 1.82 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
317/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------|---|---------------------------|----------|---------------|-------------|------------------------|-------------------|--------|--------------------|--------|------------|-------|---|-------|---|-----------|---|---|---|---|---------------|---|-------|---|---|-----------|-------|------|---|---|--------------|--------|------|---|---|-------------|--------|------|---|---|-------------|--------|------|---|---|-------------|--------|------|---|---|-------------|--------|------|---|---|-----------|--------|------|---|---|--------------|-------|------|---|---|--------------|-------|------|---|---|--------------|-------|------|---|---|----------------|-------|------|---|---|----------------|-------|------|---|---|---|--|--|-------------|----|---------------------|---------|--------------------|---------|-----------------------|---|------------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|---|---------|----|---------|----|--|--------|----|-----|------|----|-----|-----|------|----|----|-----|-------|--|--|--------------------|-------------------------------------|--|--|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | Sondeo | km 24+900 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Muestra | Via 1 (dirección Mixcoac) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Prof. (m) | Base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">GUIJARROS</td> <td style="width: 10%;">GRUESA</td> <td style="width: 10%;">FINA</td> <td style="width: 10%;">GRUESA</td> <td style="width: 10%;">MEDIA</td> <td style="width: 10%;">FINA</td> <td style="width: 20%;">LIMO</td> <td style="width: 15%;">ARCILLA</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">GRAVA</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">ARENA</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | | | | | | GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | GRAVA | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRAVA | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mallas</th> <th colspan="2">Sedimentación</th> </tr> <tr> <th>Tamaño partículas (mm)</th> <th>Peso retenido (g)</th> <th>% pasa</th> <th>Tam. partículas mm</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.2 (3")</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>50.8 (2")</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>38.1 (1 1/2")</td><td>-</td><td>100.0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>25.4 (1")</td><td>58.37</td><td>97.2</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>19.05 (3/4")</td><td>203.93</td><td>87.5</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>12.7 (1/2")</td><td>415.71</td><td>67.7</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>9.53 (3/8")</td><td>231.14</td><td>56.7</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>6.35 (1/4")</td><td>273.03</td><td>43.7</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>4.76 (No.4)</td><td>154.79</td><td>36.4</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2 (No.10)</td><td>209.61</td><td>26.4</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>0.84 (No.20)</td><td>70.31</td><td>23.0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>0.42 (No.40)</td><td>75.68</td><td>19.4</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>0.25 (No.60)</td><td>51.16</td><td>17.0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>0.149 (No.100)</td><td>49.53</td><td>14.6</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>0.074 (No.200)</td><td>50.35</td><td>12.2</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | | | Mallas | | | Sedimentación | | Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa | 76.2 (3") | - | - | - | - | 50.8 (2") | - | - | - | - | 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - | 25.4 (1") | 58.37 | 97.2 | - | - | 19.05 (3/4") | 203.93 | 87.5 | - | - | 12.7 (1/2") | 415.71 | 67.7 | - | - | 9.53 (3/8") | 231.14 | 56.7 | - | - | 6.35 (1/4") | 273.03 | 43.7 | - | - | 4.76 (No.4) | 154.79 | 36.4 | - | - | 2 (No.10) | 209.61 | 26.4 | - | - | 0.84 (No.20) | 70.31 | 23.0 | - | - | 0.42 (No.40) | 75.68 | 19.4 | - | - | 0.25 (No.60) | 51.16 | 17.0 | - | - | 0.149 (No.100) | 49.53 | 14.6 | - | - | 0.074 (No.200) | 50.35 | 12.2 | - | - | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Cápsula No.</td><td>25</td></tr> <tr><td>Cáp. + muestra seca</td><td>2116.69</td></tr> <tr><td>Peso de la muestra</td><td>2100.92</td></tr> <tr><td>Descripción del suelo</td><td>Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café</td></tr> <tr><td>Preparación / Pretratamiento</td><td>según ASTM D422</td></tr> <tr><td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td><td>Guijarros / boleos</td><td>-</td></tr> <tr><td>% Grava</td><td>64</td></tr> <tr><td>% Arena</td><td>24</td></tr> <tr><td></td><td>%Finos</td><td>12</td></tr> <tr><td>D10</td><td>0.07</td><td>Cu</td><td>150</td></tr> <tr><td>D30</td><td>2.99</td><td>Cc</td><td>12</td></tr> <tr><td>D60</td><td>10.48</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td colspan="3" style="text-align: center;">G MAL GRADUADA (P)</td></tr> </table> | | | Cápsula No. | 25 | Cáp. + muestra seca | 2116.69 | Peso de la muestra | 2100.92 | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | % Grava | 64 | % Arena | 24 | | %Finos | 12 | D10 | 0.07 | Cu | 150 | D30 | 2.99 | Cc | 12 | D60 | 10.48 | | | Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) | | |
| Mallas | | | Sedimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 58.37 | 97.2 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 203.93 | 87.5 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 415.71 | 67.7 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 231.14 | 56.7 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 273.03 | 43.7 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 154.79 | 36.4 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 209.61 | 26.4 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 70.31 | 23.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 75.68 | 19.4 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 51.16 | 17.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 49.53 | 14.6 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 50.35 | 12.2 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáp. + muestra seca | 2116.69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra | 2100.92 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | %Finos | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D10 | 0.07 | Cu | 150 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D30 | 2.99 | Cc | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D60 | 10.48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>GEOTEC, S.A. de C.V. Londres 44 Coyoacan México D.F.</p> | | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Operador</td><td>I.C.</td><td rowspan="4" style="text-align: center;">hoja 1 de 1</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L.O.</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>05/05/2015</td></tr> </table> | | Operador | I.C. | hoja 1 de 1 | Revisó | L.O. | Aprobó | M.G. | Fecha | 05/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | I.C. | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | 05/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
318/497

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS ASTM D-422

| | | | |
|--------------|--|----------------|---------------|
| Cliente | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | |
| Contrato No. | | Sondeo | km 24+910 |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | Tipo | Cala |
| | | Muestra | Centro de via |
| | | Prof. (m) | Base |

| | | | | | | | |
|-----------|--------|-------|--------|-------|------|------|---------|
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| GRAVA | | ARENA | | | | | |

Porcentaje que pasa

| Mallas | | | Sedimentación | |
|------------------------|-------------------|--------|--------------------|--------|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa |
| 76.2 (3") | - | - | - | - |
| 50.8 (2") | - | - | - | - |
| 38.1 (1 1/2") | - | - | - | - |
| 25.4 (1") | - | 100.0 | - | - |
| 19.05 (3/4") | 108.55 | 90.6 | - | - |
| 12.7 (1/2") | 166.27 | 76.2 | - | - |
| 9.53 (3/8") | 98.02 | 67.7 | - | - |
| 6.35 (1/4") | 181.60 | 52.0 | - | - |
| 4.76 (No.4) | 101.89 | 43.2 | - | - |
| 2 (No.10) | 154.42 | 29.8 | - | - |
| 0.84 (No.20) | 64.19 | 24.3 | - | - |
| 0.42 (No.40) | 61.89 | 18.9 | - | - |
| 0.25 (No.60) | 38.02 | 15.6 | - | - |
| 0.149 (No.100) | 34.08 | 12.7 | - | - |
| 0.074 (No.200) | 32.21 | 9.9 | - | - |

| | |
|---------------------|---------|
| Cápsula No. | 20 |
| Cáp. + muestra seca | 1170.95 |
| Peso de la muestra | 1155.19 |

| | | |
|------------------------------|---|----|
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - |
| | % Grava | 57 |
| | % Arena | 33 |
| | % Finos | 10 |

| | | | |
|-----|------|----|------|
| D10 | 0.08 | Cu | 99.6 |
| D30 | 2.04 | Cc | 6.5 |
| D60 | 7.97 | | |

| | |
|--------------------|------------------------------|
| Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) |
|--------------------|------------------------------|

| | | | |
|--|----------|------------|-------------|
| <p>GEOTEC, S.A. de C.V. Londres 44 Coyocacan México D.F.</p> | Operador | I.C. | hoja 1 de 1 |
| | Revisó | L.O. | |
| | Aprobó | M.G. | |
| | Fecha | 05/05/2015 | |

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
319/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------------|--------|--|---------------------------|---|-------------------|----------|-----------|--------|------|-----------|------|-------|---------------|---|-------|-----------|-------|------|--------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-----------|--------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|-----|--|--|--|---------------|--|---------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|-------------|----|---------------------|---------|--------------------|---------|-----------------------|---|------------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|---|---------|----|---------|----|--|--------|---|-----|------|----|------|-----|------|----|------|-----|-------|--|--|--------------------|--|-------------------------------------|--|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 24+920 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Via 2 (dirección Tláhuac) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUIJARROS | | GRAVA | | ARENA | | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mallas</th> </tr> <tr> <th>Tamaño partículas (mm)</th> <th>Peso retenido (g)</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.2 (3")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>50.8 (2")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>38.1 (1 1/2")</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>25.4 (1")</td><td>69.81</td><td>95.3</td></tr> <tr><td>19.05 (3/4")</td><td>121.51</td><td>87.0</td></tr> <tr><td>12.7 (1/2")</td><td>272.17</td><td>68.6</td></tr> <tr><td>9.53 (3/8")</td><td>209.13</td><td>54.4</td></tr> <tr><td>6.35 (1/4")</td><td>243.68</td><td>37.8</td></tr> <tr><td>4.76 (No.4)</td><td>104.48</td><td>30.7</td></tr> <tr><td>2 (No.10)</td><td>132.88</td><td>21.7</td></tr> <tr><td>0.84 (No.20)</td><td>50.25</td><td>18.3</td></tr> <tr><td>0.42 (No.40)</td><td>51.70</td><td>14.8</td></tr> <tr><td>0.25 (No.60)</td><td>32.92</td><td>12.6</td></tr> <tr><td>0.149 (No.100)</td><td>28.38</td><td>10.7</td></tr> <tr><td>0.074 (No.200)</td><td>23.24</td><td>9.1</td></tr> </tbody> </table> | | | Mallas | | | Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | 76.2 (3") | - | - | 50.8 (2") | - | - | 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | 25.4 (1") | 69.81 | 95.3 | 19.05 (3/4") | 121.51 | 87.0 | 12.7 (1/2") | 272.17 | 68.6 | 9.53 (3/8") | 209.13 | 54.4 | 6.35 (1/4") | 243.68 | 37.8 | 4.76 (No.4) | 104.48 | 30.7 | 2 (No.10) | 132.88 | 21.7 | 0.84 (No.20) | 50.25 | 18.3 | 0.42 (No.40) | 51.70 | 14.8 | 0.25 (No.60) | 32.92 | 12.6 | 0.149 (No.100) | 28.38 | 10.7 | 0.074 (No.200) | 23.24 | 9.1 | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Sedimentación</th> </tr> <tr> <th>Tam partículas (mm)</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | | | Sedimentación | | Tam partículas (mm) | % pasa | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Cápsula No.</td><td>46</td></tr> <tr><td>Cáp. + muestra seca</td><td>1489.66</td></tr> <tr><td>Peso de la muestra</td><td>1473.93</td></tr> <tr><td>Descripción del suelo</td><td>Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café</td></tr> <tr><td>Preparación / Pretratamiento</td><td>según ASTM D422</td></tr> <tr><td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td><td>Guijarros / boleos</td><td>-</td></tr> <tr><td>% Grava</td><td>69</td></tr> <tr><td>% Arena</td><td>22</td></tr> <tr><td></td><td>%Finos</td><td>9</td></tr> <tr><td>D10</td><td>0.12</td><td>Cu</td><td>89.8</td></tr> <tr><td>D30</td><td>4.55</td><td>Cc</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>D60</td><td>10.78</td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Clasificación SUCS</td><td colspan="2" style="text-align: center;">G MAL GRADUADA (P)</td></tr> </table> | | Cápsula No. | 46 | Cáp. + muestra seca | 1489.66 | Peso de la muestra | 1473.93 | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | % Grava | 69 | % Arena | 22 | | %Finos | 9 | D10 | 0.12 | Cu | 89.8 | D30 | 4.55 | Cc | 16.0 | D60 | 10.78 | | | Clasificación SUCS | | G MAL GRADUADA (P) | |
| Mallas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 69.81 | 95.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 121.51 | 87.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 272.17 | 68.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 209.13 | 54.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 243.68 | 37.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 104.48 | 30.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 132.88 | 21.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 50.25 | 18.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 51.70 | 14.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 32.92 | 12.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 28.38 | 10.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 23.24 | 9.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sedimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tam partículas (mm) | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáp. + muestra seca | 1489.66 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra | 1473.93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | %Finos | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D10 | 0.12 | Cu | 89.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D30 | 4.55 | Cc | 16.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D60 | 10.78 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | | G MAL GRADUADA (P) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | GEOTEC, S.A. de C.V. Londres 44 Coyoacan México D.F. | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Operador</td><td>I.C.</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L.O.</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>05/05/2015</td></tr> </table> | | Operador | I.C. | Revisó | L.O. | Aprobó | M.G. | Fecha | 05/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | I.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | 05/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
320/497

| PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | | | FORMA LP-02, Rev. 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------|---|---|------------------|---|-------|--------------|------|-------|------------|--------|------|-------|------------|--------|------|-------|------------|
| | | | | FECHA: 04/05/2015 | | HOJA: 1 DE 1 | | CONSECUTIVO: | | | | | | | | | | | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA | | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No.: | | | | Sondeo: CALA | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre: METRO LÍNEA 12 | | | | Tipo: CALA | | | | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | | Muestra: KM 24+910 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m): | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. media (m): | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | Fecha de ejecución: 04/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | | Molde No. 1 | Volumen del cilindro V_{cil} : 3224.50 cm^3 | Golpes por capa N: 56 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Peso del cilindro W_{cil} : 5267.00 g | Número de capas n: 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Peso del pisón: 4.55 kg | Altura de caída del pisón: 43.80 cm | Energía de compactación: 17.29 $(kg\ cm^3)/cm^3$ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $W_s + c$ (g) | $W_c + c$ (g) | W_c (g) | w_w (g) | w_s (g) | w (%) | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 592 | 332.59 | 328.71 | 120.13 | 3.9 | 208.6 | 1.9 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 256 | 321.93 | 315.12 | 118.74 | 6.8 | 196.4 | 3.5 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 685 | 335.64 | 324.67 | 109.12 | 11.2 | 215.6 | 5.2 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 219 | 318.19 | 306.28 | 120.02 | 11.9 | 186.3 | 6.4 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 182 | 310.00 | 298.06 | 121.72 | 11.9 | 176.3 | 6.8 | | | | | | | | | | | | |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{m1} + W_{cil}$ (kg) | W_{m2} (kg) | $1 / (1+w)$ | PVH (kg / m^3) | PVS (kg / m^3) | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 11400 | 6133 | 0.98 | 1902 | 1867 | Peso volumétrico seco máximo PVSM = 1.968 kg/m^3 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 11675 | 6408 | 0.97 | 1987 | 1920 | Contenido de agua óptimo $w_o = 5\%$ | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 11938 | 6671 | 0.95 | 2068 | 1967 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 11703 | 6436 | 0.94 | 1996 | 1876 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 11600 | 6333 | 0.94 | 1964 | 1839 | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Peso volumétrico seco, PVS, en kg/m^3</p> <p>Contenido de agua, w, en %</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>GEOTEC, S.A. de C.V. Londres 44 Coahuacan Mexico D.F</p> | | | | <table border="1"> <tr> <td>Operador</td> <td>J.J.</td> <td>Fecha</td> <td>04/05/2015</td> </tr> <tr> <td>Revisó</td> <td>L.O.</td> <td>Fecha</td> <td>06/05/2015</td> </tr> <tr> <td>Aprobó</td> <td>M.G.</td> <td>Fecha</td> <td>06/05/2015</td> </tr> </table> | | | | Operador | J.J. | Fecha | 04/05/2015 | Revisó | L.O. | Fecha | 06/05/2015 | Aprobó | M.G. | Fecha | 06/05/2015 |
| Operador | J.J. | Fecha | 04/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | Fecha | 06/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 06/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro de la Ciudad de Mexico

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
321/497

| | | | | | |
|--|--|---|--|-------------------------------|--|
| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LIMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 06/05/2015 | |
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA Contrato No: | | | Datos muestra: Sondeo: km 24+910 Tipo: Cala Muestra: Centro vía Prof. (m): Base de vía | | |
| Nombre: METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | | | |
| Descripción del suelo: Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución: 04/05/2015 | | |
| Equipo de prueba: | | Copa No. 1 | | Malla de referencia: No. 40 | |
| | | Báscula No. 1 | | Horno No. 1 | |
| | | | | Temp. de secado: 110 °C | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | |
| Prueba No. | | 1 | | 2 | |
| Número de golpes | | 40 | | 29 | |
| Cápsula No. | | 346 | | 284 | |
| Peso de la cápsula | | g 26.72 | | g 25.22 | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | | g 33.12 | | g 30.25 | |
| Peso del suelo seco+cápsula | | g 32.11 | | g 29.44 | |
| Contenido de agua | | % 18.80 | | % 19.19 | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | |
| Prueba No. | | 1 | | 2 | |
| Cápsula No. | | 347 | | 197 | |
| Peso de la cápsula | | g 25.61 | | g 21.74 | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | | g 51.35 | | g 43.71 | |
| Peso del suelo seco+cápsula | | g 48.60 | | g 41.37 | |
| Contenido de agua | | % 11.96 | | % 11.92 | |
| Promedio | | 11.9 | | | |
| LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | |
| Cápsula No. | | | | Cápsula No. | |
| Peso de la cápsula | | g | | Peso de la cápsula | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | | g | | Peso del suelo húmedo+cápsula | |
| Peso del suelo seco+cápsula | | g | | Peso del suelo seco+cápsula | |
| Contenido de agua | | % | | Contenido de agua | |
| | | inicial | | final | |
| Altura | | cm | | cm | |
| Dsuperior | | cm | | cm | |
| Dmedio | | cm | | cm | |
| Dinferior | | cm | | cm | |
| Dpromedio | | cm | | cm | |
| Volumen | | cm³ | | cm³ | |
| Ws | | g | | g | |
| | | Límite líquido | | 19.7 % | |
| | | Límite plástico | | 11.9 % | |
| | | Límite de contracción | | - % | |
| | | Índice de plasticidad | | 7.8 % | |
| | | Clasificación SUCS | | CL | |
|  GEOTEC, S.A. de C.V. Londres 44 Coyoacán México D.F. | | Operador: J.S. Fecha: 04/05/2015 Revisó: L. O. Fecha: 06/05/2015 Aprobó: M.G. Fecha: 06/05/2015 | | hoja 1 de 1 | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
 INF-1
 07/07/2015



Página
 322/497

| | | | |
|---|--|----------------------------|------------|
| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 | |
| | | FECHA: 29/04/2015 | |
| | | PAG: 1 DE: 1 | |
| | | CONSECUTIVO: | |
| Cliente: | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | |
| Contrato No.: | | Sondeo: | Km 24+910 |
| Obra y sitio: | METRO LINEA 12 TRAMO. PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | Tipo: | Cala |
| | | Muestra: | 1 integral |
| | | Prof. (m): | --- |
| | | Prof. media (m): | --- |

| | | | | | | | |
|-----------|--------|------|--------|-------|------|------|---------|
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| GRAVA | | | ARENA | | | | |

Porcentaje que pasa

Tamaño de partículas, mm

| Mallas | | |
|------------------------|-------------------|-------|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % |
| 76.2 (3") | - | - |
| 50.8 (2") | - | - |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 |
| 25.4 (1") | 235.00 | 98.4 |
| 19.05 (3/4") | 825.00 | 92.9 |
| 12.7 (1/2") | 1934.00 | 80.0 |
| 9.53 (3/8") | 1671.00 | 68.8 |
| 6.35 (1/4") | 2255.00 | 53.7 |
| 4.76 (No.4) | 1221.00 | 45.5 |
| 2 (No.10) | 43.64 | 35.6 |
| 0.84 (No.20) | 26.17 | 29.6 |
| 0.42 (No.40) | 30.18 | 22.8 |
| 0.25 (No.60) | 19.80 | 18.2 |
| 0.149 (No.100) | 20.05 | 13.7 |
| 0.074 (No.200) | 17.04 | 9.8 |

| DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | |
|---|--------------------------|
| wcilindro + mat = | 18,336 gr |
| wcilindro = | 3,392 gr |
| wmaterial = | 14,944 gr |
| Volumen = | 9,690 cm ³ |
| Altura del cil = | 19.90 cm |
| Altura faltante = | 0.00 cm |
| γ _{os} = | 1,542 kg/cm ³ |
| γ _{ds} = | 1.54 g/cm ³ |

| | | | |
|--|---|----------------|-------|
| Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 14944 g | | |
| Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | |
| Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | |
| | % Grava | 54.5 | |
| | % Arena | 35.7 | |
| | %Finos | 9.8 | |
| D ₁₀ | 0.08 | C _u | 95.88 |
| D ₃₀ | 0.92 | C _c | 1.4 |
| D ₆₀ | 7.67 | | |
| Clasificación SUCS | GW | | |

| | | | | |
|--|--|-----------|------------|-------------|
| | GEOTEC, S.A. de C.V. Londres 44 Coyoacán México DF | Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 |
| | | Revisó: | L.O. | |
| | | Aprobó: | M.G. | |
| | | Fecha: | 29/04/2015 | |

Forma LS-13, Rev.3

Metro d
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
323/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

GEOTEC, S.A. de C.V.
Londres 44 Coahuacán
México D.F.



Sondeo CALAS

Cliente: ADIC INGENIERIA
 Contrato No. _____
 Nombre: METRO LINEA 12
TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL

Sondeo: Km 24+910 (centro via) Muestra: Integral Profundidad: Base de via Fecha: 05/05/2015 Operador: J.J.
 Aprobó: M.G.

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1 | 10.00 | 6.8 | 6.9 | 2.60 | 2.6 | 37.68 | |
| 2 | 12.00 | 7 | | 2.60 | | | |

Sondeo: _____ Muestra: _____ Profundidad: _____ Fecha: _____ Operador: _____
 Aprobó: _____

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Sondeo: _____ Muestra: _____ Profundidad: _____ Fecha: _____ Operador: _____
 Aprobó: _____

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

| | | RESISTENCIA A LA COMPRESION NO CONFINADA DE NÚCLEOS DE ROCA | FECHA: 05/05/2015 | |
|--------------|--|--|----------------------------|---------------------------------------|
| | | HOJA 1 DE 2 | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | Datos muestra. | |
| Contrato No. | | | Sondeo : | km 24+910 (centro de via) |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | Tipo : | CALA |
| | | | Muestra : | 1 |
| | | | Profundidad, m : | 0.00-0.43 |
| | | | Descripción de la roca | Concreto |
| | | | Estado | |
| | | | Preparación detalles/notes | Probeta cortada con disco de diamante |
| | | | Probeta No. | Única |

| Deformación divisiones microm. mm | Carga micrómetro divs | Deformación unitaria, ε % | Esfuerzo σ kg/cm ² |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 0.420 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 0.440 | 5 | 0.01 | 3.45 |
| 0.460 | 10 | 0.03 | 6.91 |
| 0.490 | 20 | 0.05 | 13.81 |
| 0.500 | 25 | 0.05 | 17.26 |
| 0.540 | 35 | 0.08 | 24.16 |
| 0.560 | 45 | 0.09 | 31.06 |
| 0.590 | 55 | 0.11 | 37.96 |
| 0.630 | 70 | 0.14 | 48.30 |
| 0.640 | 80 | 0.15 | 55.19 |
| 0.650 | 90 | 0.15 | 62.09 |
| 0.660 | 100 | 0.16 | 68.98 |
| 0.680 | 120 | 0.17 | 82.76 |
| 0.720 | 140 | 0.20 | 96.53 |
| 0.800 | 160 | 0.25 | 110.26 |
| 0.850 | 175 | 0.29 | 120.56 |
| 0.890 | 200 | 0.31 | 137.75 |
| 0.920 | 215 | 0.33 | 148.05 |
| 0.970 | 225 | 0.37 | 154.88 |
| 0.990 | 230 | 0.38 | 158.30 |

| Datos de la muestra | | | |
|----------------------------|--------|------|------|
| Longitud, cm : | 14.97 | | |
| Diámetro, cm : | 5.68 | 5.67 | 5.68 |
| Diámetro promedio, cm : | 5.68 | | |
| Area, cm ² : | 25.31 | | |
| Volumen, cm ³ : | 378.83 | | |
| Peso de la muestra, g : | 805.64 | | |

| Etapa de prueba | | | |
|-----------------------|-----|-------------------|---------------|
| Máquina No. : | 1 | Vel. de deform. : | 1.00 mm / min |
| Anillo de carga No. : | 5 T | Cte. de carga : | 17.484 kg/div |

| Densidad de sólidos | |
|---------------------------------------|------|
| Picnómetro No. | - |
| Temperatura, Tb : | - °C |
| Picnómetro + agua | - g |
| Picnómetro + agua + suelo | - g |
| Mo : | - g |
| Mb : | - g |
| Ma : | - g |
| Densidad de sólidos, s ₁ : | - |

| | | |
|---------------------------------------|------|------------------|
| Peso volumétrico, γ _m : | 2.13 | t/m ³ |
| Relación de vacíos, e : | - | |
| Porosidad, n : | - | |
| Cápsula No. | - | |
| W _{mi} : | - | g |
| Peso de la cápsula (C) : | - | g |
| C + W _{mf} : | - | g |
| C + W _s : | - | g |
| W _w : | - | g |
| Contenido de agua, w : | - | % |
| Grado de saturación, G _s : | - | % |

| | |
|---|---|
| Notas: Mo, peso seco de la muestra Ms, peso del picnómetro + agua, a la temperatura Tb Mb, peso del picnómetro + agua y suelo, a la temperatura Tb | |
| | Estalló: Modo de falla P, plástica; F, frágil C, compuesta |

| | | | |
|--|---|--|--------------------------------------|
| | GEOTEC, S.A. de C.V. Londres 44 Coyocacán México D.F. | | Operador : M.C Fecha : 05/05/2015 |
| | | | Reviso : L.O Fecha : 06/05/2015 |
| | | | Aprobó : M.G Fecha : 06/05/2015 |

Forma LS-30A, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
 INF-1
 07/07/2015

Página
 325/497

| | | | |
|--|--|-------------------|-----------|
| RESISTENCIA A LA COMPRESION NO CONFINADA DE NÚCLEOS DE ROCA | | FECHA: 05/05/2015 | |
| | | HOJA 2 DE 2 | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | Datos muestra | |
| Contrato No. | | Sondeo | km 24+910 |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | Tipo | CALA |
| | | Muestra | 1 |
| | | Prof. (m) | 0.00-0.43 |

Deformación vs esfuerzo

—●— Probeta No. Única

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Tipo de prueba | Compresión simple |
| Descripción de la roca | Concreto |
| Preparación | Probeta cortada con disco de diamante |

| | | |
|--------------------------------|--------|--------------------|
| Longitud inicial, Li : | 14.97 | cm |
| Diámetro inicial, Di : | 5.68 | cm |
| Peso volumétrico, γ_m : | 2.13 | t/m ³ |
| Relación de vacíos, e : | - | |
| Contenido de agua, w : | - | % |
| Grado de saturación, G : | - | % |
| Velocidad de deformación : | 1.00 | mm/ min |
| Módulo de Young, E (33) : | 36,489 | kg/cm ² |

En la falla

| | | |
|------------------------------------|--------|--------------------|
| Deformación unitaria, ϵ : | 0.38 | % |
| Esfuerzo máximo, q_u : | 158.30 | kg/cm ² |
| Modo de falla : | F | |

hoja 2 de 2

| | | | | |
|---|--------|-------|-------|------------|
|  <p>GEOTEC, S.A. de C.V. Londres 44 Coyoacán México D.F.</p> | Revisó | L. O. | Fecha | 06/05/2015 |
| | Aprobó | M. G. | Fecha | 06/05/2015 |

Forma LS-30B, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
326/497

14.17 Resultados de los ensayos pk 25+230 y 25+250

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 25+230 – KM 25+250
MÉXICO D.F.

06 de mayo 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
327/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 24+25+230 – KM 25+250
MÉXICO D.F.

06 de mayo 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
328/497



1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe preliminar de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en un Tramo del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, entre el 28 y el 30 de abril del 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas que se van a realizar. Este reporte es preliminar, ya que se entrega parte de las pruebas que se están realizando.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras de este grupo corresponden a calas realizadas por ADIC, en los KM 25+230, 25+240 y 25+250.

A la cala del KM 25 + 230, Dirección Mixcoac, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto
- c) Contenido natural de agua w.
- d) Granulometría por mallas.

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo; 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015



Página
329/497



A la cala del KM 25 + 240, Centro de vía:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto
- c) Contenido natural de agua w .
- d) Límites de consistencia LL , LP .
- e) Granulometría por mallas.
- f) Extracción de núcleo de 16 cm de longitud, en la losa de concreto pobre, que conforma la cubeta. Este núcleo se envió al IMCYC para que le determinen la resistencia $f'c$ del concreto.
- g) Muestreo integral de suelos para realizar: Compactación AASHTO modificada, equivalente de arena y Valor Relativo de Soporte (VRS).

A la cala del KM 25 + 250, Dirección Tláhuac:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto
- c) Contenido natural de agua w .
- d) Granulometría por mallas.

Se anexan los resultados de los pesos volumétricos con el Cono de arena y los contenidos de agua. Las demás pruebas se están realizando.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mábel García Cabana
Jefe de Proyecto

México, D.F., 06 de mayo, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Mayo, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
330/497

| CLIENTE ADIC INGENIERIA | | Sondeo | | Calas | | | | | | | |
|---|----------------------------------|--|-----------------------|---|-------------------|-----------------|----------------|--------|----------------|--------|---|
| | | Tipo | | | | | | | | | |
| | | Temperatura | | 110 °C | | | | | | | |
| CONTRATO METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | FORMA LS-10, Rev. 2 05/05/2015 1 DE 1 | | CLASIFICACION VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216 CONSECUTIVO. | | | | | | | |
| EQUIPO Bascula No. 1 | Horno No. 2 | OPERADOR M.C. 27/04/2015 L.O. 02/05/2015 M.G. 05/05/2015 | DESCRIPCION DEL SUELO | | | | | | | | |
| No. | Muestra | Prof (m) | Cápsula, c | | Peso húmedo + c g | Peso seco + c g | W _a | | W _s | | w |
| | | | No. | g | | | g | % | g | % | |
| 1 | CALA km 25+230 dirección Mitcoac | 1 | 223 | 120.56 | 311.63 | 299.51 | 13.12 | 177.95 | 165.62 | 154.11 | 7 |
| 2 | CALA km 25+240 Centro de via | 1 | 253 | 121.50 | 296.96 | 287.12 | 9.84 | | | | 6 |
| 3 | CALA km 25+250 dirección Tlahuac | 1 | 33 | 120.68 | 282.35 | 271.79 | 10.56 | 154.11 | | | 7 |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1
 07/07/2015

Página 331/497

Notas: w_a, peso del agua, w_s, peso de sólidos, w, contenido de agua, REC, recuperación de roca; ICR, índice de calidad de la roca
 S, sección superior; I, sección inferior; TM, tamaño máximo.

Forma LS-10, Rev.2

Determinación del peso volumétrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|--|
| Ciudad | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (interior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|--|---|----------------------------------|
| cala km 25+230 | 2569.09 | 7149.00 | 2103.00 | 2614.00 | 2432.00 | 1.63 | 1489.28 | 1.73 |
| cala km 25+240 | 2815.22 | 7150.00 | 2103.00 | 2562.00 | 2485.00 | 1.63 | 1521.74 | 1.85 |
| cala km 25+250 | 2441.39 | 7146.00 | 2103.00 | 2527.00 | 2516.00 | 1.63 | 1540.72 | 1.58 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wm gr | W _{seco} gr | W _{agua} gr | W _{hara} gr | W _{msaca} gr | W (contagua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|--|
| cala km 25+230 | 120 | 282.35 | 271.79 | 10.56 | 120.56 | 151.23 | 7.00 | 1.61 |
| cala km 25+240 | 215 | 296.96 | 287.12 | 9.84 | 121.50 | 165.62 | 5.90 | 1.75 |
| cala km 25+250 | 56 | 282.35 | 271.79 | 10.56 | 120.68 | 151.11 | 7.00 | 1.48 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | |
|---|--|---------------|--------------------|-------------------|----------------------------|---|------------------------------|-------------|--|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 25+230 | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | Tipo | Cala | | | | |
| | | | | Muestra | Vía 1 (dirección Mixcoac) | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base | | | | |
| GUIJARROS | | GRUESA FINA | GRAVA | GRUESA MEDIA FINA | ARENA | LIMO | ARCILLA | | |
| | | | | | | | | | |
| Mallas | | Sedimentación | | Cápsula No. | | 5 | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa | Cáp. + muestra seca | 2437.88 | | | |
| 76.2 (3") | - | - | - | - | Peso de la muestra | 2261.93 | | | |
| 50.8 (2") | - | - | - | - | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | - | - | - | | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | |
| 25.4 (1") | - | 100.0 | - | - | Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | | |
| 19.05 (3/4") | 289.17 | 87.2 | - | - | | % Grava | 81 | | |
| 12.7 (1/2") | 415.19 | 66.9 | - | - | | % Arena | 15 | | |
| 9.53 (3/8") | 316.60 | 54.9 | - | - | % Finos | 4 | | | |
| 6.35 (1/4") | 585.94 | 29.0 | - | - | D10 | 0.07 | Cu | 153 | |
| 4.76 (No.4) | 219.93 | 19.2 | - | - | D30 | 6.47 | Cc | 56 | |
| 2 (No.10) | 170.41 | 11.7 | - | - | D60 | 10.68 | | | |
| 0.84 (No.20) | 42.30 | 9.8 | - | - | Clasificación SUCS | | G MAL GRADUADA (P) | | |
| 0.42 (No.40) | 44.68 | 7.9 | - | - | | | Operador | I.C. | |
| 0.25 (No.60) | 30.65 | 6.5 | - | - | | | Revisó | L.O. | |
| 0.149 (No.100) | 26.70 | 5.3 | - | - | | | Aprobó | M.G. | |
| 0.074 (No.200) | 20.76 | 4.4 | - | - | | | Fecha | 06/05/2015 | |
| | | | | | | | | hoja 1 de 1 | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX
INF-1
07/07/2015

Página
333/497

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS

ASTM D-422

| | | | |
|--------------|--|----------------|---------------|
| Cliente | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | |
| Contrato No. | | Sondeo | km 25+240 |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | Tipo | Cala |
| | | Muestra | Centro de vía |
| | | Prof. (m) | Base |

| | | | | | | | |
|-----------|--------|-------|--------|-------|------|------|---------|
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| GRAVA | | ARENA | | | | | |

Y-axis: Porcentaje que pasa (0 to 100)

X-axis: Tamaño de partículas, mm (1000 to 0.001)

| Mallas | | | Sedimentación | |
|------------------------|-------------------|--------|--------------------|--------|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa |
| 76.2 (3") | - | - | - | - |
| 50.8 (2") | - | - | - | - |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - |
| 25.4 (1") | 124.45 | 95.8 | - | - |
| 19.05 (3/4") | 170.96 | 89.9 | - | - |
| 12.7 (1/2") | 499.68 | 72.9 | - | - |
| 9.53 (3/8") | 246.64 | 64.5 | - | - |
| 6.35 (1/4") | 487.83 | 47.8 | - | - |
| 4.76 (No.4) | 191.31 | 41.3 | - | - |
| 2 (No.10) | 153.12 | 36.1 | - | - |
| 0.84 (No.20) | 149.91 | 30.9 | - | - |
| 0.42 (No.40) | 156.26 | 25.6 | - | - |
| 0.25 (No.60) | 96.80 | 22.2 | - | - |
| 0.149 (No.100) | 75.05 | 19.7 | - | - |
| 0.074 (No.200) | 50.06 | 18.0 | - | - |

| | | |
|------------------------------|---|----|
| Cápsula No. | 4 | |
| Cáp. + muestra seca | 3185.44 | |
| Peso de la muestra | 2930.61 | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - |
| | % Grava | 59 |
| | % Arena | 23 |
| | %Finos | 18 |

| | | | |
|-----|--|----|--|
| D10 | | Cu | |
| D30 | | Cc | |
| D60 | | | |

| | |
|--------------------|----------|
| Clasificación SUCS | G |
|--------------------|----------|

| | | |
|----------|------------|-------------|
| Operador | I.C. | hoja 1 de 1 |
| Revisó | L.O. | |
| Aprobó | M.G. | |
| Fecha | 06/05/2015 | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
 INF-1
 07/07/2015

Página
334/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------|----------------|---------------------------|------|------------------------|-------------------|------|-----------|-------|------|-----------|---------|-------|---------------|---|-------|-----------|--------|------|--------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-----------|--------|------|--------------|--------|------|--------------|--------|------|--------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|------|---|--|--|---------------|--|--------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|-------------|---|---------------------|---------|--------------------|---------|-----------------------|---|------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|---|---------|----|---------|----|--|--------|----|-----------------|--|----------------|--|-----------------|--|----------------|--|-----------------|--|--|--|--------------------|-------------------------------------|--|--|----------|--|------|-------------|--------|--|------|--------|--|------|-------|--|------------|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | Sondeo | km 25+240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Muestra | Vía 2 (dirección Tláhuac) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Prof. (m) | Base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">GUIJARROS</td> <td style="width: 10%;">GRUESA</td> <td style="width: 10%;">FINA</td> <td style="width: 10%;">GRUESA</td> <td style="width: 10%;">MEDIA</td> <td style="width: 10%;">FINA</td> <td style="width: 15%;">LIMO</td> <td style="width: 10%;">ARCILLA</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">GRAVA</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">ARENA</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> | | | | | | GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | GRAVA | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRAVA | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mallas</th> </tr> <tr> <th>Tamaño partículas (mm)</th> <th>Peso retenido (g)</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.2 (3")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>50.8 (2")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>38.1 (1 1/2")</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>25.4 (1")</td><td>127.47</td><td>93.9</td></tr> <tr><td>19.05 (3/4")</td><td>121.10</td><td>88.1</td></tr> <tr><td>12.7 (1/2")</td><td>315.53</td><td>73.0</td></tr> <tr><td>9.53 (3/8")</td><td>168.82</td><td>64.9</td></tr> <tr><td>6.35 (1/4")</td><td>266.35</td><td>52.1</td></tr> <tr><td>4.76 (No.4)</td><td>163.99</td><td>44.3</td></tr> <tr><td>2 (No.10)</td><td>158.71</td><td>36.7</td></tr> <tr><td>0.84 (No.20)</td><td>161.28</td><td>28.9</td></tr> <tr><td>0.42 (No.40)</td><td>120.24</td><td>23.2</td></tr> <tr><td>0.25 (No.60)</td><td>62.56</td><td>20.2</td></tr> <tr><td>0.149 (No.100)</td><td>32.56</td><td>18.6</td></tr> <tr><td>0.074 (No.200)</td><td>28.17</td><td>17.3</td></tr> </tbody> </table> | | | Mallas | | | Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % | 76.2 (3") | - | - | 50.8 (2") | - | - | 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | 25.4 (1") | 127.47 | 93.9 | 19.05 (3/4") | 121.10 | 88.1 | 12.7 (1/2") | 315.53 | 73.0 | 9.53 (3/8") | 168.82 | 64.9 | 6.35 (1/4") | 266.35 | 52.1 | 4.76 (No.4) | 163.99 | 44.3 | 2 (No.10) | 158.71 | 36.7 | 0.84 (No.20) | 161.28 | 28.9 | 0.42 (No.40) | 120.24 | 23.2 | 0.25 (No.60) | 62.56 | 20.2 | 0.149 (No.100) | 32.56 | 18.6 | 0.074 (No.200) | 28.17 | 17.3 | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Sedimentación</th> </tr> <tr> <th>Tam. partículas mm</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | | | Sedimentación | | Tam. partículas mm | % pasa | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Cápsula No.</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Cáp. + muestra seca</td> <td>2344.08</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra</td> <td>2087.17</td> </tr> <tr> <td>Descripción del suelo</td> <td>Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café</td> </tr> <tr> <td>Preparación / Pretratamiento</td> <td>según ASTM D422</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td> <td>Gujarros / boleos</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>% Grava</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>% Arena</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td></td> <td>%Finos</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>D₁₀</td> <td></td> <td>C_u</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D₃₀</td> <td></td> <td>C_c</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D₆₀</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">G MAL GRADUADA (P)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Operador</td> <td>I.C.</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">hoja 1 de 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Revisó</td> <td>L.O.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Aprobó</td> <td>M.G.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Fecha</td> <td>06/05/2015</td> </tr> </table> | | | Cápsula No. | E | Cáp. + muestra seca | 2344.08 | Peso de la muestra | 2087.17 | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | % Grava | 56 | % Arena | 27 | | %Finos | 17 | D ₁₀ | | C _u | | D ₃₀ | | C _c | | D ₆₀ | | | | Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) | | | Operador | | I.C. | hoja 1 de 1 | Revisó | | L.O. | Aprobó | | M.G. | Fecha | | 06/05/2015 |
| Mallas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 127.47 | 93.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 121.10 | 88.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 315.53 | 73.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 168.82 | 64.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 266.35 | 52.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 163.99 | 44.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 158.71 | 36.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 161.28 | 28.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 120.24 | 23.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 62.56 | 20.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 32.56 | 18.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 28.17 | 17.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sedimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tam. partículas mm | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáp. + muestra seca | 2344.08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra | 2087.17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | %Finos | 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₁₀ | | C _u | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₃₀ | | C _c | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₆₀ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | | I.C. | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | | 06/05/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
335/497

| PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | | | FORMA LP-02, Rev. 1 | | | |
|--|-------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|--|-------|
| | | | | FECHA: 08/05/2015 | | | |
| | | | | HOJA: 1 DE 1 | | | |
| | | | | CONSECUTIVO: | | | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA | | | | Datos muestra: | | | |
| Contrato No: | | | | Sondeo: KM 25+240 | | | |
| Nombre: METRO LINEA 12 | | | | Tipo: CALA | | | |
| TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | | Muestra: Centro via | | | |
| | | | | Prof. (m): | | | |
| | | | | Prof. media (m): | | | |
| Descripción del suelo: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1", empaçadas en arena, con poco arcilla, color café | | | Fecha de ejecución: 08/05/2015 | | | | |
| Equipo de prueba | | Molde No.: | 1 | Volumen del cilindro V_{cil} : | 3224.50 cm^3 | Golpes por capa N: 56 | |
| | | | | Peso del cilindro W_{cil} : | 5267.00 g | Número de capas n: 5 | |
| | | Peso del pisón: | 4.55 kg | Altura de caída del pisón: | 43.80 cm | Energía de compactación: 17.29 (kg cm)/cm³ | |
| Contenido de agua | | | | | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $w_w + C$ (g) | $w_s + C$ (g) | w_c (g) | w_w (g) | w_s (g) | w (%) |
| 1 | 425 | 344.88 | 341.72 | 119.59 | 3.2 | 222.1 | 1.4 |
| 2 | 503 | 339.31 | 332.05 | 121.81 | 7.3 | 210.2 | 3.5 |
| 3 | 660 | 366.10 | 354.40 | 119.33 | 11.7 | 235.1 | 5.0 |
| 4 | 571 | 323.20 | 312.84 | 121.87 | 10.4 | 191.0 | 5.4 |
| 5 | 524 | 327.24 | 315.15 | 121.81 | 12.1 | 193.3 | 6.3 |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{ms} + W_{cil}$ (kg) | W_{mh} (kg) | $1 / (1+w)$ | PVH (kg / m^3) | PVS (kg / m^3) | | |
| 1 | 10700 | 5433 | 0.99 | 1685 | 1661 | Peso volumétrico seco máximo | |
| 2 | 11116 | 5849 | 0.97 | 1814 | 1754 | PVSM = <u>1,820</u> kg/m^3 | |
| 3 | 11421 | 6154 | 0.95 | 1909 | 1818 | Contenido de agua óptimo | |
| 4 | 11392 | 6125 | 0.95 | 1900 | 1802 | $w_o =$ <u>5.1</u> % | |
| 5 | 11171 | 5904 | 0.94 | 1831 | 1723 | | |
| <p>The graph plots dry density (PVS) in kg/m^3 on the y-axis (ranging from 1600.0 to 1840.0) against water content (w) in % on the x-axis (ranging from 0 to 10). Five data points are plotted, forming a parabolic curve that peaks at approximately 1820 kg/m^3 for a water content of 5.1%.</p> | | | | | | | |
| | | | | Operador: J.J. | Fecha: 08/05/2015 | | |
| | | | | Revisó: L.O. | Fecha: 10/05/2015 | | |
| | | | | Aprobó: M.G. | Fecha: 10/05/2015 | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
336/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 09/05/2015 | | |
|---|---|-------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | |
| Contrato No | | | | Sondeo | km 25+240 | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | | Tipo | Caja | |
| | | | | Muestra | Centro vía | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 08/05/2015 | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado 110 °C | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Número de golpes | N | 40 | 29 | 18 | 9 | |
| Cápsula No. | | 225 | 217 | 237 | 286 | |
| Peso de la cápsula | g | 30.97 | 31.48 | 31.01 | 32.12 | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 38.29 | 37.89 | 39.08 | 40.30 | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 36.86 | 36.59 | 37.37 | 38.40 | |
| Contenido de agua | % | 24.28 | 25.44 | 26.89 | 30.25 | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | |
| Cápsula No. | | 183 | 351 | Cápsula No. | | |
| Peso de la cápsula | g | 20.99 | 25.89 | Peso de la cápsula | g | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 41.52 | 44.56 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 38.86 | 42.16 | Peso del suelo seco+cápsula | g | |
| Contenido de agua | % | 14.89 | 14.75 | Contenido de agua | % | |
| | | Promedio | 14.8 | | inicial | final |
| | | | Altura | cm | | |
| | | | Dsuperior | cm | | |
| | | | Dmedio | cm | | |
| | | | Dinferior | cm | | |
| | | | Dpromedio | cm | | |
| | | | Volumen | cm ³ | | |
| | | | Ws | g | | |
| | | | Límite líquido | | 26.1 | % |
| | | | Límite plástico | | 14.8 | % |
| | | | Límite de contracción | | - | % |
| Índice de plasticidad | | 11.3 | % | | | |
| Clasificación SUCS | | CL | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 08/05/2015 | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 09/05/2015 | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 09/05/2015 | | | |
| hoja 1 de 1 | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
337/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 |
|---|--|---------------------------------|
| Cliente: ADIC INGENIERIA | | FECHA: 07/05/2015 |
| Contrato No.: | | PAG: 1 DE: 1 |
| Obra y sitio: METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL | | CONSECUTIVO: |
| | | Datos muestra: |
| | | Sondeo: Km 25+240 |
| | | Tipo: Cala |
| | | Muestra: 1 Int. (centro de vía) |
| | | Prof. (m): --- |
| | | Prof. media (m): --- |

| GUIJARROS | GRAVA | ARENA | LIMO | ARCILLA |
|-----------|-------|-------|------|---------|
|-----------|-------|-------|------|---------|

Porcentaje que pasa

| Mallas | | | DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | | |
|-----------------------|-------------------|-------|---|--------|---|--|-----------------------|
| Tamaño partícula (mm) | Peso retenido (g) | % | wcilindro + mat = | 17,728 | gr | 14336 g | |
| 76.2 (3") | - | - | wcilindro = | 3,392 | gr | | |
| 50.8 (2") | - | - | wmaterial = | 14,336 | gr | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | Volumen = | 9,690 | cm ³ | Peso de la muestra usado después de la malla No. 4: 200 g | |
| 25.4 (1") | 187.00 | 98.7 | Altura del cil = | 19.90 | cm | Descripción del suelo: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | |
| 19.05 (3/4") | 1499.00 | 88.2 | Altura faltante = | 0.00 | cm | | |
| 12.7 (1/2") | 3443.00 | 64.2 | | | | Preparación / Pretratamiento: según SRH (1970) | |
| 9.53 (3/8") | 3018.00 | 43.2 | | | | Proporciones de la muestra | |
| 6.35 (1/4") | 3200.00 | 20.8 | | | | | Guijarros / boleos: - |
| 4.76 (No.4) | 827.00 | 15.1 | | | | | % Grava: 84.9 |
| 2 (No.10) | 61.70 | 10.4 | γ _{as} = | 1,479 | kg/cm ³ | % Arena: 12.1 | |
| 0.84 (No.20) | 26.06 | 8.5 | γ _{as} = | 1.48 | g/cm ³ | % Finos: 3.0 | |
| 0.42 (No.40) | 33.95 | 5.9 | | | | D ₁₀ : 1.76 | |
| 0.25 (No.60) | 12.49 | 5.0 | | | | D ₃₀ : 7.65 | |
| 0.149 (No.100) | 13.97 | 3.9 | | | | D ₆₀ : 12.07 | |
| 0.074 (No.200) | 12.31 | 3.0 | | | | C _u : 6.86 | |
| | | | | | | C _c : 2.8 | |

| | |
|--------------------|-----------|
| Clasificación SUCS | GW |
|--------------------|-----------|

| | | |
|-----------|------------|-------------|
| Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 |
| Revisó: | L.O. | |
| Aprobó: | M.G. | |
| Fecha: | 07/05/2015 | |

Forma LS-13, Rev.3

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
338/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

| | |
|--------------|--|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-EJE CENTRAL |

Sondeo CALAS

Sondeo: Km 25+240 (centro via) Muestra: Integral Profundidad: Base de via Fecha: 07/05/2015 Operador: J.J. Aprobó: M.G.

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1 | 10.00 | 6.2 | 6.3 | 2.80 | 2.75 | 43.65 | |
| 2 | 12.00 | 6.4 | | 2.70 | | | |

Sondeo: Profundidad: Muestra: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Sondeo: Profundidad: Muestra: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS O CBR)

Obra: Metro línea 12 Tramo: Parque de los Venados-Eje Central
Sitio: Km 25+240 (centro de vía)
Operador: J. Salazar
Calculó: R. Flores

Muestra: 1-integral
Pozo: Cala
Prof: Base m
Fecha: 09-may-15

Datos del molde.

Número: 23
 Diámetro: 6 pulg

Datos del anillo.

Constante: 8.35

Datos de la prueba.

Peso mat + molde: 9,620.00 g
 Peso del molde: 5,235.00 g
 Peso húmedo: 4,385.00 g
 Peso seco: 4,046.02 g

Agua agregada: 300 cm³
 Altura molde: 17.75 cm
 Altura faltante: 5.66 cm
 Altura material: 12.09 cm

Area del molde: 181.93 cm²
 Volumen del molde: 2,199.58 cm³

Peso vol. húmedo: 1,994 kg/m³
Peso vol. seco: 1,846 kg/m³

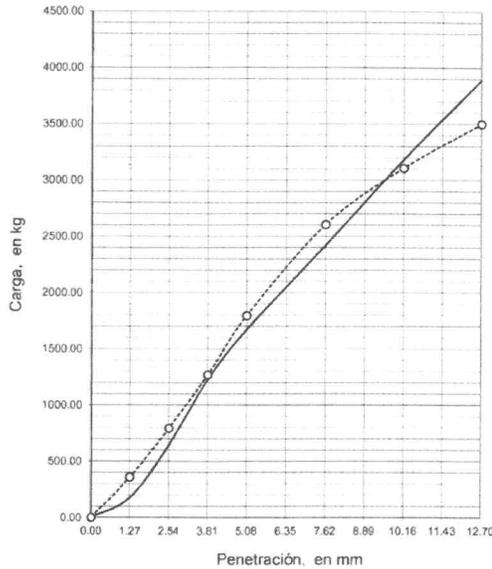
Contenido de agua.

No de cápsula: 5
 Peso de cápsula: 63 g
 Wm + cápsula: 433.35 g
 Ws + cápsula: 404.72 g
 Contenido de agua: 8.4 %

Expansión libre 6 "

Lectura inicial: 2.530 mm
 Lectura final: 2.550 mm
 % de expansión: 0.00 %

— VRS natural: 83 %
 - - - VRS saturado: 89 %



| Penetración (mm) | Muestra sin saturar | | | | | Muestra saturada | | | | |
|------------------|---------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|
| | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) |
| 1.27 | 21 | 175.4 | 758.13 | 39.55 | 23.1 | 43 | 359.05 | 758.13 | 39.55 | 47.4 |
| 2.54 | 77 | 643.0 | 1,347.79 | 70.31 | 47.7 | 95 | 793.25 | 1,347.79 | 70.31 | 58.9 |
| 3.81 | 147 | 1227.5 | 1,768.97 | 92.28 | 69.4 | 152 | 1,269.20 | 1,768.97 | 92.28 | 71.7 |
| 5.08 | 200 | 1670.0 | 2,021.68 | 105.46 | 82.6 | 215 | 1,795.25 | 2,021.68 | 105.46 | 88.8 |
| 7.62 | 290 | 2421.5 | 2,560.79 | 133.58 | 94.6 | 312 | 2,605.20 | 2,560.79 | 133.58 | 101.7 |
| 10.16 | 381 | 3181.4 | 3,099.91 | 161.71 | 102.6 | 372 | 3,106.20 | 3,099.91 | 161.71 | 100.2 |
| 12.70 | 466 | 3891.1 | 3,504.24 | 182.80 | 111.0 | 419 | 3,498.65 | 3,504.24 | 182.80 | 99.8 |

Observaciones:

Clasificación: Gravos frac. subangulosas, tamaño max. 1", empacadas en arena bien graduada, con poco arcilla, color café

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
340/497

14.18 Resultados de los ensayos pk 25+640

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 25+640
MÉXICO D.F.

03 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
341/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 25+640
MÉXICO D.F.

03 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
342/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 24 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 25+640, del Tramo Parque de los Venados- Zapata.

En la cala del KM 25+640, Centro de vía, al material base de relleno, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015



Página
343/497



ADIC INGENIERÍA.

Ensayes en la Línea 12 del Metro

- c) Contenido natural de agua w.
- d) Límites de consistencia *LL, LP*.
- e) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Alejandro Herrera Canseco
Jefe de Proyecto

México, D.F., 03 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
344/497

| | | | |
|--|----------|---|-----------------|
| FORMA LS-10, Rev. 2 | | FECHA: 29/06/2015 | |
| HOJA 1 DE 1 | | CONSECUTIVO: | |
| CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216 | | Sondeo: Calías Tipo: Calías Temperatura: 110 °C | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA Contrato No.: Nombre: METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS- ZAPATA Equipo: Báscula No. 1 Horno No. 2 | | Operador: Revisó: Aprobó: | |
| | | M.C. 24/06/2015 L.O. 29/06/2015 M.G. 29/06/2015 | |
| DESCRIPCIÓN DEL SUELO | | | |
| Graves fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empaquetadas en arena, con poco arcilla, color café | | | |
| No. | Prof (m) | Capécula, c | Peso húmedo + c |
| | a | No. g | g |
| | | Peso seco + c | g |
| | | w _s | g |
| | | w | % |
| 1 | 0 | 272 | 120.47 |
| 2 | 1 | | |
| 3 | 2 | | |
| 4 | 3 | | |
| 5 | 4 | | |
| 6 | 5 | | |
| 7 | 6 | | |
| 8 | 7 | | |
| 9 | 8 | | |
| 10 | 9 | | |
| 11 | 10 | | |
| 12 | 11 | | |
| 13 | 12 | | |
| 14 | 13 | | |
| 15 | 14 | | |
| 16 | 15 | | |
| 17 | 16 | | |
| 18 | 17 | | |
| 19 | 18 | | |
| 20 | 19 | | |
| 21 | 20 | | |
| 22 | 21 | | |
| 23 | 22 | | |
| 24 | 23 | | |
| 25 | 24 | | |
| 26 | 25 | | |
| 27 | 26 | | |
| 28 | 27 | | |
| 29 | 28 | | |
| 30 | 29 | | |
| 31 | 30 | | |
| 32 | 31 | | |
| 33 | 32 | | |
| 34 | 33 | | |
| 35 | 34 | | |
| 36 | 35 | | |
| 37 | 36 | | |
| 38 | 37 | | |
| 39 | 38 | | |
| 40 | 39 | | |
| 41 | 40 | | |
| 42 | 41 | | |
| 43 | 42 | | |
| 44 | 43 | | |
| 45 | 44 | | |
| 46 | 45 | | |
| 47 | 46 | | |
| 48 | 47 | | |
| 49 | 48 | | |
| 50 | 49 | | |
| 51 | 50 | | |
| 52 | 51 | | |
| 53 | 52 | | |
| 54 | 53 | | |
| 55 | 54 | | |
| 56 | 55 | | |
| 57 | 56 | | |
| 58 | 57 | | |
| 59 | 58 | | |
| 60 | 59 | | |
| 61 | 60 | | |
| 62 | 61 | | |
| 63 | 62 | | |
| 64 | 63 | | |
| 65 | 64 | | |
| 66 | 65 | | |
| 67 | 66 | | |
| 68 | 67 | | |
| 69 | 68 | | |
| 70 | 69 | | |
| 71 | 70 | | |
| 72 | 71 | | |
| 73 | 72 | | |
| 74 | 73 | | |
| 75 | 74 | | |
| 76 | 75 | | |
| 77 | 76 | | |
| 78 | 77 | | |
| 79 | 78 | | |
| 80 | 79 | | |
| 81 | 80 | | |
| 82 | 81 | | |
| 83 | 82 | | |
| 84 | 83 | | |
| 85 | 84 | | |
| 86 | 85 | | |
| 87 | 86 | | |
| 88 | 87 | | |
| 89 | 88 | | |
| 90 | 89 | | |
| 91 | 90 | | |
| 92 | 91 | | |
| 93 | 92 | | |
| 94 | 93 | | |
| 95 | 94 | | |
| 96 | 95 | | |
| 97 | 96 | | |
| 98 | 97 | | |
| 99 | 98 | | |
| 100 | 99 | | |

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Ciliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS - ZAPATA |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ _m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|--|---|--------------------------------------|
| cala km 25+640 | 2067.05 | 7172.00 | 2160.33 | 3425.00 | 1586.67 | 1.40 | 1133.34 | 1.82 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | w _m gr | w _{seco} gr | w _{agua} gr | w _{arena} gr | w _{mezcla} gr | w (cont-agua) % | γ _d (γ _d /w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|---|
| cala km 25+640 | 272 | 295.49 | 279.91 | 15.56 | 120.47 | 159.44 | 9.80 | 1.66 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Página
346/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|----------|----------------|---------------|-------------|-------------|----|--|---------------------|---------|--|--------------------|---------|--|-----------------------|---|--|------------------------------|-----------------|--|----------------------------|-------------------|---|---------|-------|---------|-------|--|--|--------|------|-----------------|------|----------------|------|-----------------|------|----------------|-----|-----------------|------|--|--|--------------------|--|--------------------------------------|--|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | | Sondeo | km 25+640 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-ZAPATA | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Muestra | Centro de via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Prof. (m) | Base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUIJARROS | | GRAVA | | ARENA | | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mallas | | | Sedimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 159.03 | 90.8 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 166.74 | 81.2 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 140.04 | 73.1 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 103.63 | 67.2 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 183.17 | 56.6 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 131.95 | 49.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 246.78 | 34.8 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 99.76 | 29.0 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 112.43 | 22.5 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 80.27 | 17.9 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 75.66 | 13.5 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 69.10 | 9.5 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Cápsula No.</td> <td colspan="2">5A</td> </tr> <tr> <td>Cáp. + muestra seca</td> <td colspan="2">1910.24</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra</td> <td colspan="2">1734.21</td> </tr> <tr> <td>Descripción del suelo</td> <td colspan="2">Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café</td> </tr> <tr> <td>Preparación / Pretratamiento</td> <td colspan="2">según ASTM D422</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td> <td>Gujarros / boleos</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>% Grava</td> <td>51.00</td> </tr> <tr> <td>% Arena</td> <td>39.50</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>%Finos</td> <td>9.50</td> </tr> <tr> <td>D₁₀</td> <td>0.08</td> <td>C_u</td> <td>92.1</td> </tr> <tr> <td>D₃₀</td> <td>1.04</td> <td>C_c</td> <td>1.8</td> </tr> <tr> <td>D₆₀</td> <td>7.37</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Clasificación SUCS</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">G BIEN GRADUADA (W)</td> </tr> </table> | | | | | Cápsula No. | 5A | | Cáp. + muestra seca | 1910.24 | | Peso de la muestra | 1734.21 | | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | % Grava | 51.00 | % Arena | 39.50 | | | %Finos | 9.50 | D ₁₀ | 0.08 | C _u | 92.1 | D ₃₀ | 1.04 | C _c | 1.8 | D ₆₀ | 7.37 | | | Clasificación SUCS | | G BIEN GRADUADA (W) | |
| Cápsula No. | 5A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáp. + muestra seca | 1910.24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra | 1734.21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 51.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 39.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | %Finos | 9.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₁₀ | 0.08 | C _u | 92.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₃₀ | 1.04 | C _c | 1.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₆₀ | 7.37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | | G BIEN GRADUADA (W) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Operador | I.C. | | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Revisó | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Aprobó | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Fecha | 02/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
347/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LIMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------|------|---|-----------------------|---|---|-----------------------|------|---|--------------------|----|--|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No | | | | Sondeo | km 25+640 | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS - ZAPATA | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro vía | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 27/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado 110 °C | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 41 | 30 | 20 | 10 | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 200 | 189 | 211 | 192 | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 20.05 | 21.98 | 20.14 | 25.83 | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 26.17 | 29.50 | 28.19 | 33.99 | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 25.11 | 28.18 | 26.74 | 32.46 | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 20.95 | 21.30 | 22.00 | 23.08 | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 172 | 320 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 20.22 | 25.85 | Peso de la cápsula g | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 40.75 | 46.44 | Peso suelo húmedo+cápsula g | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 38.61 | 44.29 | Peso del suelo seco+cápsula g | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 11.64 | 11.66 | Contenido de agua % | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 11.7 | | inicial | final | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Altura | cm | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Dsuperior | cm | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Dmedio | cm | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Dinferior | cm | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Dpromedio | cm | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Volumen | cm³ | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Ws | g | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>Límite líquido</td> <td>21.7</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite plástico</td> <td>11.7</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite de contracción</td> <td>-</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice de plasticidad</td> <td>10.1</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td>CL</td> <td></td> </tr> </table> | | Límite líquido | 21.7 | % | Límite plástico | 11.7 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 10.1 | % | Clasificación SUCS | CL | | | |
| Límite líquido | 21.7 | % | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 11.7 | % | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 10.1 | % | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 27/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
348/497

14.19 Resultados de los ensayos pk 25+770

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 25+770
MÉXICO D.F.

10 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
349/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 25+770
MÉXICO D.F.

10 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA



Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
350/497



1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 24 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 25+770, del Tramo Parque de los Venados - Zapata.

En la cala del KM 25+770, Centro de vía, se extrajo muestra integral de la base de relleno; se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

- c) Contenido natural de agua w.
- d) Límites de consistencia LL, LP.
- e) Granulometría por mallas.
- f) Compactación AASHTO modificada, equivalente de arena y valor relativo de soporte VRS.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mabel García C.
Jefe de Proyecto

México, D.F., 10 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
352/497

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|--|-------------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------|--|--|---------------------------------------|-------------------------------|---|
| <p>FORMA LS-10, Rev. 2</p> <p>FECHA: 29/06/2015</p> <p>HOJA 1 DE 1</p> <p>CONSECUTIVO:</p> | | <p>CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216</p> | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Cliente ADIC INGENIERIA</p> | <p>Sondeo Tipo Calas</p> | <p>Calas Calas</p> | | | | | | | | | <p>Operador Revisó Aprobó</p> | <p>M.C. L.O. M.G.</p> | <p>24/06/2015 29/06/2015 29/06/2015</p> |
| <p>Contrato No.</p> | <p>Temperatura 110 °C</p> | | | | | | | | | | | <p>Fecha</p> | <p>Fecha</p> |
| <p>Nombre METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS - ZAPATA</p> | | | | | | | | | | | <p>Fecha</p> | <p>Fecha</p> | |
| <p>Equipo</p> | <p>Báscula No. 1</p> | <p>Horno No. 2</p> | | | | | | | | | <p>Fecha</p> | <p>Fecha</p> | |
| <p>Muestra Prof (m) de a</p> | <p>Sección</p> | <p>Long (cm)</p> | <p>Cápsula, c No. 143</p> | <p>Peso húmedo + c g 323.54</p> | <p>Peso seco + c g 317.69</p> | <p>W_w g 11.85</p> | <p>W_s g 198.56</p> | <p>w %</p> | <p>DESCRIPCIÓN DEL SUELO</p> | | | | |
| <p>1</p> | <p>S</p> | <p>119.13</p> | <p>143</p> | <p>323.54</p> | <p>317.69</p> | <p>11.85</p> | <p>198.56</p> | <p>6</p> | <p>Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café</p> | | | | |
| <p>2</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>3</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>4</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>5</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>6</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>7</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>8</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>9</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>10</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>11</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>12</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>13</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>14</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>15</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>16</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>17</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>18</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>19</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>20</p> | <p>S</p> | | | | | | | | | | | | |

Notas: w_w, peso del agua; w_s, peso de sólidos; w, contenido de agua; REC, recuperación de roca; ICR, índice de calidad de la roca
S, sección superior; I, sección inferior; TM, tamaño máximo
Forma LS-10, Rev.2




Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Ciente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS - ZAPATA |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material humedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| cala km 25+770 | 1912.50 | 7138.00 | 2160.33 | 3325.00 | 1652.67 | 1.40 | 1180.48 | 1.62 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | W _M gr | W _{seco} gr | W _{agua} gr | W _{hara} gr | W _{haseca} gr | W (cont-agua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|-----------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------|--|
| cala km 25+770 | 143 | 329.54 | 317.69 | 11.85 | 119.13 | 198.56 | 6.00 | 1.53 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS

ASTM D-422

| | | | |
|---|--|----------------|---------------|
| Cliente ADIC INGENIERIA | | Datos muestra: | |
| Contrato No. | | Sondeo | km 25+770 |
| Nombre METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS - ZAPATA | | Tipo | Cala |
| | | Muestra | Centro de vía |
| | | Prof. (m) | Base |

| | | | | |
|-----------|-------------|-------------------|------|---------|
| GUIJARROS | GRUESA FINA | GRUESA MEDIA FINA | LIMO | ARCILLA |
| | GRAVA | ARENA | | |

Porcentaje que pasa vs Tamaño de partículas, mm

| Mallas | | | Sedimentación | |
|------------------------|-------------------|--------|---------------------|--------|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam partículas (mm) | % pasa |
| 76.2 (3") | - | - | - | - |
| 50.8 (2") | - | - | - | - |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | - | - |
| 25.4 (1") | 373.78 | 76.8 | - | - |
| 19.05 (3/4") | 374.71 | 53.5 | - | - |
| 12.7 (1/2") | 262.20 | 37.2 | - | - |
| 9.53 (3/8") | 76.44 | 32.4 | - | - |
| 6.35 (1/4") | 86.99 | 27.0 | - | - |
| 4.76 (No.4) | 55.08 | 23.6 | - | - |
| 2 (No.10) | 94.49 | 17.7 | - | - |
| 0.84 (No.20) | 41.31 | 15.1 | - | - |
| 0.42 (No.40) | 49.20 | 12.1 | - | - |
| 0.25 (No.60) | 37.97 | 9.7 | - | - |
| 0.149 (No.100) | 38.42 | 7.3 | - | - |
| 0.074 (No.200) | 36.82 | 5.1 | - | - |

| | |
|---------------------|---------|
| Cápsula No. | 5 |
| Cáp. + muestra seca | 1754.81 |
| Peso de la muestra | 1608.66 |

| | | |
|------------------------------|--|-------|
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla color café | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - |
| | % Grava | 76.40 |
| | % Arena | 18.50 |
| | %Finos | 5.10 |

| | | | |
|-----------------|-------|----------------|------|
| D ₁₀ | 0.27 | C _u | 77.1 |
| D ₃₀ | 8.11 | C _c | 11.7 |
| D ₆₀ | 20.82 | | |

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) |
|--------------------|-------------------------------------|

| | | |
|----------|------------|-------------|
| Operador | I.C. | hoja 1 de 1 |
| Revisó | L.O. | |
| Aprobó | M.G. | |
| Fecha | 30/06/2015 | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
355/497

| PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | | | FORMA LP-02, Rev. 1 | | | |
|---|--------------------------|---------------------------------|--|--|--------------------------|--|-------|
| | | | | FECHA: 09/07/2015 | | | |
| | | | | HOJA: 1 DE 1 | | | |
| | | | | CONSECUTIVO: | | | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA | | | | Datos muestra: | | | |
| Contrato No: | | | | Sondeo: KM 25+770 | | | |
| Nombre: METRO LINEA 12 | | | | Tipo: CALA | | | |
| TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS - ZAPATA | | | | Muestra: Centro via | | | |
| | | | | Prof. (m): | | | |
| | | | | Prof. media (m): | | | |
| Descripción del suelo: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1", empaçadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | Fecha de ejecución: 09/07/2015 | |
| Equipo de prueba | | Molde No. 1 | Volumen del cilindro V_{cil} : 3224.50 cm^3 | Golpes por capa N: 56 | | | |
| | | | Peso del cilindro W_{cil} : 5267.00 g | Número de capas n: 5 | | | |
| | | Peso del pisón 4.55 kg | Altura de caída del pisón 43.80 cm | Energía de compactación 17.29 $(kg\ cm)/cm^3$ | | | |
| Contenido de agua | | | | | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $w_p + c$ (g) | $w_L + c$ (g) | w_c (g) | w_u (g) | w_s (g) | w (%) |
| 1 | 561 | 385.13 | 369.04 | 120.18 | 16.1 | 248.9 | 6.5 |
| 2 | 634 | 380.02 | 360.23 | 123.10 | 19.8 | 237.1 | 8.3 |
| 3 | 671 | 387.15 | 362.27 | 108.49 | 24.9 | 253.8 | 9.8 |
| 4 | 719 | 421.00 | 389.58 | 116.99 | 31.4 | 272.6 | 11.5 |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{max} + W_{cil}$ (kg) | W_{min} (kg) | $1/(1+w)$ | PVH (kg/m^3) | PVS (kg/m^3) | | |
| 1 | 11833 | 6566 | 0.94 | 2036 | 1912 | Peso volumétrico seco máximo PVSM = <u>1.968</u> kg/m^3 | |
| 2 | 12081 | 6814 | 0.92 | 2113 | 1950 | Contenido de agua óptimo w_o = <u>9.6</u> % | |
| 3 | 12234 | 6967 | 0.91 | 2161 | 1968 | | |
| 4 | 12180 | 6913 | 0.90 | 2144 | 1922 | | |
| <p style="text-align: center;">Peso volumétrico seco, PVS, en kg/m^3</p> <p style="text-align: center;">Contenido de agua, w, en %</p> | | | | | | | |
| | | | | Operador: J.J. | Fecha: 09/07/2015 | | |
| | | | | Revisó: L.O. | Fecha: 10/07/2015 | | |
| | | | | Aprobó: M.G. | Fecha: 10/07/2015 | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
356/497

| | | LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 10/07/2015 | |
|-------------------------------|---|---|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | | | Datos muestra: | |
| Contrato No. | | | | | | Sondeo | km 25+770 |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS - ZAPATA | | | | | Tipo | Cala |
| | | | | | | Muestra | Centro vía |
| | | | | | | Prof. (m) | Base de vía |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | | | Fecha de ejecución 07/07/2015 | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado | 110 °C | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Número de golpes | N | 43 | 32 | 20 | 10 | | |
| Cápsula No. | | 293 | 318 | 242 | 325 | | |
| Peso de la cápsula | g | 32.30 | 25.08 | 26.72 | 25.11 | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 38.81 | 33.78 | 36.71 | 34.68 | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 37.56 | 32.05 | 34.69 | 32.62 | | |
| Contenido de agua | % | 23.76 | 24.62 | 25.35 | 27.43 | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | |
| Cápsula No. | | 347 | 181 | Cápsula No. | | | |
| Peso de la cápsula | g | 25.61 | 26.20 | Peso de la cápsula | g | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 48.82 | 51.37 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 46.13 | 48.47 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | |
| Contenido de agua | % | 13.11 | 13.02 | Contenido de agua | % | | |
| | Promedio | 13.1 | | | inicial | final | |
| | | Altura | cm | | | | |
| | | D _{superior} | cm | | | | |
| | | D _{medio} | cm | | | | |
| | | D _{inferior} | cm | | | | |
| | | D _{promedio} | cm | | | | |
| | | Volumen | cm ³ | | | | |
| | | Ws | g | | | | |
| | | Límite líquido | 25.6 | % | | | |
| | | Límite plástico | 13.1 | % | | | |
| | | Límite de contracción | - | % | | | |
| | | Índice de plasticidad | 12.6 | % | | | |
| | | Clasificación SUCS | CL | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 07/07/2015 | | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 10/07/2015 | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 10/07/2015 | | | | |
| | | | | | | | hoja 1 de 1 |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
357/497

| | | ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|-------------|---------------------|------------------------|-------------------|---|-----------|---|---|-----------|---|---|---------------|---|-------|-----------|---------|------|--------------|---------|------|-------------|---------|------|-------------|---------|------|-------------|---------|------|-------------|-----------------------|------|-----------|-------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|-----|--|--|---|--|-------------------|-----------|-------------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------------------|------------------|----------|-------------------|---------|-------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|--|--|---|---------|--|-------|-----------------------|---|------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------|---|---------|------|---------|------|--|--------|-----|-----------------|-----|----------------|-------|-----------------|------|----------------|-----|-----------------|------|--|--|---------------|--------------|--|--|------|--|--|--|-----------|------|-------------|--|---------|------|---------|------|--------|------------|
| | | | | FECHA: | 07/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente: | | ADIC INGENIERIA | | CONSECUTIVO: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No.: | | | | PAG: 1 DE: 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Obra y sitio: | | METRO LÍNEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS-ZAPATA | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Sondeo: | Km 25+770 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Tipo: | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra: | 1 int. (centro de vía) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m): | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. media (m): | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | GRUESA FINA GRUESA MEDIA FINA | GRAVA ARENA | | LIMO ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mallas</th> </tr> <tr> <th>Tamaño partículas (mm)</th> <th>Peso retenido (g)</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.2 (3")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>50.8 (2")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>38.1 (1 1/2")</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>25.4 (1")</td><td>1261.00</td><td>91.9</td></tr> <tr><td>19.05 (3/4")</td><td>1296.00</td><td>83.5</td></tr> <tr><td>12.7 (1/2")</td><td>1218.00</td><td>75.7</td></tr> <tr><td>9.53 (3/8")</td><td>1012.00</td><td>69.1</td></tr> <tr><td>6.35 (1/4")</td><td>1359.00</td><td>60.4</td></tr> <tr><td>4.76 (NO 4)</td><td>1159.00¹⁰</td><td>52.9</td></tr> <tr><td>2 (No.10)</td><td>33.05</td><td>44.2</td></tr> <tr><td>0.84 (No.20)</td><td>28.66</td><td>36.6</td></tr> <tr><td>0.42 (No.40)</td><td>32.56</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>0.25 (No.80)</td><td>23.57</td><td>21.7</td></tr> <tr><td>0.149 (No.100)</td><td>24.76</td><td>15.2</td></tr> <tr><td>0.074 (No.200)</td><td>29.72</td><td>7.3</td></tr> </tbody> </table> | | Mallas | | | Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % | 76.2 (3") | - | - | 50.8 (2") | - | - | 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | 25.4 (1") | 1261.00 | 91.9 | 19.05 (3/4") | 1296.00 | 83.5 | 12.7 (1/2") | 1218.00 | 75.7 | 9.53 (3/8") | 1012.00 | 69.1 | 6.35 (1/4") | 1359.00 | 60.4 | 4.76 (NO 4) | 1159.00 ¹⁰ | 52.9 | 2 (No.10) | 33.05 | 44.2 | 0.84 (No.20) | 28.66 | 36.6 | 0.42 (No.40) | 32.56 | 28.0 | 0.25 (No.80) | 23.57 | 21.7 | 0.149 (No.100) | 24.76 | 15.2 | 0.074 (No.200) | 29.72 | 7.3 | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>wcilindro + mat =</td><td>18,897 gr</td></tr> <tr><td>wcilindro =</td><td>3,392 gr</td></tr> <tr><td>wmaterial =</td><td>15,505 gr</td></tr> <tr><td>Volumen =</td><td>9,690 cm³</td></tr> <tr><td>Altura del cil =</td><td>19.90 cm</td></tr> <tr><td>Altura faltante =</td><td>0.00 cm</td></tr> <tr><td>γ_{ds} =</td><td>1.600 kg/cm³</td></tr> <tr><td>γ_{ds} =</td><td>1.60 g/cm³</td></tr> </tbody> </table> | | DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | wcilindro + mat = | 18,897 gr | wcilindro = | 3,392 gr | wmaterial = | 15,505 gr | Volumen = | 9,690 cm ³ | Altura del cil = | 19.90 cm | Altura faltante = | 0.00 cm | γ _{ds} = | 1.600 kg/cm ³ | γ _{ds} = | 1.60 g/cm ³ | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4</td> <td>15505 g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra usado después de la malla No. 4</td> <td>200 g</td> </tr> <tr> <td>Descripción del suelo</td> <td>Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café</td> </tr> <tr> <td>Preparación / Pretratamiento</td> <td>según SRH (1970)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td> <td>Gujarros / boleos</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>% Grava</td> <td>47.1</td> </tr> <tr> <td>% Arena</td> <td>45.6</td> </tr> <tr> <td></td> <td>%Finos</td> <td>7.3</td> </tr> <tr> <td>D₁₀</td> <td>0.1</td> <td>C_u</td> <td>62.70</td> </tr> <tr> <td>D₃₀</td> <td>0.52</td> <td>C_c</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>D₆₀</td> <td>6.27</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Clasificación</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">GP-GC</td> </tr> <tr> <td>SUCS</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Operador:</td> <td>J.J.</td> <td colspan="2" rowspan="4" style="text-align: right; vertical-align: middle;">hoja 1 de 1</td> </tr> <tr> <td>Revisó:</td> <td>L.O.</td> </tr> <tr> <td>Aprobó:</td> <td>M.G.</td> </tr> <tr> <td>Fecha:</td> <td>07/07/2015</td> </tr> </table> | | Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 15505 g | Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | % Grava | 47.1 | % Arena | 45.6 | | %Finos | 7.3 | D ₁₀ | 0.1 | C _u | 62.70 | D ₃₀ | 0.52 | C _c | 0.4 | D ₆₀ | 6.27 | | | Clasificación | GP-GC | | | SUCS | | | | Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 | | Revisó: | L.O. | Aprobó: | M.G. | Fecha: | 07/07/2015 |
| Mallas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 1261.00 | 91.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 1296.00 | 83.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 1218.00 | 75.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 1012.00 | 69.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 1359.00 | 60.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (NO 4) | 1159.00 ¹⁰ | 52.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 33.05 | 44.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 28.66 | 36.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 32.56 | 28.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.80) | 23.57 | 21.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 24.76 | 15.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 29.72 | 7.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| wcilindro + mat = | 18,897 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| wcilindro = | 3,392 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| wmaterial = | 15,505 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen = | 9,690 cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura del cil = | 19.90 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura faltante = | 0.00 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| γ _{ds} = | 1.600 kg/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| γ _{ds} = | 1.60 g/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 15505 g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 47.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 45.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | %Finos | 7.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₁₀ | 0.1 | C _u | 62.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₃₀ | 0.52 | C _c | 0.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₆₀ | 6.27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación | GP-GC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUCS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó: | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó: | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha: | 07/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-13, Rev.3

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
358/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

| | |
|--------------|---|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS - ZAPATA |

Sondeo CALAS

Sondeo: Km. 25+770 (centro via) Muestra: Integral Profundidad: Base de via Fecha: 08/07/2015 Operador: J.J. Aprobó: M.G.

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1 | 8.00 | 6.10 | 6.25 | 2.70 | 2.65 | 42.40 | |
| 2 | 10.00 | 6.40 | | 2.60 | | | |

Sondeo: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Sondeo: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS O CBR)

Obra: Metro línea 12 Tramo: Parque de los Venados - Zapata
Sitio: Km 25+770 (centro de vía)
Operador: J. Salazar
Calculó: R. Flores

Muestra: 1-integral
Pozo: Cala
Prof: Base m
Fecha: 07-jul-15

Datos del molde.

Número: 27
Diámetro: 6 pulg

Datos del anillo.

Constante: 8.35

Datos de la prueba.

Peso mat + molde: 9,191.00 g
Peso del molde: 4,800.00 g
Peso húmedo: 4,391.00 g
Peso seco: 4,072.37 g

Agua agregada: 300 cm³
Altura molde: 17.74 cm
Altura faltante: 6.22 cm
Altura material: 11.52 cm

Area del molde: 182.89 cm²
Volumen del molde: 2,106.94 cm³

Peso vol. húmedo: 2,084 kg/m³
Peso vol. seco: 1,930 kg/m³

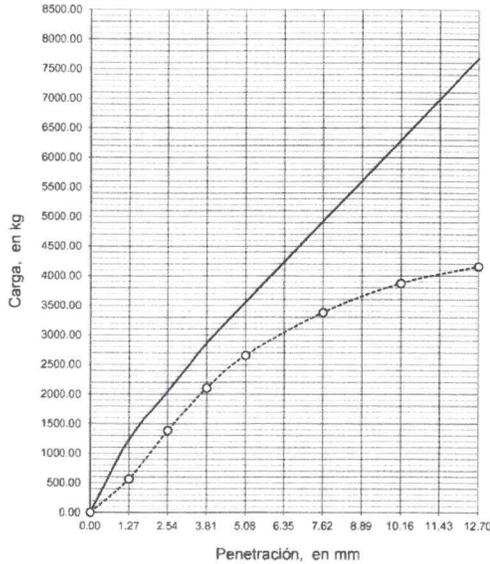
Contenido de agua.

No de cápsula: 36
Peso de cápsula: 61.87 g
Wm + cápsula: 444.57 g
Ws + cápsula: 416.80 g
Contenido de agua: 7.8 %

Expansión libre 6 "

Lectura inicial: 4.300 mm
Lectura final: 4.300 mm
% de expansión: 0.00 %

— VRS natural: 176 %
 - - - VRS saturado: 131 %



| Penetración (mm) | Muestra sin saturar | | | | | Muestra saturada | | | | |
|------------------|---------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|
| | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) |
| 1.27 | 148 | 1235.8 | 758.13 | 39.55 | 163.0 | 68 | 567.80 | 758.13 | 39.55 | 74.9 |
| 2.54 | 245 | 2045.8 | 1,347.79 | 70.31 | 151.8 | 166 | 1,386.10 | 1,347.79 | 70.31 | 102.8 |
| 3.81 | 343 | 2864.1 | 1,768.97 | 92.28 | 161.9 | 252 | 2,104.20 | 1,768.97 | 92.28 | 119.0 |
| 5.08 | 426 | 3557.1 | 2,021.68 | 105.46 | 175.9 | 318 | 2,655.30 | 2,021.68 | 105.46 | 131.3 |
| 7.62 | 590 | 4926.5 | 2,560.79 | 133.58 | 192.4 | 405 | 3,381.75 | 2,560.79 | 133.58 | 132.1 |
| 10.16 | 753 | 6287.6 | 3,099.91 | 161.71 | 202.8 | 464 | 3,874.40 | 3,099.91 | 161.71 | 125.0 |
| 12.70 | 920 | 7682.0 | 3,504.24 | 182.80 | 219.2 | 498 | 4,158.30 | 3,504.24 | 182.80 | 118.7 |

Observaciones:

Clasificación: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
360/497

14.20 Resultados de los ensayos pk 25+970

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 25+970
MÉXICO D.F.

02 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015


Página
361/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 25+970
MÉXICO D.F.

02 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
362/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 24 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 25+970, del Tramo Parque de los Venados- Zapata.

En la cala del KM 25+970, Centro de vía, al material base de relleno, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
363/497

- c) Contenido natural de agua w.
- d) Límites de consistencia LL, LP.
- e) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Alejandro Herrera Canseco
Jefe de Proyecto

México, D.F., 02 de julio, 2015

GEOTEC S.A de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
364/497



| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-----------------------------|--|-----------------|----------------|------------|---|-----------------|------|---|-----------------------|---|---|-----------------------|------|---|--------------------|----|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciiente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 25+970 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: PARQUE DE LOS VENADOS - ZAPATA | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro via | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de via | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 26/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 110 | °C | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 44 | 32 | 21 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 153 | 181 | 326 | 183 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 20.05 | 26.20 | 20.34 | 20.99 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 26.60 | 32.78 | 27.66 | 28.87 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 25.33 | 31.47 | 26.14 | 27.14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 24.05 | 24.86 | 26.10 | 28.13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 150 | 344 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 26.01 | 20.09 | Peso de la cápsula g | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 46.87 | 39.96 | Peso suelo húmedo+cápsula g | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 44.42 | 37.65 | Peso del suelo seco+cápsula g | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 13.31 | 13.15 | Contenido de agua % | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 13.2 | | inicial | final | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Altura | cm | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Dsuperior | cm | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Dmedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Dinferior | cm | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Dpromedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Volumen | cm³ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr> <td>Límite líquido</td> <td>25.5</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite plástico</td> <td>13.2</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite de contracción</td> <td>-</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice de plasticidad</td> <td>12.3</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Clasificación SUCS</td> <td>CL</td> <td></td> </tr> </table> | | Límite líquido | 25.5 | % | Límite plástico | 13.2 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 12.3 | % | Clasificación SUCS | CL | |
| Límite líquido | 25.5 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 13.2 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 12.3 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Operador | J.S. | Fecha | 26/06/2015 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Revisó | L. O. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Aprobó | M.G. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
368/497

14.21 Resultados de los ensayos pk 26+320

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 26+320
MÉXICO D.F.

01 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
369/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 26+320
MÉXICO D.F.

01 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
370/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 23 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 26+320, del Tramo Zapata - 20 de Noviembre.

En la cala del KM 26+320, Centro de vía, al material base de relleno, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
371/497

- c) Contenido natural de agua w .
- d) Límites de consistencia LL , LP .
- e) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Alejandro Herrera Canseco
Jefe de Proyecto

México, D.F., 01 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
372/497



Determinación del peso volumétrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Ciente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: ZAPATA - 20 DE NOVIEMBRE |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ _m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|--|---|--------------------------------------|
| cala km 26+320 | 2498.72 | 7141.00 | 2160.33 | 3025.00 | 1955.67 | 1.40 | 1396.91 | 1.79 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | w _m gr | w _{seco} gr | w _{agua} gr | w _{ara} gr | w _{resaca} gr | w _{r (cont-igua)} % | γ _d (γ _d /w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------|---|
| cala km 26+320 | 751 | 297.96 | 288.05 | 9.91 | 121.04 | 167.01 | 5.90 | 1.69 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS
ASTM D-422

| | | | |
|--------------|---|----------------|---------------|
| Cliente | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | |
| Contrato No. | | Sondeo | km 26+320 |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: ZAPATA - 20 DE NOVIEMBRE | Tipo | Cala |
| | | Muestra | Centro de via |
| | | Prof. (m) | Base |

| | | | | | | | |
|-----------|--------|------|--------|-------|------|------|---------|
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| | GRAVA | | ARENA | | | | |

Porcentaje que pasa

| Malias | | | Sedimentación | |
|------------------------|-------------------|--------|--------------------|--------|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam. partículas mm | % pasa |
| 76.2 (3") | - | - | - | - |
| 50.8 (2") | - | 100.0 | - | - |
| 38.1 (1 1/2") | 174.22 | 92.1 | - | - |
| 25.4 (1") | 246.98 | 80.8 | - | - |
| 19.05 (3/4") | 293.25 | 67.5 | - | - |
| 12.7 (1/2") | 374.22 | 50.4 | - | - |
| 9.53 (3/8") | 121.81 | 44.9 | - | - |
| 6.35 (1/4") | 235.23 | 34.2 | - | - |
| 4.76 (No.4) | 131.88 | 28.1 | - | - |
| 2 (No.10) | 189.05 | 19.6 | - | - |
| 0.84 (No.20) | 67.89 | 16.5 | - | - |
| 0.42 (No.40) | 71.78 | 13.2 | - | - |
| 0.25 (No.60) | 51.18 | 10.9 | - | - |
| 0.149 (No.100) | 46.77 | 8.8 | - | - |
| 0.074 (No.200) | 45.19 | 6.7 | - | - |

| | | | |
|------------------------------|---|-------|------|
| Cápsula No. | D | | |
| Cáp. + muestra seca | 2449.54 | | |
| Peso de la muestra | 2195.66 | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | |
| | % Grava | 71.90 | |
| | % Arena | 21.40 | |
| | %Finos | 6.70 | |
| D10 | 0.21 | Cu | 77.4 |
| D30 | 5.26 | Cc | 8.1 |
| D60 | 16.26 | | |
| Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) | | |

| | | |
|----------|------------|-------------|
| Operador | I.C. | hoja 1 de 1 |
| Revisó | L.O. | |
| Aprobó | M.G. | |
| Fecha | 29/06/2015 | |

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|------|---------|-----------------|-----------------------|-------|-----------------------|------------|--------------------|-----------------------|-------|------------|-----------------------|----|--|--|-----------------------|----|--|--|---------|-----------------|--|--|----|---|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciiente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No | | | | Sondeo | km 26+320 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: ZAPATA-20 DE NOVIEMBRE | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 24/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado 110 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 40 | 29 | 19 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 232 | 238 | 312 | 257 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 30.88 | 26.44 | 25.31 | 31.47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 39.90 | 35.03 | 34.97 | 43.76 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 38.23 | 33.39 | 33.07 | 41.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 22.80 | 23.60 | 24.48 | 26.31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 256 | 208 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 19.59 | 19.99 | Peso de la cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 38.60 | 40.42 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 36.57 | 38.24 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 11.96 | 11.95 | Contenido de agua | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 12.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td>inicial</td><td>final</td></tr> <tr><td>D_{superior}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D_{medio}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D_{inferior}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D_{promedio}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ws</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | Altura | cm | inicial | final | D _{superior} | cm | | | D _{medio} | cm | | | D _{inferior} | cm | | | D _{promedio} | cm | | | Volumen | cm ³ | | | Ws | g | | |
| Altura | cm | inicial | final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D _{superior} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D _{medio} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D _{inferior} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D _{promedio} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Límite líquido</td><td>24.0</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite plástico</td><td>12.0</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>12.1</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | Límite líquido | 24.0 | % | Límite plástico | 12.0 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 12.1 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite líquido | 24.0 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 12.0 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 12.1 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Operador</td><td>J.S.</td><td>Fecha</td><td>24/06/2015</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L. O.</td><td>Fecha</td><td>29/06/2015</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td><td>Fecha</td><td>29/06/2015</td></tr> </table> | | Operador | J.S. | Fecha | 24/06/2015 | Revisó | L. O. | Fecha | 29/06/2015 | Aprobó | M.G. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 24/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

[Handwritten signature in blue ink]

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

[Handwritten signature in blue ink]
Página
376/497

14.22 Resultados de los ensayos pk 26+380

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 26+380
MÉXICO D.F.

10 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
377/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 26+380
MÉXICO D.F.

10 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
378/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 23 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 26+380, del Tramo Zapata - 20 de Noviembre.

En la cala del KM 26+380, Centro de vía, se extrajo muestra integral de la base de relleno; se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
379/497

- c) Contenido natural de agua w .
- d) Límites de consistencia LL , LP .
- e) Granulometría por mallas.
- f) Compactación AASHTO modificada, equivalente de arena y valor relativo de soporte VRS.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Mabel García C.
Jefe de Proyecto

México, D.F., 10 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
380/497

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Ciliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: ZAPATA - 20 DE NOVIEMBRE |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|--|---|----------------------------------|
| cala km 26+380 | 2343.16 | 7256.00 | 2160.33 | 3318.00 | 1777.67 | 1.40 | 1269.78 | 1.85 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wm gr | W _{seco} gr | W _{agua} gr | W _{arena} gr | W _{huesa} gr | W (cont-agua) % | γ_d (γ_d/W) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|--|
| cala km 26+380 | 248 | 343.54 | 335.70 | 7.84 | 120.44 | 215.26 | 3.60 | 1.78 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | |
|---|---|--|--|----------------|---------------|
| ASTM D-422 | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 26+380 |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: ZAPATA - 20 DE NOVIEMBRE | | | Tipo | Cala |
| | | | | Muestra | Centro de vía |
| | | | | Prof. (m) | Base |

| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
|-----------|--------|------|--------|-------|------|------|---------|
| GRAVA | | | | | | | |
| ARENA | | | | | | | |

Porcentaje que pasa

| Mallas | | | Sedimentación | |
|------------------------|-------------------|--------|-------------------|--------|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | Tam partículas mm | % pasa |
| 76.2 (3") | - | - | - | - |
| 50.8 (2") | - | 100.0 | - | - |
| 38.1 (1 1/2") | 53.86 | 96.7 | - | - |
| 25.4 (1") | 18.80 | 95.5 | - | - |
| 19.05 (3/4") | 126.34 | 87.8 | - | - |
| 12.7 (1/2") | 377.06 | 64.7 | - | - |
| 9.53 (3/8") | 188.55 | 53.1 | - | - |
| 6.35 (1/4") | 304.01 | 34.5 | - | - |
| 4.76 (No.4) | 97.60 | 28.5 | - | - |
| 2 (No.10) | 127.31 | 20.7 | - | - |
| 0.84 (No.20) | 57.41 | 17.2 | - | - |
| 0.42 (No.40) | 60.51 | 13.4 | - | - |
| 0.25 (No.60) | 40.62 | 11.0 | - | - |
| 0.149 (No.100) | 36.76 | 8.7 | - | - |
| 0.074 (No.200) | 34.20 | 6.6 | - | - |

| | | | |
|------------------------------|---|----------------|------|
| Cápsula No. | 11R | | |
| Cáp. + muestra seca | 1646.41 | | |
| Peso de la muestra | 1630.77 | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | |
| | % Grava | 71.50 | |
| | % Arena | 21.90 | |
| | % Finos | 6.60 | |
| D ₁₀ | 0.21 | C _u | 54.3 |
| D ₃₀ | 5.16 | C _c | 11.1 |
| D ₆₀ | 11.41 | | |
| Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) | | |

| | | |
|----------|------------|-------------|
| Operador | I.C. | hoja 1 de 1 |
| Revisó | L.O. | |
| Aprobó | M.G. | |
| Fecha | 03/07/2015 | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
383/497

| PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | FORMA LP-02, Rev. 1 | | | | | |
|---|---------------------------------|--------------------------------|--|----------------------------|----------------------------|--|-------|
| FECHA: 09/07/2015 | | HOJA: 1 DE 1 | | | | | |
| CONSECUTIVO: | | Datos muestra: | | | | | |
| Cliete: ADIC INGENIERIA | Sondeo: KM 26+380 | | Tipo: CALA | | | | |
| Contrato No.: | Muestra: Centro via | | Prof. (m): | | | | |
| Nombre: METRO LINEA 12 | TRAMO: ZAPATA - 20 DE NOVIEMBRE | | Prof. media (m): | | | | |
| Descripción del suelo: Gravillas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro | | Fecha de ejecución: 09/07/2015 | | | | | |
| Equipo de prueba | Molde No.: | 1 | Volumen del cilindro V_{cil} : 3224.50 cm ³ | | | | |
| | Peso del cilindro W_{cil} : | 5267.00 g | Golpes por capa N: 56 | | | | |
| | Peso del pisón: | 4.55 kg | Altura de caída del pisón: 43.80 cm | | | | |
| Energía de compactación: | | 17.29 (kg cm)/cm ³ | | | | | |
| Contenido de agua | | | | | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $w_s + c$ (g) | $w_s + c$ (g) | w_s (g) | w_s (g) | w_s (g) | w (%) |
| 1 | 709 | 377.51 | 359.17 | 119.88 | 18.3 | 239.3 | 7.7 |
| 2 | 792 | 377.59 | 357.66 | 120.95 | 19.9 | 236.7 | 8.4 |
| 3 | 532 | 401.02 | 374.81 | 118.35 | 26.2 | 256.5 | 10.2 |
| 4 | 617 | 429.41 | 396.96 | 116.87 | 32.5 | 280.1 | 11.6 |
| 5 | 716 | 416.97 | 383.33 | 119.53 | 33.6 | 263.8 | 12.8 |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{mo} + W_{cil}$ (kg) | W_{mo} (kg) | $1 / (1+w)$ | PVH (kg / m ³) | PVS (kg / m ³) | | |
| 1 | 11869 | 6602 | 0.93 | 2047 | 1901 | Peso volumétrico seco máximo PVSM = 1.963 kg/m ³ | |
| 2 | 12019 | 6752 | 0.92 | 2094 | 1931 | Contenido de agua óptimo $w_o = 10.3$ % | |
| 3 | 12316 | 7049 | 0.91 | 2186 | 1983 | | |
| 4 | 12279 | 7012 | 0.90 | 2175 | 1949 | | |
| 5 | 12220 | 6953 | 0.89 | 2156 | 1912 | | |
| | | | | | | | |
| | | Operador | J.J. | Fecha | 09/07/2015 | | |
| | | Revisó | L.O. | Fecha | 10/07/2015 | | |
| | | Aprobó | M.G. | Fecha | 10/07/2015 | | |
| | | hoja 1 de 1 | | | | | |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
384/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 10/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|------------|--|-------------------|------------------------------|------------------------|-------------|---------|------------------------------|-----------|----|------------------------------|-------------|--------|---------------------------|-----------|--|-----------|----|--|--|-----------|----|--|--|---------|-----|--|--|----|---|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA Contrato No: Nombre: METRO LINEA 12 TRAMO: ZAPATA - 20 DE NOVIEMBRE | | | Datos muestra: Sondeo: km 26+380 Tipo: Cala Muestra: Centro vía Prof. (m): Base de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo: Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución: 07/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado: 110 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | | 42 | 30 | 20 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | | 301 | 239 | 357 | 228 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | | 25.29 | 31.54 | 26.91 | 30.82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | | 34.39 | 39.10 | 34.80 | 39.14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | | 32.62 | 37.59 | 33.15 | 37.31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | | 24.15 | 24.96 | 26.44 | 28.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | | 211 | 172 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | | 20.14 | 20.22 | Peso de la cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | | 43.28 | 40.18 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | | 40.26 | 37.58 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | | 15.01 | 14.98 | Contenido de agua | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | | 15.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td>inicial</td><td>final</td></tr> <tr><td>Dsuperior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dmedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dinferior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dpromedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ws</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | | Altura | cm | inicial | final | Dsuperior | cm | | | Dmedio | cm | | | Dinferior | cm | | | Dpromedio | cm | | | Volumen | cm³ | | | Ws | g | | |
| | | | Altura | cm | inicial | final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dsuperior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dmedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dinferior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dpromedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | cm³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Límite líquido</td><td>25.8</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite plástico</td><td>15.0</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>10.8</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | | Límite líquido | 25.8 | % | Límite plástico | 15.0 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 10.8 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite líquido | 25.8 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 15.0 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 10.8 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 07/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 10/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 10/07/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
385/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 |
|--|--|---------------------------------|
| Cliente: ADIC INGENIERIA | | FECHA: 08/07/2015 |
| Contrato No.: | | PAG: 1 DE: 1 |
| Obra y sitio: METRO LINEA 12 TRAMO. ZAPATA - 20 DE NOVIEMBRE | | CONSECUTIVO: |
| | | Datos muestra: |
| | | Sondeo: Km 26+380 |
| | | Tipo: Cala |
| | | Muestra: 1 int. (centro de vía) |
| | | Prof. (m): --- |
| | | Prof. media (m): --- |

| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
|-----------|--------|------|--------|-------|------|-------|---------|
| GRAVA | | | | | | ARENA | |

Porcentaje que pasa

| Mallas | | | DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO | | Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | |
|------------------------|-------------------|--------|---|--------|---|--|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | wcilindro + mat = | 19,158 | gr | 15766 g |
| 76.2 (3") | - | - | wcilindro = | 3,392 | gr | Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 |
| 50.8 (2") | - | 100.0 | wmaterial = | 15,766 | gr | 200 g |
| 38.1 (1 1/2") | 255.00 | 98.4 | Volumen = | 9,690 | cm ³ | Descripción del suelo: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro |
| 25.4 (1") | 2021.00 | 85.6 | Altura del cil = | 19.90 | cm | |
| 19.05 (3/4") | 1495.00 | 76.1 | Altura faltante = | 0.00 | cm | Preparación / Pretratamiento: según SRH (1970) |
| 12.7 (1/2") | 1947.00 | 63.7 | Y _{ds} = | 1.627 | kg/cm ³ | Proporciones de la muestra |
| 9.53 (3/8") | 1395.00 | 54.9 | Y _{se} = | 1.63 | g/cm ³ | |
| 6.35 (1/4") | 1636.00 | 44.5 | | | | % Grava: 60.8 |
| 4.75 (No. 4) | 842.00 | 39.2 | | | | % Arena: 31.9 |
| 2 (No. 10) | 55.78 | 26.3 | | | | % Finos: 7.3 |
| 0.84 (No. 20) | 31.22 | 22.1 | | | | D ₁₀ : 0.15 |
| 0.42 (No. 40) | 30.33 | 16.2 | | | | D ₃₀ : 2.43 |
| 0.25 (No. 60) | 16.23 | 13.0 | | | | D ₆₀ : 11.37 |
| 0.149 (No. 100) | 16.02 | 9.9 | | | | C _u : 75.80 |
| 0.074 (No. 200) | 12.97 | 7.3 | | | | C _c : 3.5 |

| | |
|--------------------|-------|
| Clasificación SUCS | GP-GC |
|--------------------|-------|

| | |
|-------------------|-------------|
| Operador: J.J. | hoja 1 de 1 |
| Revisó: L.O. | |
| Aprobó: M.G. | |
| Fecha: 08/07/2015 | |

Forma LS-13, Rev.3

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página 386/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

| | |
|--------------|---|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: ZAPATA - 20 DE NOVIEMBRE |

Sondeo CALAS

Sondeo: Km 26+380 (centro via) Muestra: Integral Profundidad: Base de via Fecha: 09/07/2015 Operador: J.J. Aprobó: M.G.

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1 | 8.00 | 6.70 | 6.7 | 2.20 | 2.2 | 32.84 | |
| 2 | 10.00 | 6.70 | | 2.20 | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Página 387/497

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS O CBR)

Obra: Metro línea 12 Tramo: Zapata - 20 de Noviembre
Sitio: Km 26+380 (centro de vía)
Operador: J. Salazar
Calculó: R. Flores

Muestra: 1-integral
Pozo: Cala
Prof: Base m
Fecha: 07-jul-15

Datos del molde.

Número: 2
 Diámetro: 6 pulg

Datos del anillo.

Constante: 8.35

Datos de la prueba.

Peso mat + molde: 9,443.00 g
 Peso del molde: 5,030.00 g
 Peso húmedo: 4,413.00 g
 Peso seco: 4,008.43 g

Agua agregada: 350 cm³
 Altura molde: 17.76 cm
 Altura faltante: 6.26 cm
 Altura material: 11.50 cm

Area del molde: 181.70 cm²
 Volumen del molde: 2,089.52 cm³

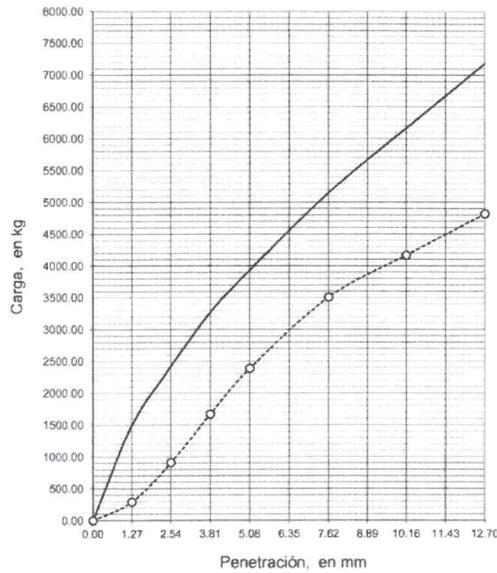
Peso vol. húmedo: 2,112 kg/m³
Peso vol. seco: 1,920 kg/m³

Contenido de agua.

No de cápsula: 5
 Peso de cápsula: 63.01 g
 Wm + cápsula: 469.55 g
 Ws + cápsula: 432.28 g
 Contenido de agua: 10.1 %

Expansión libre 6 "

Lectura inicial: 4.300 mm
 Lectura final: 4.300 mm
 % de expansión: 0.00 %



— VRS natural: 198 %
 - - - - VRS saturado: 118 %

| Penetración (mm) | Muestra sin saturar | | | | | Muestra saturada | | | | |
|------------------|---------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|
| | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) |
| 1.27 | 180 | 1503.0 | 758.13 | 39.55 | 198.3 | 35 | 292.25 | 758.13 | 39.55 | 38.5 |
| 2.54 | 290 | 2421.5 | 1,347.79 | 70.31 | 179.7 | 109 | 910.15 | 1,347.79 | 70.31 | 67.5 |
| 3.81 | 392 | 3273.2 | 1,768.97 | 92.28 | 185.0 | 200 | 1,670.00 | 1,768.97 | 92.28 | 94.4 |
| 5.08 | 471 | 3932.9 | 2,021.68 | 105.46 | 194.5 | 286 | 2,388.10 | 2,021.68 | 105.46 | 118.1 |
| 7.62 | 617 | 5152.0 | 2,560.79 | 133.58 | 201.2 | 420 | 3,507.00 | 2,560.79 | 133.58 | 136.9 |
| 10.16 | 738 | 6162.3 | 3,099.91 | 161.71 | 198.8 | 499 | 4,166.65 | 3,099.91 | 161.71 | 134.4 |
| 12.70 | 860 | 7181.0 | 3,504.24 | 182.80 | 204.9 | 577 | 4,817.95 | 3,504.24 | 182.80 | 137.5 |

Observaciones:

Clasificación: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café claro

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
388/497

14.23 Resultados de los ensayos pk 26+540

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 26+540
MÉXICO D.F.

01 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

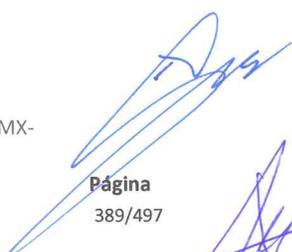
Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015


Página
389/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 26+540
MÉXICO D.F.

01 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
390/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 23 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 26+540, del Tramo Zapata - 20 de Noviembre.

En la cala del KM 26+540, Centro de vía, al material base de relleno, se le realizaron los siguientes ensayes:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
391/497

ADIC INGENIERÍA

Ensayes en la Línea 12 del Metro

- c) Contenido natural de agua *w*.
- d) Límites de consistencia *LL, LP*.
- e) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Alejandro Herrera Canseco
Jefe de Proyecto

México, D.F., 01 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
392/497

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|---|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: ZAPATA - 20 DE NOVIEMBRE |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|---|--|--|--------------------------------------|---|--|----------------------------------|
| cala km 26+540 | 2148.99 | 7131.00 | 2160.33 | 3078.00 | 1892.67 | 1.40 | 1351.91 | 1.59 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wm gr | W _{seco} gr | W _{agua} gr | W _{arena} gr | W _{huesca} gr | W (cont-agua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--|
| cala km 26+540 | 686 | 310.88 | 296.67 | 14.21 | 121.20 | 175.47 | 8.10 | 1.47 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Página
394/497

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|--------|---|---------------|------------------------|-------------------|--------|-----------|--------|------|-----------|------------|-------------|---------------|--------|------|-----------|--------|------|--------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-----------|--------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|------|---|--|--|---------------|--|----------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|-------------|---|---------------------|---------|--------------------|---------|-----------------------|---|------------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|---|---------|-------|---------|-------|--|--------|-------|-----|------|--|-----|------|----------|-----|-------|---------|--------------------|-------------------------------------|--|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | Sondeo | km 26+540 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LÍNEA 12 TRAMO: ZAPATA - 20 DE NOVIEMBRE | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUIJARROS | | GRAVA | | ARENA | | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mallas</th> </tr> <tr> <th>Tamaño partículas (mm)</th> <th>Peso retenido (g)</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.2 (3")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>50.8 (2")</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>38.1 (1 1/2")</td><td>172.89</td><td>91.5</td></tr> <tr><td>25.4 (1")</td><td>238.51</td><td>79.9</td></tr> <tr><td>19.05 (3/4")</td><td>206.36</td><td>69.8</td></tr> <tr><td>12.7 (1/2")</td><td>182.25</td><td>60.9</td></tr> <tr><td>9.53 (3/8")</td><td>137.75</td><td>54.1</td></tr> <tr><td>6.35 (1/4")</td><td>237.62</td><td>42.5</td></tr> <tr><td>4.76 (No.4)</td><td>129.53</td><td>36.2</td></tr> <tr><td>2 (No.10)</td><td>199.37</td><td>26.4</td></tr> <tr><td>0.84 (No.20)</td><td>84.63</td><td>22.3</td></tr> <tr><td>0.42 (No.40)</td><td>81.33</td><td>18.3</td></tr> <tr><td>0.25 (No.60)</td><td>56.14</td><td>15.6</td></tr> <tr><td>0.149 (No.100)</td><td>51.95</td><td>13.0</td></tr> <tr><td>0.074 (No.200)</td><td>60.59</td><td>10.1</td></tr> </tbody> </table> | | | Mallas | | | Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | 76.2 (3") | - | - | 50.8 (2") | - | 100.0 | 38.1 (1 1/2") | 172.89 | 91.5 | 25.4 (1") | 238.51 | 79.9 | 19.05 (3/4") | 206.36 | 69.8 | 12.7 (1/2") | 182.25 | 60.9 | 9.53 (3/8") | 137.75 | 54.1 | 6.35 (1/4") | 237.62 | 42.5 | 4.76 (No.4) | 129.53 | 36.2 | 2 (No.10) | 199.37 | 26.4 | 0.84 (No.20) | 84.63 | 22.3 | 0.42 (No.40) | 81.33 | 18.3 | 0.25 (No.60) | 56.14 | 15.6 | 0.149 (No.100) | 51.95 | 13.0 | 0.074 (No.200) | 60.59 | 10.1 | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Sedimentación</th> </tr> <tr> <th>Tam. partículas (mm)</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | | | Sedimentación | | Tam. partículas (mm) | % pasa | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Cápsula No.</td><td>4</td></tr> <tr><td>Cáp. + muestra seca</td><td>2298.62</td></tr> <tr><td>Peso de la muestra</td><td>2044.04</td></tr> <tr><td>Descripción del suelo</td><td>Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1 1/2". empacadas en arena, con poco arcilla, color café</td></tr> <tr><td>Preparación / Pretratamiento</td><td>según ASTM D422</td></tr> <tr><td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td><td>Guijarros / boleos</td><td>-</td></tr> <tr><td>% Grava</td><td>63.80</td></tr> <tr><td>% Arena</td><td>26.10</td></tr> <tr><td></td><td>%Finos</td><td>10.10</td></tr> <tr><td>D10</td><td>0.07</td><td></td></tr> <tr><td>D30</td><td>3.01</td><td>Cu 175.4</td></tr> <tr><td>D60</td><td>12.28</td><td>Cc 10.5</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td colspan="2" style="text-align: center;">G MAL GRADUADA (P)</td></tr> </table> | | Cápsula No. | 4 | Cáp. + muestra seca | 2298.62 | Peso de la muestra | 2044.04 | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1 1/2". empacadas en arena, con poco arcilla, color café | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | % Grava | 63.80 | % Arena | 26.10 | | %Finos | 10.10 | D10 | 0.07 | | D30 | 3.01 | Cu 175.4 | D60 | 12.28 | Cc 10.5 | Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) | |
| Mallas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | 100.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | 172.89 | 91.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 238.51 | 79.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 206.36 | 69.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 182.25 | 60.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 137.75 | 54.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 237.62 | 42.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 129.53 | 36.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 199.37 | 26.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 84.63 | 22.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 81.33 | 18.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 56.14 | 15.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 51.95 | 13.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 60.59 | 10.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sedimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tam. partículas (mm) | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáp. + muestra seca | 2298.62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra | 2044.04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1 1/2". empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 63.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 26.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | %Finos | 10.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D10 | 0.07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D30 | 3.01 | Cu 175.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D60 | 12.28 | Cc 10.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Operador</td><td>I.C.</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L.O.</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>29/06/2015</td></tr> </table> | | Operador | I.C. | Revisó | L.O. | Aprobó | M.G. | Fecha | 29/06/2015 | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | I.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
395/497



14.24 Resultados de los ensayos pk 26+900

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 26+900
MÉXICO D.F.

01 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
396/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 26+900
MÉXICO D.F.

01 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
397/497

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 19 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 26+900, del Tramo 20 de Noviembre – Insurgentes Sur.

En la cala del KM 26+900, Centro de vía, al material base de relleno, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

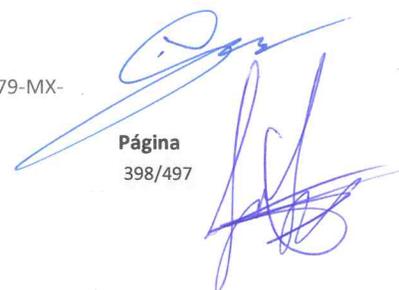
Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
398/497



- c) Contenido natural de agua *w*.
- d) Límites de consistencia *LL, LP*.
- e) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Alejandro Herrera Canseco
Jefe de Proyecto

México, D.F., 01 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
399/497

Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|--|
| Cliente | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: 20 DE NOVIEMBRE-INSURGENTES SUR |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material humedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|--|---|----------------------------------|
| cala km 26+900 | 2552.72 | 7087.00 | 2160.33 | 2789.00 | 2137.67 | 1.40 | 1526.91 | 1.67 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | wm gr | W _{seco} gr | W _{agua} gr | W _{hara} gr | W _{hseca} gr | W (cont-agua) % | γ_d (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|--|
| cala km 26+900 | 103 | 397.20 | 381.78 | 15.42 | 121.20 | 260.58 | 5.90 | 1.58 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |



Página
401/497




| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|--|--------|--|---|------------------------|-------------------|--------|-----------|------|--------|-----------|-------|------------|---------------|---|-------|-----------|-------|------|--------------|-------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-----------|--------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|------|--|--|--|---------------|--|---------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|-------------|-----|---------------------|---------|--------------------|---------|-----------------------|--|---|--|------------------------------|--|-----------------|--|----------------------------|--|--------------------|---|---------|-------|---------|-------|---------|-------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|----------------|-------|----------------|------|---------------|--|------|-------------------------------------|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | | Sondeo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | km 26+900 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | | METRO LÍNEA 12 TRAMO: 20 DE NOVIEMBRE - INSURGENTES SUR | | | Tipo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Muestra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Centro de via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Prof. (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; font-weight: bold; font-size: small;"> GUIJARROS GRUESA FINA GRAVA GRUESA MEDIA FINA ARENA LIMO ARCILLA </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mallas</th> </tr> <tr> <th>Tamaño partículas (mm)</th> <th>Peso retenido (g)</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.2 (3")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>50.8 (2")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>38.1 (1 1/2")</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>25.4 (1")</td><td>19.71</td><td>99.1</td></tr> <tr><td>19.05 (3/4")</td><td>83.55</td><td>95.2</td></tr> <tr><td>12.7 (1/2")</td><td>451.42</td><td>74.2</td></tr> <tr><td>9.53 (3/8")</td><td>271.81</td><td>61.6</td></tr> <tr><td>6.35 (1/4")</td><td>371.92</td><td>44.4</td></tr> <tr><td>4.76 (No.4)</td><td>196.87</td><td>35.5</td></tr> <tr><td>2 (No.10)</td><td>227.42</td><td>24.9</td></tr> <tr><td>0.84 (No.20)</td><td>92.83</td><td>20.6</td></tr> <tr><td>0.42 (No.40)</td><td>93.53</td><td>16.2</td></tr> <tr><td>0.25 (No.60)</td><td>60.64</td><td>13.4</td></tr> <tr><td>0.149 (No.100)</td><td>56.40</td><td>13.4</td></tr> <tr><td>0.074 (No.200)</td><td>38.71</td><td>11.6</td></tr> </tbody> </table> | | | Mallas | | | Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | 76.2 (3") | - | - | 50.8 (2") | - | - | 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | 25.4 (1") | 19.71 | 99.1 | 19.05 (3/4") | 83.55 | 95.2 | 12.7 (1/2") | 451.42 | 74.2 | 9.53 (3/8") | 271.81 | 61.6 | 6.35 (1/4") | 371.92 | 44.4 | 4.76 (No.4) | 196.87 | 35.5 | 2 (No.10) | 227.42 | 24.9 | 0.84 (No.20) | 92.83 | 20.6 | 0.42 (No.40) | 93.53 | 16.2 | 0.25 (No.60) | 60.64 | 13.4 | 0.149 (No.100) | 56.40 | 13.4 | 0.074 (No.200) | 38.71 | 11.6 | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Sedimentación</th> </tr> <tr> <th>Tam partículas (mm)</th> <th>% pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | | | Sedimentación | | Tam partículas (mm) | % pasa | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <tr><td>Cápsula No.</td><td>14R</td></tr> <tr><td>Cáp. + muestra seca</td><td>2169.60</td></tr> <tr><td>Peso de la muestra</td><td>2153.89</td></tr> <tr><td colspan="2">Descripción del suelo</td></tr> <tr><td colspan="2">Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café</td></tr> <tr><td colspan="2">Preparación / Pretratamiento</td></tr> <tr><td colspan="2">según ASTM D422</td></tr> <tr><td colspan="2">Proportiones de la muestra</td></tr> <tr><td>Guijarros / boleas</td><td>-</td></tr> <tr><td>% Grava</td><td>64.50</td></tr> <tr><td>% Arena</td><td>23.90</td></tr> <tr><td>% Finos</td><td>11.60</td></tr> <tr><td>D₁₀</td><td>0.06</td></tr> <tr><td>D₃₀</td><td>3.33</td></tr> <tr><td>D₆₀</td><td>9.23</td></tr> <tr><td>C_u</td><td>153.8</td></tr> <tr><td>C_c</td><td>20.0</td></tr> <tr><td colspan="2">Clasificación</td></tr> <tr><td>SUCS</td><td>G MAL GRADUADA (P)</td></tr> </table> | | Cápsula No. | 14R | Cáp. + muestra seca | 2169.60 | Peso de la muestra | 2153.89 | Descripción del suelo | | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | Preparación / Pretratamiento | | según ASTM D422 | | Proportiones de la muestra | | Guijarros / boleas | - | % Grava | 64.50 | % Arena | 23.90 | % Finos | 11.60 | D ₁₀ | 0.06 | D ₃₀ | 3.33 | D ₆₀ | 9.23 | C _u | 153.8 | C _c | 20.0 | Clasificación | | SUCS | G MAL GRADUADA (P) |
| Mallas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | - | 100.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 19.71 | 99.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 83.55 | 95.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 451.42 | 74.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 271.81 | 61.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 371.92 | 44.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 196.87 | 35.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 227.42 | 24.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 92.83 | 20.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 93.53 | 16.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 60.64 | 13.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 56.40 | 13.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 38.71 | 11.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sedimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tam partículas (mm) | % pasa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | 14R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáp. + muestra seca | 2169.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra | 2153.89 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| según ASTM D422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proportiones de la muestra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Guijarros / boleas | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % Grava | 64.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % Arena | 23.90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % Finos | 11.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₁₀ | 0.06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₃₀ | 3.33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D ₆₀ | 9.23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C _u | 153.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C _c | 20.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUCS | G MAL GRADUADA (P) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <tr><td>Operador</td><td>I.C.</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L.O.</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>27/06/2015</td></tr> </table> | | Operador | I.C. | Revisó | L.O. | Aprobó | M.G. | Fecha | 27/06/2015 | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | I.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | 27/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
 INF-1
 07/07/2015

Página
 402/497

| | | LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 23/06/2015 | |
|-------------------------------|---|---|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------|-------------|
| | | | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | | | Datos muestra: | |
| Contrato No | | | | | | Sondeo | km 26+900 |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: 20 DE NOVIEMBRE-INSURGENTES SUR | | | | | Tipo | Cala |
| | | | | | | Muestra | Centro vía |
| | | | | | | Prof. (m) | Base de vía |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | | Fecha de ejecución | | |
| | | | | | | 22/06/2015 | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado | 110 °C | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Número de golpes | N | 40 | 30 | 20 | 10 | | |
| Cápsula No. | | 233 | 345 | 266 | 333 | | |
| Peso de la cápsula | g | 25.41 | 26.68 | 31.21 | 24.80 | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 33.04 | 34.56 | 38.42 | 33.12 | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 31.75 | 33.18 | 37.11 | 31.50 | | |
| Contenido de agua | % | 20.35 | 21.23 | 22.10 | 24.18 | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | |
| Cápsula No. | | 204 | 178 | Cápsula No. | | | |
| Peso de la cápsula | g | 20.30 | 20.17 | Peso de la cápsula | g | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 39.63 | 38.84 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 37.47 | 36.77 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | |
| Contenido de agua | % | 12.58 | 12.47 | Contenido de agua | % | | |
| | | Promedio | 12.5 | | | | |
| | | | | inicial | final | | |
| | | Altura | cm | | | | |
| | | Dsuperior | cm | | | | |
| | | Dmedio | cm | | | | |
| | | Dinferior | cm | | | | |
| | | Dpromedio | cm | | | | |
| | | Volumen | cm ³ | | | | |
| | | Ws | g | | | | |
| | | Límite líquido | | 21.8 | % | | |
| | | Límite plástico | | 12.5 | % | | |
| | | Límite de contracción | | - | % | | |
| | | Índice de plasticidad | | 9.3 | % | | |
| | | Clasificación SUCS | | CL | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 22/06/2015 | | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 23/06/2015 | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 23/06/2015 | | | | |
| | | | | | | hoja 1 de 1 | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
403/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LIMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------|-----------------------------|---|-----------------|----------------|------|---------|-----------------|-----------|-------|-----------------------|------------|--------|-----------------------|-------|------------|--------------------|----|--|--|-----------|----|--|--|---------|-----|--|--|----|---|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No | | | | Sondeo | km 26+540 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: ZAPATA-20 DE NOVIEMBRE | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución 24/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado | 110 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 40 | 30 | 19 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 221 | 247 | 293 | 219 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 31.54 | 28.30 | 32.30 | 31.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 39.29 | 36.26 | 42.83 | 38.87 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 37.80 | 34.70 | 40.67 | 37.18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 23.80 | 24.37 | 25.81 | 27.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 209 | 160 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 19.15 | 19.87 | Peso de la cápsula | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 36.84 | 38.75 | Peso suelo húmedo+cápsula | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 34.67 | 36.44 | Peso del suelo seco+cápsula | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 13.98 | 13.94 | Contenido de agua | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 14.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td>inicial</td><td>final</td></tr> <tr><td>Dsuperior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dmedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dinferior</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dpromedio</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ws</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | Altura | cm | inicial | final | Dsuperior | cm | | | Dmedio | cm | | | Dinferior | cm | | | Dpromedio | cm | | | Volumen | cm³ | | | Ws | g | | |
| Altura | cm | inicial | final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dsuperior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dmedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dinferior | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dpromedio | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | cm³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Límite líquido</td><td>25.1</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite plástico</td><td>14.0</td><td>%</td></tr> <tr><td>Límite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>11.1</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | Límite líquido | 25.1 | % | Límite plástico | 14.0 | % | Límite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 11.1 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite líquido | 25.1 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite plástico | 14.0 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 11.1 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Operador</td><td>J.S.</td><td>Fecha</td><td>24/06/2015</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L. O.</td><td>Fecha</td><td>29/06/2015</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td><td>Fecha</td><td>29/06/2015</td></tr> </table> | | Operador | J.S. | Fecha | 24/06/2015 | Revisó | L. O. | Fecha | 29/06/2015 | Aprobó | M.G. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 24/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 29/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
404/497

14.25 Resultados de los ensayos pk 27+120

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 27+120
MÉXICO D.F.

01 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
405/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 27+120
MÉXICO D.F.

01 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
406/497



1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 19 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 27+120, del Tramo 20 de Noviembre – Insurgentes Sur.

En la cala del KM 27+120, Centro de vía, al material base de relleno, se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
407/497

- c) Contenido natural de agua *w*.
- d) Límites de consistencia *LL*, *LP*.
- e) Granulometría por mallas.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

Ing. Alejandro Herrera Canseco
Jefe de Proyecto

México, D.F., 01 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
408/497

| | | | | | | | | | |
|---|--|-------------------|------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|---|--|
| FORMA LS-10, Rev. 2 | | FECHA: 23/06/2015 | | | | | | | |
| HOJA: 1 DE 1 | | CONSECUTIVO: | | | | | | | |
| CLASIFICACIÓN VISUAL Y CONTENIDO DE AGUA, ASTM D2216 | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 | | | | | | | | |
| Equipo | TRAMO: 20 DE NOVIEMBRE-INSURGENTES SUR | | | | | | | | |
| Balanza No. | 1 | Horno No. | 2 | | | | | | |
| Sondido Tipo | Cilias | Sondido Tipo | Cilias | | | | | | |
| Temperatura | 110 °C | | | | | | | | |
| Operador | M.C. | Fecha | 20/06/2015 | | | | | | |
| Revisó | L.O. | Fecha | 23/06/2015 | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 23/06/2015 | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL SUELO | | | | | | | | | |
| No. | Muestra | Long (cm) | Sección | Peso húmedo + c | Peso seco + c | w _p | w _i | w | |
| | de | | | g | g | g | g | % | |
| 1 | CALA km 27+120 | 543 | S | 374.94 | 356.59 | 18.35 | 237.25 | 8 | |
| | Centro de vía | | | | | | | | |
| Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | |

Notas: w_p, peso del agua; w_i, peso de sólidos; w, contenido de agua; REC, recuperación de roca; ICR, índice de calidad de la roca
S, sección superior; I, sección inferior; TM, tamaño máximo

Forma LS-10, Rev 2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015



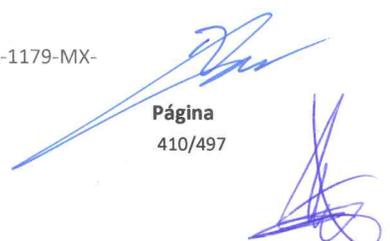
Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|--|
| Ciudad | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: 20 DE NOVIEMBRE-INSURGENTES SUR |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material humedo gr | Peso de cono + arena (inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrannte gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| cala km 27+120 | 2620.13 | 7275.00 | 2160.33 | 3090.00 | 2024.67 | 1.40 | 1446.19 | 1.81 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | W _m gr | W _{seco} gr | W _{agua} gr | W _{hara} gr | W _{mezcla} gr | W (contagua) % | γ_d (γ_d/W) gr/cm ³ |
|----------------|-----------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|--|
| cala km 27+120 | 543 | 358.88 | 346.31 | 12.57 | 119.34 | 226.97 | 5.50 | 1.72 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|----------------|-------------|------------------------|---------------------|---------|--------------------|---------|-----------------------|---|------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|-------|-----------|-------|---------|--------------|--------|--------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-----------|--------------------|-------------------------------|--------------|--------|------|--------------|--------|------|--------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|-----|--|--|---------------|--|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ASTM D-422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No. | | | Sondeo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: 20 DE NOVIEMBRE - INSURGENTES SUR | | km 27+120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Tipo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Muestra | Centro de via | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Prof. (m) | Base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">GUJARROS</td> <td style="width: 12.5%;">GRUESA</td> <td style="width: 12.5%;">FINA</td> <td style="width: 12.5%;">GRUESA</td> <td style="width: 12.5%;">MEDIA</td> <td style="width: 12.5%;">FINA</td> <td style="width: 25%;">LIMO</td> <td style="width: 10%;">ARCILLA</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">GRAVA</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">ARENA</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> | | | | GUJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | GRAVA | | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GUJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRAVA | | | | ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Mallas</th> </tr> <tr> <th>Tamaño partículas (mm)</th> <th>Peso retenido (g)</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.2 (3")</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>50.8 (2")</td><td>-</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>38.1 (1 1/2")</td><td>30.12</td><td>98.6</td></tr> <tr><td>25.4 (1")</td><td>78.83</td><td>94.9</td></tr> <tr><td>19.05 (3/4")</td><td>269.03</td><td>82.2</td></tr> <tr><td>12.7 (1/2")</td><td>378.42</td><td>64.3</td></tr> <tr><td>9.53 (3/8")</td><td>167.40</td><td>56.4</td></tr> <tr><td>6.35 (1/4")</td><td>265.63</td><td>43.9</td></tr> <tr><td>4.76 (No.4)</td><td>142.06</td><td>37.1</td></tr> <tr><td>2 (No.10)</td><td>201.84</td><td>27.6</td></tr> <tr><td>0.84 (No.20)</td><td>101.21</td><td>22.8</td></tr> <tr><td>0.42 (No.40)</td><td>109.90</td><td>17.7</td></tr> <tr><td>0.25 (No.60)</td><td>72.94</td><td>14.2</td></tr> <tr><td>0.149 (No.100)</td><td>61.94</td><td>11.3</td></tr> <tr><td>0.074 (No.200)</td><td>61.61</td><td>8.4</td></tr> </tbody> </table> | | Mallas | | | Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % | 76.2 (3") | - | - | 50.8 (2") | - | 100.0 | 38.1 (1 1/2") | 30.12 | 98.6 | 25.4 (1") | 78.83 | 94.9 | 19.05 (3/4") | 269.03 | 82.2 | 12.7 (1/2") | 378.42 | 64.3 | 9.53 (3/8") | 167.40 | 56.4 | 6.35 (1/4") | 265.63 | 43.9 | 4.76 (No.4) | 142.06 | 37.1 | 2 (No.10) | 201.84 | 27.6 | 0.84 (No.20) | 101.21 | 22.8 | 0.42 (No.40) | 109.90 | 17.7 | 0.25 (No.60) | 72.94 | 14.2 | 0.149 (No.100) | 61.94 | 11.3 | 0.074 (No.200) | 61.61 | 8.4 | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Sedimentación</th> </tr> <tr> <th>Tam. partículas (mm)</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> | | Sedimentación | | Tam. partículas (mm) | % | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Mallas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76.2 (3") | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50.8 (2") | - | 100.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.1 (1 1/2") | 30.12 | 98.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.4 (1") | 78.83 | 94.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.05 (3/4") | 269.03 | 82.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.7 (1/2") | 378.42 | 64.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.53 (3/8") | 167.40 | 56.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.35 (1/4") | 265.63 | 43.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.76 (No.4) | 142.06 | 37.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 (No.10) | 201.84 | 27.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.84 (No.20) | 101.21 | 22.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.42 (No.40) | 109.90 | 17.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 (No.60) | 72.94 | 14.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.149 (No.100) | 61.94 | 11.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.074 (No.200) | 61.61 | 8.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sedimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tam. partículas (mm) | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Cápsula No.</td><td>19R</td></tr> <tr><td>Cáp. + muestra seca</td><td>2134.25</td></tr> <tr><td>Peso de la muestra</td><td>2118.51</td></tr> <tr><td>Descripción del suelo</td><td>Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café</td></tr> <tr><td>Preparación / Pretratamiento</td><td>según ASTM D422</td></tr> <tr><td rowspan="3">Proporciones de la muestra</td><td>Gujarros / boleos</td><td>-</td></tr> <tr><td>% Grava</td><td>62.90</td></tr> <tr><td>% Arena</td><td>28.70</td></tr> <tr><td></td><td>%Finos</td><td>8.40</td></tr> <tr><td>D10</td><td>0.12</td><td>Cu</td><td>91.4</td></tr> <tr><td>D30</td><td>2.7</td><td>Cc</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>D60</td><td>10.97</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td colspan="3" style="text-align: center;">G MAL GRADUADA (P)</td></tr> </table> | | Cápsula No. | 19R | Cáp. + muestra seca | 2134.25 | Peso de la muestra | 2118.51 | Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | % Grava | 62.90 | % Arena | 28.70 | | %Finos | 8.40 | D10 | 0.12 | Cu | 91.4 | D30 | 2.7 | Cc | 5.5 | D60 | 10.97 | | | Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | 19R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáp. + muestra seca | 2134.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra | 2118.51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación / Pretratamiento | según ASTM D422 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proporciones de la muestra | Gujarros / boleos | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Grava | 62.90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | % Arena | 28.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | %Finos | 8.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D10 | 0.12 | Cu | 91.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D30 | 2.7 | Cc | 5.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D60 | 10.97 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | G MAL GRADUADA (P) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Operador</td><td>I.C.</td><td rowspan="4" style="text-align: right;">hoja 1 de 1</td></tr> <tr><td>Revisó</td><td>L.O.</td></tr> <tr><td>Aprobó</td><td>M.G.</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>27/06/2015</td></tr> </table> | | Operador | I.C. | hoja 1 de 1 | Revisó | L.O. | Aprobó | M.G. | Fecha | 27/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador | I.C. | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | L.O. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | M.G. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | 27/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
411/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LÍMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 23/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-----------------------------|--|-----------------------|----------------|------|---|-----------------|-----------------------|----|-----------------------|---|--------------------|-----------------------|-----|---|-----------------------|----|--|--|-----------------------|----|--|--|---------|-----------------|--|--|----|---|--|--|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliete | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No | | | | Sondeo | km 27+120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: 20 DE NOVIEMBRE-INSURGENTES SUR | | | Tipo | Cala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Muestra | Centro vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Prof. (m) | Base de vía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 22/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Báscula No. | 1 | Temp. de secado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 110 | °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de golpes | N | 38 | 28 | 17 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 196 | 175 | 283 | 264 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 26.88 | 29.52 | 32.00 | 27.51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 34.74 | 38.53 | 40.95 | 38.86 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 33.36 | 36.90 | 39.26 | 35.01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 21.30 | 22.09 | 23.20 | 24.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula No. | | 185 | 165 | Cápsula No. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la cápsula | g | 25.95 | 20.08 | Peso de la cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 47.86 | 42.36 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 45.29 | 39.75 | Peso del suelo seco+cápsula | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 13.29 | 13.27 | Contenido de agua | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Promedio | 13.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Altura</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D_{superior}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D_{medio}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D_{inferior}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D_{promedio}</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>cm³</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ws</td><td>g</td><td></td><td></td></tr> </table> | | Altura | cm | | | D _{superior} | cm | | | D _{medio} | cm | | | D _{inferior} | cm | | | D _{promedio} | cm | | | Volumen | cm ³ | | | Ws | g | | |
| | | | | Altura | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D _{superior} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D _{medio} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D _{inferior} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D _{promedio} | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ws | g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr><td>Limite liquido</td><td>22.4</td><td>%</td></tr> <tr><td>Limite plástico</td><td>13.3</td><td>%</td></tr> <tr><td>Limite de contracción</td><td>-</td><td>%</td></tr> <tr><td>Índice de plasticidad</td><td>9.1</td><td>%</td></tr> <tr><td>Clasificación SUCS</td><td>CL</td><td></td></tr> </table> | | Limite liquido | 22.4 | % | Limite plástico | 13.3 | % | Limite de contracción | - | % | Índice de plasticidad | 9.1 | % | Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | |
| Limite liquido | 22.4 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limite plástico | 13.3 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limite de contracción | - | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de plasticidad | 9.1 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación SUCS | CL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Operador | J.S. Fecha 22/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Revisó | L.O. Fecha 23/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Aprobó | M.G. Fecha 23/06/2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
412/497

14.26 Resultados de los ensayos pk 27+350

ADIC INGENIERÍA

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 27+350
MÉXICO D.F.

07 de julio 2015



GEOTEC, S.A. DE C.V.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
413/497

REPORTE DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES
REALIZADOS EN UN TRAMO DE TUNEL DE LA
LÍNEA 12 DEL METRO.
KM 27+350
MÉXICO D.F.

07 de julio 2015

Realizado por:
Geotec, S.A. de C.V.

Para:
ADIC INGENIERÍA

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
414/497



1. INTRODUCCIÓN

Se presenta el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que a solicitud, de la Empresa ADIC INGENIERIA, realizó GEOTEC, S. A. de C. V., en calas realizadas en varios Tramos del túnel de la Línea 12.

Las muestras fueron traídas al laboratorio de GEOTEC, el 19 de junio de 2015.

En el Inciso 2 se describen y relacionan las pruebas realizadas.

Se incluyen los registros de laboratorio con los resultados de las pruebas.

2. ENSAYES DE LABORATORIO

Las muestras corresponden a la cala realizada por ADIC, en el KM 27+350, del Tramo 20 de Noviembre – Insurgentes Sur.

En la cala del KM 27+350, Centro de vía, se extrajo muestra integral de la base de relleno; se le realizaron los siguientes ensayos:

- a) Obtención en "situ" del peso volumétrico, mediante el procedimiento Cono de Arena.
- b) Clasificación visual y al tacto

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

- c) Contenido natural de agua w.
- d) Límites de consistencia *LL*, *LP*.
- e) Granulometría por mallas.
- f) Compactación AASHTO modificada, equivalente de arena y valor relativo de soporte VRS.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se resumen a continuación.

Atentamente

GEOTEC, S.A. DE C.V.

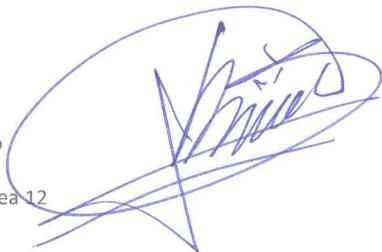
Ing. Mabel García C.
Jefe de Proyecto

México, D.F., 07 de julio, 2015

GEOTEC S.A. de C.V.
Julio, 2015

Londres 44, Coyoacán, México D.F.
Tel. 56 88 29 99 - 56 88 20 53
email: geotec@prodigy.net.mx

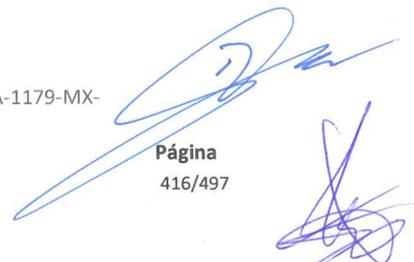
Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
416/497



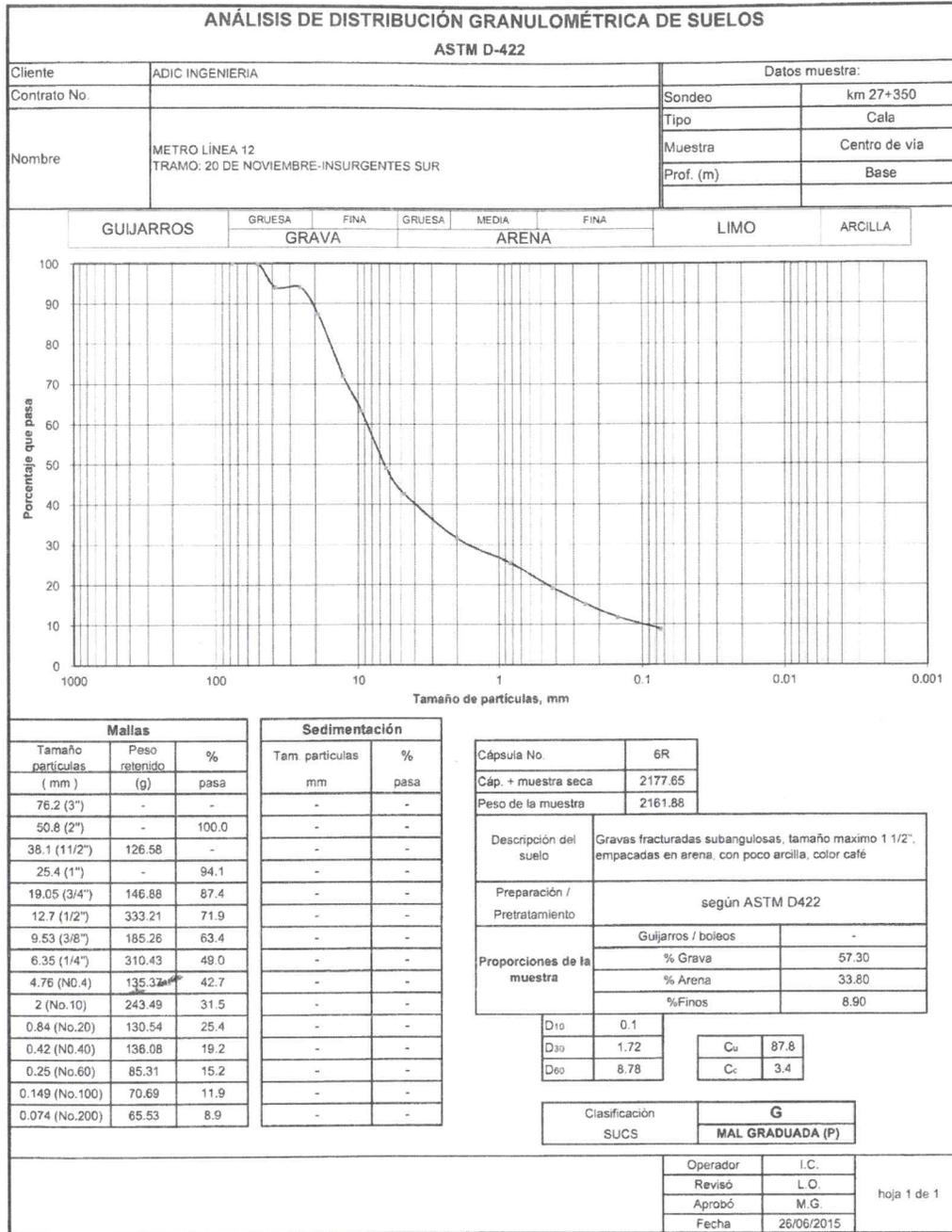
Determinación del peso volumetrico "in situ" (Cono de Arena)

| | |
|--------------|--|
| Ciudad | ADIC INGENIERIA |
| Contrato No. | METRO LINEA 12 |
| Nombre | TRAMO: 20 DE NOVIEMBRE-INSURGENTES SUR |

Sondeo CALAS

| Cala | Peso material húmedo gr | Peso de cono + arena (Inicial) gr | Peso de arena en cono (inferior) gr | Peso de cono + arena sobrante gr | Peso de arena en la cavidad gr | Densidad de arena gr/cm ³ | Volumen de la cavidad cm ³ | γ_m gr/cm ³ |
|----------------|----------------------------|--|---|---|---|--|---|----------------------------------|
| cala km 27+350 | 2527.41 | 7088.00 | 2160.33 | 2947.00 | 1981.67 | 1.40 | 1415.48 | 1.79 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Cala | Capsula # | W _m gr | W _{seco} gr | W _{agua} gr | W _{ara} gr | W _{hseca} gr | W _(con-agua) % | γ_o (γ_d/w) gr/cm ³ |
|----------------|--------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|--|
| cala km 27+350 | 352 | 358.88 | 346.31 | 12.57 | 120.44 | 225.87 | 5.60 | 1.69 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |



Forma LS-12, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
419/497

| PRUEBA PROCTOR AASHTO MODIFICADA ASTM D-1557 | | | | FORMA LP-02, Rev. 1 | | | |
|---|-------------------------|--------------------------------------|--|---|--------------------------|--|-------|
| | | | | FECHA: 02/07/2015 | | | |
| | | | | HOJA: 1 DE 1 | | | |
| | | | | CONSECUTIVO: | | | |
| Cliente: ADIC INGENIERIA Contrato No: Nombre: METRO LINEA 12 TRAMO: 20 DE NOVIEMBRE - INSURGENTES SUR | | | | Datos muestra: Sondeo: KM 27+350 Tipo: CALA Muestra: Centro via Prof. (m): Prof. media (m): | | | |
| Descripción del suelo: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño maximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | | | | Fecha de ejecución: 02/07/2015 | | | |
| Equipo de prueba: | | Molde No. 1 | Volumen del cilindro V_{cil} : 3224.50 cm^3 | Golpes por capa N: 56 | | | |
| | | | Peso del cilindro W_{cil} : 5267.00 g | Número de capas n: 5 | | | |
| | | Peso del pisón 4.55 kg | Altura de caída del pisón 45.60 cm | Energía de compactación 18.03 $(kg\ cm)^3$ | | | |
| Contenido de agua | | | | | | | |
| Prueba No. | Cápsula No. | $w_h + c$ (g) | $w_s + c$ (g) | w_c (g) | w_a (g) | w_s (g) | w (%) |
| 1 | 662 | 350.19 | 337.85 | 119.57 | 12.3 | 218.3 | 5.7 |
| 2 | 585 | 365.79 | 348.48 | 121.73 | 17.3 | 226.8 | 7.6 |
| 3 | 597 | 377.87 | 356.26 | 121.76 | 21.6 | 234.5 | 9.2 |
| 4 | 711 | 409.32 | 381.76 | 119.69 | 27.6 | 262.1 | 10.5 |
| 5 | 695 | 398.69 | 370.00 | 119.59 | 28.7 | 250.4 | 11.5 |
| Peso volumétrico seco | | | | | | | |
| Prueba No. | $W_{mo} + W_{cil}$ (kg) | W_{mh} (kg) | $1 / (1+w)$ | PVH (kg / m^3) | PVS (kg / m^3) | | |
| 1 | 11659 | 6592 | 0.95 | 2044 | 1935 | Peso volumétrico seco máximo PVSM = 2,040 kg/m^3 | |
| 2 | 12159 | 6892 | 0.93 | 2137 | 1986 | Contenido de agua óptimo $w_o =$ 9.5 % | |
| 3 | 12448 | 7181 | 0.92 | 2227 | 2039 | | |
| 4 | 12384 | 7117 | 0.90 | 2207 | 1997 | | |
| 5 | 12239 | 6972 | 0.90 | 2162 | 1940 | | |
| <p style="text-align: center;">Peso volumétrico seco, PVS, en kg/m^3</p> <p style="text-align: center;">Contenido de agua, w, en %</p> | | | | | | | |
| | | | | Operador: J.J. | Fecha: 02/07/2015 | | |
| | | | | Revisó: L.O. | Fecha: 05/07/2015 | | |
| | | | | Aprobó: M.G. | Fecha: 05/07/2015 | | |
| | | | | hoja 1 de 1 | | | |

Forma LP-02, Rev. 1

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
420/497

| LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, LIMITE DE CONTRACCIÓN E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-4318 | | | | FECHA: 06/07/2015 | | |
|---|---|-------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|---------|
| | | | | PÁGINA: 1 DE 1 | | |
| Cliente | ADIC INGENIERIA | | | Datos muestra: | | |
| Contrato No | | | | Sondeo | km 27+350 | |
| Nombre | METRO LINEA 12 TRAMO: 20 DE NOVIEMBRE - INSURGENTES SUR | | | Tipo | Cala | |
| | | | | Muestra | Centro via | |
| | | | | Prof. (m) | Base de via | |
| Descripción del suelo | Arcilla de baja plasticidad, CL, color café, con arena fina | | | Fecha de ejecución | | |
| Equipo de prueba | Copa No. | 1 | Malla de referencia: No. 40 | Horno No. | 1 | |
| | Báscula No. | | 1 | Temp. de secado | 110 °C | |
| LÍMITE LÍQUIDO | Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Número de golpes | N | 43 | 31 | 21 | 10 | |
| Cápsula No. | | 238 | 237 | 269 | 335 | |
| Peso de la cápsula | g | 26.44 | 31.01 | 25.28 | 25.30 | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 33.62 | 39.05 | 32.15 | 33.89 | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 32.24 | 37.54 | 30.79 | 32.09 | |
| Contenido de agua | % | 22.07 | 23.12 | 24.68 | 26.51 | |
| LÍMITE PLÁSTICO | Prueba No. | 1 | 2 | LÍMITE DE CONTRACCIÓN | | |
| Cápsula No. | | 181 | 192 | Cápsula No. | | |
| Peso de la cápsula | g | 26.20 | 25.83 | Peso de la cápsula | g | |
| Peso del suelo húmedo+cápsula | g | 48.12 | 47.92 | Peso suelo húmedo+cápsula | g | |
| Peso del suelo seco+cápsula | g | 45.53 | 45.32 | Peso del suelo seco+cápsula | g | |
| Contenido de agua | % | 13.40 | 13.34 | Contenido de agua | % | |
| | Promedio | 13.4 | | | | |
| | | | | Altura | cm | |
| | | | | Dsuperior | cm | |
| | | | | Dmedio | cm | |
| | | | | Dinferior | cm | |
| | | | | Dpromedio | cm | |
| | | | | Volumen | cm ³ | |
| | | | | Ws | g | |
| | | | | | | inicial |
| Límite líquido | | 23.9 | % | | | |
| Límite plástico | | 13.4 | % | | | |
| Límite de contracción | | - | % | | | |
| Índice de plasticidad | | 10.5 | % | | | |
| Clasificación SUCS | | CL | | | | |
| Operador | J.S. | Fecha | 03/07/2015 | | | |
| Revisó | L. O. | Fecha | 06/07/2015 | | | |
| Aprobó | M.G. | Fecha | 06/07/2015 | | | |
| hoja 1 de 1 | | | | | | |

Forma LS-11, Rev.2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
421/497

| | | | |
|---|--|---------------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS SRH (1970) | | FORMA LS-13, Rev. 3 | |
| | | FECHA: 30/06/2015 | |
| | | PAG: 1 DE: 1 | |
| | | CONSECUTIVO: | |
| Cliente: | ADIC INGENIERIA | Datos muestra: | |
| Contrato No.: | | Sondeo: | Km 27+350 |
| Obra y sitio: | METRO LÍNEA 12 TRAMO: 20 DE NOVIEMBRE - INSURGENTES SUR | Tipo: | Cala |
| | | Muestra: | 1 int. (centro de vía) |
| | | Prof. (m): | --- |
| | | Prof. media (m): | --- |

| | | | | | | | |
|-------------|--------|------|--------|-------|------|------|---------|
| GUIJARROS | GRUESA | FINA | GRUESA | MEDIA | FINA | LIMO | ARCILLA |
| GRAVA ARENA | | | | | | | |

Porcentaje que pasa

| Mallas | | | DATOS PARA PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELO | | |
|------------------------|-------------------|--------|--|--------|--------------------|
| Tamaño partículas (mm) | Peso retenido (g) | % pasa | | | |
| 76.2 (3") | - | - | wcilindro + mat = | 19,360 | gr |
| 50.8 (2") | - | 100.0 | wcilindro = | 3,392 | gr |
| 38.1 (1 1/2") | 58.00 | 99.6 | wmaterial = | 15,968 | gr |
| 25.4 (1") | 250.00 | 98.1 | Volumen = | 9,690 | cm ³ |
| 19.05 (3/4") | 1503.00 | 88.7 | | | |
| 12.7 (1/2") | 2460.00 | 73.3 | Altura del cil = | 19.90 | cm |
| 9.53 (3/8") | 1861.00 | 61.6 | Altura faltante = | 0.00 | cm |
| 6.35 (1/4") | 1959.00 | 49.3 | | | |
| 4.76 (No.4) | 1281.00 | 41.3 | γ _{ds} = | 1,648 | kg/cm ³ |
| 2 (No.10) | 38.86 | 33.3 | γ _{ds} = | 1.65 | g/cm ³ |
| 0.84 (No.20) | 34.16 | 26.2 | | | |
| 0.42 (No.40) | 33.12 | 19.4 | | | |
| 0.25 (No.60) | 19.26 | 15.4 | | | |
| 0.149 (No.100) | 19.38 | 11.4 | | | |
| 0.074 (No.200) | 14.10 | 8.5 | | | |

| | |
|--|---------|
| Peso de la muestra usado hasta la malla No. 4 | 15968 g |
| Peso de la muestra usado después de la malla No. 4 | 200 g |

| | | |
|------------------------------|---|------|
| Descripción del suelo | Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café | |
| Preparación / Pretratamiento | según SRH (1970) | |
| Proporciones de la muestra | Guijarros / boleas | - |
| | % Grava | 58.7 |
| | % Arena | 32.8 |
| | % Finos | 8.5 |

| | | | |
|-----------------|------|----------------|-------|
| D ₁₀ | 0.11 | C _u | 82.82 |
| D ₃₀ | 1.46 | C _c | 2.1 |
| D ₆₀ | 9.11 | | |

| | |
|--------------------|--------------|
| Clasificación SUCS | GW-GC |
|--------------------|--------------|

| | | |
|-----------|------------|-------------|
| Operador: | J.J. | hoja 1 de 1 |
| Revisó: | L.O. | |
| Aprobó: | M.G. | |
| Fecha: | 30/06/2015 | |

Forma LS-13, Rev. 3

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
422/497

DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA

Cliente
Contrato No. ADIC INGENIERIA

Nombre METRO LÍNEA 12
TRAMO: 20 DE NOVIEMBRE - INSURGENTES SUR

Sondeo CALAS

Sondeo: Km 27+350 (centro via) Muestra: Integral Profundidad: Base de via Fecha: 01/07/2015 Operador: J.J. Aprobó: M.G.

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1 | 8.00 | 6.90 | 6.8 | 2.50 | 2.55 | 37.50 | |
| 2 | 10.00 | 6.70 | | 2.60 | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Sondeo: Muestra: Profundidad: Fecha: Operador: Aprobó:

| Ensaye No. | Tiempo (min.) | Lectura de Arcilla | Promedio de Arcilla | Lectura de Arena | Promedio de Arena | % E.A | Observaciones |
|------------|---------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | | | | | |

Metro d

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
423/497

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS O CBR)

Obra: Metro línea 12 Tramo: 20 de Noviembre - Insurgentes Sur
Sitio: Km 27+350 (centro de vía)
Operador: J. Salazar
Calculó: R. Flores

Muestra: 1-integral
Pozo: Cala
Prof: Base m
Fecha: 04-jul-15

Datos del molde.

Número: 2
 Diámetro: 6 pulg

Datos del anillo.

Constante: 8.35

Datos de la prueba.

Peso mat + molde: 9,457.00 g
 Peso del molde: 50.27 g
 Peso húmedo: 9,406.73 g
 Peso seco: 8,693.61 g

Agua agregada: 320 cm³
 Altura molde: 17.76 cm
 Altura faltante: 6.02 cm
 Altura material: 11.74 cm

Area del molde: 181.70 cm²
 Volumen del molde: 2,133.12 cm³

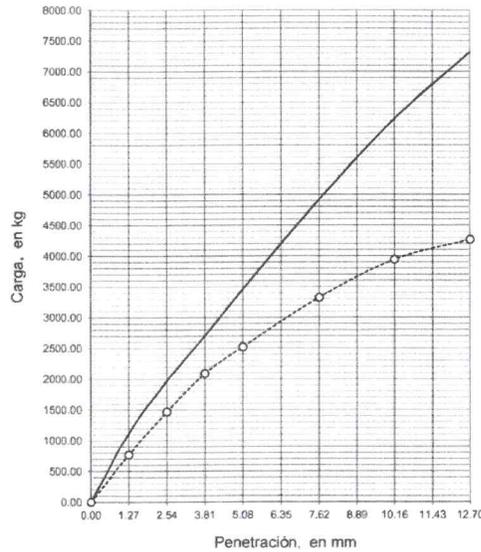
Peso vol. húmedo: 4,410 kg/m³
Peso vol. seco: 4,083 kg/m³

Contenido de agua.

No de cápsula: 17
 Peso de cápsula: 80.78 g
 Wm + cápsula: 453.03 g
 Ws + cápsula: 424.81 g
 Contenido de agua: 8.2 %

Expansión libre 6 "

Lectura inicial: 3.400 mm
 Lectura final: 3.400 mm
 % de expansión: 0.00 %



— VRS natural: 171 %
 - - - VRS saturado: 125 %

| Penetración (mm) | Muestra sin saturar | | | | | Muestra saturada | | | | |
|------------------|---------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|
| | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) | Anillo (div.) | Carga (kg) | Carga eq. (kg) | Pres. PT (kg/cm ²) | V.R.S. (%) |
| 1.27 | 134 | 1118.9 | 758.13 | 39.55 | 147.6 | 92 | 768.20 | 758.13 | 39.55 | 101.3 |
| 2.54 | 236 | 1970.6 | 1,347.79 | 70.31 | 146.2 | 176 | 1,469.60 | 1,347.79 | 70.31 | 109.0 |
| 3.81 | 323 | 2697.1 | 1,768.97 | 92.28 | 152.5 | 250 | 2,087.50 | 1,768.97 | 92.28 | 118.0 |
| 5.08 | 414 | 3456.9 | 2,021.68 | 105.46 | 171.0 | 302 | 2,521.70 | 2,021.68 | 105.46 | 124.7 |
| 7.62 | 589 | 4918.2 | 2,560.79 | 133.58 | 192.1 | 398 | 3,323.30 | 2,560.79 | 133.58 | 129.8 |
| 10.16 | 746 | 6229.1 | 3,099.91 | 161.71 | 200.9 | 472 | 3,941.20 | 3,099.91 | 161.71 | 127.1 |
| 12.70 | 876 | 7314.6 | 3,504.24 | 182.80 | 208.7 | 511 | 4,266.85 | 3,504.24 | 182.80 | 121.8 |

Observaciones:

Clasificación: Gravas fracturadas subangulosas, tamaño máximo 1 1/2", empacadas en arena, con poco arcilla, color café

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
424/497

14.27 Reporte Final Concreto Km 24 + 910-25+240



Instituto Mexicano del
Cemento y del Concreto, A.C.

| INFORME DE PRUEBAS DE LABORATORIO | | |
|--|--|-------------------|
| Nombre del cliente: | GEOTEC, S.A. DE C.V. | |
| Dirección: | Londres 44, Coyoacán C.P. 04100 México, Distrito Federal | |
| Obra: | METRO LINEA 12, TRAMO PARQUE DE LOS VENADOS - EJE CENTRAL | |
| Orden de Trabajo N°: | 713 | |
| Informe Técnico N°: | 195 | |
| Fecha recepción: | 2015-04-30 | |
| Fecha ensaye: | 2015-05-11 | |
| Descripción de muestras: | Dos núcleos de concreto de 2 1/4" (5,72 cm) de diámetro | |
| Pruebas realizadas: | Ensaye a compresión simple de dos núcleos de concreto | |
| Resultados: | Ver hojas anexas | |
| * Referencias: | NMX-C-083-ONNCCE-2002; NMX-C-109-ONNCCE-2010; NMX-C-169-ONNCCE-2009 | |
| Condiciones Ambientales: | Temperatura: | 22.4 °C |
| | Humedad relativa: | 32.0 % |
| Procedimientos Utilizados: | PO-GTLCO-006; PO-GTLCO-007; PO-GTLCO-010 | |
| * Acreditación No. C-053-038/11 Vigencia a partir del: 2011-03-24 | | |
| Realizó (Nombre y Cargo): | Revisó (Nombre, Firma y Cargo): | Fecha de emisión: |
| Abraham Comejo Garcia Técnico(a) Laboratorio de Concreto | José Mario Alberto Hernandez Jefe Laboratorio de Concreto | 2015-05-11 |
| | | Hoja N° 1 de 2 |

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización escrita del IMCYC.
Los resultados de presente informe corresponden exclusivamente a las muestras e ensayados.
Fecha: 07/07/2015

PO-GTLCO-100
Versión 01

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
425/497



| ENSAYE A COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS EXTRAIDOS DE CONCRETO HIDRAULICO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|--------|------------|------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| Orden de Trabajo No. 713 | | | | | Informe Técnico No. 195 | | | | | Hoja No. 2 de 2 | | | | | | |
| Cliente: GEOTEC, S.A. DE C.V. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ubicación: METRO LINEA 12, TRAMO PARQUE DE LOS VENADOS - EJE CENTRAL | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificación | Dámetro | Altura | Altura | Relación | Factor de | Area | Volumen | Mass | Mass | Carga Máxima | Resistencia Corregida | Resistencia Promedio | | | | |
| Cliente | IMCYC | cm | sin | con | Corrección | cm ² | cm ³ | g | kg/m ³ | kg | kN | kg/cm ² | MPa | kg/cm ³ | MPa | |
| No. | Extracción No. | cm | Cabezas cm | Cabezas cm | H/D | Corrección | cm ² | cm ³ | g | kg/m ³ | kg | kN | kg/cm ² | MPa | kg/cm ³ | MPa |
| 1 | 283 B / 01 | 5.73 | 9.82 | 10.20 | 1.78 | 0.9912 | 25.8 | 255.4 | 512.50 | 2.022 | 7.620 | 74.7 | 293 | 28.7 | - | - |
| 2 | 283 B / 02 | 5.73 | 9.88 | 10.10 | 1.76 | 0.9904 | 25.8 | 249.7 | 507.50 | 2.032 | 7.700 | 75.5 | 295 | 29.0 | - | - |

| DATOS COMPLEMENTARIOS | | Resistencia especificada, kg/cm ² | |
|-----------------------|--|--|--|
| Elementos: | | - | |
| | | Resistencia especificada, MPa | |
| | | - | |
| | | Edad de garantía del concreto, días | |
| | | - | |
| | | Tamaño máximo nominal del agregado, mm | |
| | | - | |
| Curado del espécimen: | | 7 (siete) días en seco de acuerdo a lo especificado en la NMX-C-169-ONNOCCE-2009 | |
| | | Fecha de extracción: 2015-04-30 | |
| | | Fecha de recorte: 2015-05-04 | |
| | | Fecha de ensayo: 2015-05-11 | |
| Observaciones: | | LA EXTRACCION Y PROCEDENCIA DE LOS ESPECIMENES NO FUE RESPONSABILIDAD DEL IMCYC | |
| Identificación: | | 283B/01 km 24+910 | |
| | | 283B/02 km 25+240 | |
| Referencias: | | Normas Mexicanas NMX-C-083-ONNOCCE-2002, NMX-C-109-ONNOCCE-2010 y NMX-C-169-ONNOCCE-2009 | |
| Equipo: | | LCO-001-01, LCO-002-XX, LCO-009-17, LCO-011-15, LCO-017-02, LCO-051-01, LCO-068-02 | |
| Realizó: | | A.C.G. | |
| Revisó: | | Ing. Mario A. Hernández | |
| Fecha: | | 2015-05-11 | |

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización escrita del IMCYC.
Los resultados del presente informe corresponden exclusivamente a la(s) muestra(s) ensayada(s).
FIG-07LCO-003

FIG-07LCO-003
Versión 07

14.28 Reporte Final Concreto Km 24 + 423



Instituto Mexicano del
Cemento y del Concreto, A.C.

| INFORME DE PRUEBAS DE LABORATORIO | | |
|---|--|-------------------|
| Nombre del cliente: | GEOTEC, S. A. DE C. V. | |
| Dirección: | Calle. Londres N° 44 Col. Del Carmen C.P. 04100 Coyoacan, DF. | |
| Obra: | METRO LINEA 12, | |
| Orden de Trabajo N°: | 751 | |
| Informe Técnico N°: | 207 | |
| Fecha recepción: | 2015-05-11 | |
| Fecha ensayo: | 2015-05-19 | |
| Descripción de muestras: | Un núcleo de concreto. | |
| Pruebas realizadas: | Ensayo a compresión simple de un núcleo de concreto | |
| Resultados: | Ver hojas anexas | |
| * Referencias: | NMX-C-083-ONNCCE-2002; NMX-C-109-ONNCCE-2010; NMX-C-169-ONNCCE-2009 | |
| Condiciones Ambientales: | Temperatura: | 25.3 °C |
| | Humedad relativa: | 23.0 % |
| Procedimientos Utilizados: | PO-GTLC0-006; PO-GTLC0-007; PO-GTLC0-010 | |
| * Acreditación No. C-053-039/11, Vigencia a partir del 2011-03-24 | | |
| Realizó (Nombre y Cargo): | Revisó (Nombre, Firma y Cargo): | Fecha de emisión: |
| Claudio Rentería Valdez Técnico(s) Laboratorio de Concreto | Ing. Mario Alberto Hernández Jefe Laboratorio de Concreto | 2015-05-19 |
| | | Hoja N° 1 de 2 |

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización escrita del IMCYC.
Los resultados del presente informe corresponden exclusivamente a las (muestras) ensayadas(s).
PO-GTLC0-100.pdf

FIG-GTLC0-100
Versión 01

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
427/497



| ENSAYE A COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS EXTRAIDOS DE CONCRETO HIDRAULICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|-------------|-------------------------|------------|-----------------|-----------------|--------|-------------------|--|-----------------------|----------------------|------|--------------------|-----|------------------|----|--|--|--|--|
| Orden de Trabajo No. 751 | | | | | Informe Técnico No. 207 | | | | | Hoja No. 2 de 2 | | | | | | | | | | | | |
| Cliente GEOTEC, S.A. DE C.V. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ubicación METRO LINEA 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificación | | Diametro | Altura sin | Altura con | Relación | Factor de | Área | Volumen | Masa | Masa Volumétrica | Carga Máxima | Resistencia Corregida | Resistencia Promedio | | | | | | | | | |
| No. | Resumen No. | cm | Cabezas, cm | Cabezas, cm | H/D | Corrección | cm ² | cm ³ | g | kg/m ³ | kg | kN | kg/cm ² | MPa | kg/cm ² | MPa | | | | | | |
| 1 | 295/01 | 5.07 | 9.95 | 10.32 | 1.02 | 0.9750 | 25.2 | 250.7 | 521.20 | 2.079 | 7.820 | 76.7 | 303 | 29.7 | - | - | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS COMPLEMENTARIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elementos - | | | | | | | | | | | Resistencia especificada, kg/cm ² | | | | | | - | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Resistencia especificada, MPa | | | | | | - | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Edad de garantía del concreto, días | | | | | | - | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Tamaño máximo nominal del agregado, mm | | | | | | - | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Fecha de extracción | | | | | | - | | | | | |
| Curado del espécimen 7 (siete) días en seco de acuerdo a lo especificado en la <u>MX-C-169-ONNOCCE-2009</u> | | | | | | | | | | | Fecha de recorte | | | | | | 2015-05-12 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Fecha de ensayo | | | | | | 2015-05-19 | | | | | |
| Observaciones LA EXTRACCION Y PROCEDENCIA DE LOS ESPECIMENES NO FUE RESPONSABILIDAD DEL IMCYC | | | | | | | | | | | Temperatura | | | | | | 25.3 | °C | | | | |
| Identificación M-295/01 Km 24+423 | | | | | | | | | | | Humedad Relativa | | | | | | 23.0 | % | | | | |
| Referencias Normas Mexicanas <u>MX-C-083-ONNOCCE-2002</u> , <u>MX-C-109-ONNOCCE-2010</u> y <u>MX-C-169-ONNOCCE-2009</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo <u>LCO-001-01; LCO-002-01; LCO-009-1T; LCO-011-15; LCO-017-02; LCO-051-01; LCO-059-02</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realizó C.R.V. | | | | | | | | | | | Revisó Ing. Mario A. Hernández | | | | | | Fecha 2015-05-19 | | | | | |

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento, sin la autorización escrita del IMCYC.
Los resultados del presente informe corresponden exclusivamente a la(s) muestra(s) ensayada(s).
FIG-GT.LCO-303.es

FIG-GT.LCO-303
Versión 01

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
428/497

14.29 Reporte Final Concreto Km 21+530



Instituto Mexicano del
Cemento y del Concreto, A.C.

| INFORME DE PRUEBAS DE LABORATORIO | | |
|--|--|-------------------|
| Nombre del cliente: | GEOTEC, S. A. DE C. V. | |
| Dirección: | Calle. Londres N° 44 Col. Del Carmen C.P. 04100 Goyoacan, DF. | |
| Obra: | METRO LINEA 12. | |
| Orden de Trabajo N°: | 1091 | |
| Informe Técnico N°: | 321 | |
| Fecha recepción: | 2015-06-26 | |
| Fecha ensayo: | 2015-07-03 | |
| Descripción de muestras: | Un núcleo de concreto de 2 1/4" de diametro. | |
| Pruebas realizadas: | Ensayo a compresión simple de un núcleo de concreto | |
| Resultados: | Ver hojas anexas | |
| * Referencias: | NMX-C-083-ONNCCE-2002; NMX-C-109-ONNCCE-2010; NMX-C-169-ONNCCE-2009 | |
| Condiciones Ambientales: | Temperatura: | 22.3 °C |
| | Humedad relativa: | 45.0 % |
| Procedimientos Utilizados: | PO-GTLCO-006; PO-GTLCO-007; PO-GTLCO-010 | |
| * Acreditación No. C-353-038/11. Vigencia a partir del: 2011-03-24 | | |
| Realizó (Nombre y Cargo): | Revisó (Nombre, Firma y Cargo): | Fecha de emisión: |
| Abraham Cornejo Garcia Técnico(s) Laboratorio de Concreto | Ing. Mario Alberto Hernández Jefe Laboratorio de Concreto | 2015-07-03 |

Prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización escrita del IMCYC.
Los resultados del presente informe corresponden exclusivamente a la(s) muestra(s) ensayada(s).
FIG-GTLCO-100 rev

FIG-GTLCO-100
Versión 01

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
429/497

| ENSAYE A COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS EXTRAIDOS DE CONCRETO HIDRAULICO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|-------------------------|------------|-----------------|-----------------|--------|--|-----------------------|----------------------|--------------------|------|--------------------|-----|
| Orden de Trabajo No. 1091 | | | | | Informe Técnico No. 321 | | | | | Hoja No. 2 de 2 | | | | | | |
| Cliente: GEOTEC, S.A. DE C.V. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ubicación: METRO LINEA 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificación | Diámetro | Altura sin | Altura con | Relación | Factor de | Área | Volumen | Masa | Masa | Carga Máxima | Resistencia Corregida | Resistencia Promedio | | | | |
| Cilindro | IMC/C | cm | Cabezas cm | Cabezas cm | H/D | Corrección | cm ² | cm ³ | g | kg/m ³ | kg | kN | kg/cm ² | MPa | kg/cm ² | MPa |
| No. | Examen No. | cm | Cabezas cm | Cabezas cm | H/D | Corrección | cm ² | cm ³ | g | kg/m ³ | kg | kN | kg/cm ² | MPa | kg/cm ² | MPa |
| - | 405401 | 5.72 | 10.08 | 10.55 | 1.84 | 0.9906 | 25.7 | 259.1 | 533.00 | 2.057 | 7.440 | 73.0 | 288 | 28.2 | - | - |
| DATOS COMPLEMENTARIOS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elementos: | | | | | | | | | | Resistencia especificada, kg/cm ² | | - | | | | |
| | | | | | | | | | | Resistencia especificada, MPa | | - | | | | |
| | | | | | | | | | | Edad de garantía del concreto, días | | - | | | | |
| | | | | | | | | | | Tamaño máximo nominal del agregado, mm | | - | | | | |
| | | | | | | | | | | Fecha de extracción | | - | | | | |
| Curado del espécimen: T (sele) días en seco de acuerdo a lo especificado en la <u>NMX-C-189-ONNCEE-2009</u> | | | | | | | | | | Fecha de recorte | | 2015-06-26 | | | | |
| | | | | | | | | | | Fecha de ensayo | | 2015-07-03 | | | | |
| Observaciones: LA EXTRACCION Y PROCEDENCIA DE LOS ESPECIMENES NO FUE RESPONSABILIDAD DEL IMC/C | | | | | | | | | | Temperatura | | 22.5 °C | | | | |
| Identificación: M-405401, Km 21 + 530 PROF. 0.50 - 0.25m | | | | | | | | | | Humedad Relativa | | 45.0 % | | | | |
| Referencias: Normas Mexicanas NMX-C-083-ONNCEE-2002, NMX-C-109-ONNCEE-2010 y NMX-C-189-ONNCEE-2009 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo: LCO-001-01, LCO-002-XX, LCO-009-12, LCO-011-15, LCO-017-09, LCO-051-01, LCO-059-02 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realizó: A.C.G. | | | | | | | | | | Revisó: Ing. Mario A. Hernández | | Fecha: 2015-07-03 | | | | |

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento, sin la autorización escrita del IMC/C.
Los resultados del presente informe corresponden exclusivamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
FIG-GT/CO-003.exe

FIG-GT/CO-003
Versión 07

14.30 Reporte Final Concreto KM 20+130 Y 22+300



Instituto Mexicano del
Cemento y del Concreto, A.C.

| INFORME DE PRUEBAS DE LABORATORIO | | |
|--|--|-------------------|
| Nombre del cliente | GEOTEC, S. A. DE C. V. | |
| Dirección: | Calle. Londres N° 44 Col. Del Carmen C.P. 04100 Coyoacan, DF. | |
| Obra: | METRO LINEA 12. | |
| Orden de Trabajo N° | 987 | |
| Informe Técnico N° | 301 | |
| Fecha recepción: | 2015-06-18 | |
| Fecha ensaye: | 2015-06-25 | |
| Descripción de muestras: | Dos núcleos de concreto de 2 1/4" de diametro. | |
| Pruebas realizadas: | Ensaye a compresión simple de dos núcleo de concreto | |
| Resultados: | Ver hojas anexas | |
| * Referencias: | NMX-C-083-ONNCCE-2002; NMX-C-109-ONNCCE-2010; NMX-C-169-ONNCCE-2009 | |
| Condiciones Ambientales: | Temperatura: | 21.2 °C |
| | Humedad relativa: | 44.0 % |
| Procedimientos Utilizados | PO-GTL-CO-006; PO-GTL-CO-007; PO-GTL-CO-010 | |
| * Acreditación No. C-051-039/11 Vigencia a partir del 2011-03-24 | | |
| Realizó (Nombre y Cargo) | Revisó (Nombre, Firma y Cargo) | Fecha de emisión: |
| Abraham Cornejo Garcia Técnico(s) Laboratorio de Concreto | Ing. Mario Alberto Hernández Jefe Laboratorio de Concreto | 2015-06-25 |
| | | Hoja N° 1 de 2 |

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización escrita de IMCPC.
Los resultados de presente informe corresponden exclusivamente a las muestras ensayadas.
FIG-GTL-CO-100-001

FIG-GTL-CO-100
Versión 01

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
431/497

| ENSAYE A COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS EXTRAIDOS DE CONCRETO HIDRAULICO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|--------|------------|-------------------------|-----------|------------|-----------------|-----------------|--------|--|------------------------|----------------------|--------------------|------|--------------------|-----|
| Orden de Trabajo No. 597 | | | | Informe Técnico No. 301 | | | | Hoja No. 2 de 2 | | | | | | | | |
| Cliente: GEOTEC, S.A. DE C.V. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ubicación: METRO LINEA 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificación | Diámetro | Altura | Altura | Relación | Factor de | Área | Volumen | Masa | Masa | Carga Máxima | Resistencia Comprimida | Resistencia Promedio | | | | |
| No. | Exploración No. | cm | Cabeceo cm | Cabeceo cm | H / D | Corrección | cm ² | cm ³ | g | kg/m ³ | kg | kN | kg/cm ² | MPa | kg/cm ² | MPa |
| - | 38701 | 5.72 | 10.66 | 10.66 | 1.92 | 0.9968 | 25.7 | 274.0 | 560.50 | 2.045 | 7.440 | 73.0 | 289 | 28.3 | - | - |
| - | 38702 | 5.72 | 10.67 | 11.04 | 1.93 | 0.9972 | 25.7 | 274.2 | 557.60 | 2.034 | 6.100 | 59.8 | 237 | 23.2 | - | - |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS COMPLEMENTARIOS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elementos: | | | | | | | | | | Resistencia especificada, kg/cm ² | | - | | | | |
| | | | | | | | | | | Resistencia especificada, MPa | | - | | | | |
| | | | | | | | | | | Edad de garantía del concreto, días | | - | | | | |
| | | | | | | | | | | Tamaño máximo nominal del agregado, mm | | - | | | | |
| Curado del espécimen: 7 (siete) días en seco de acuerdo a lo especificado en la NMX-C-103-ONNICE-2009 | | | | | | | | | | Fecha de extracción | | - | | | | |
| | | | | | | | | | | Fecha de recorte | | 2015-05-18 | | | | |
| | | | | | | | | | | Fecha de ensayo | | 2015-05-25 | | | | |
| Observaciones: LA EXTRACCIÓN Y PROCEDENCIA DE LOS ESPECIMENES NO FUE RESPONSABILIDAD DEL IMCYC | | | | | | | | | | Temperatura | | 21.2 °C | | | | |
| Identificación: M-387/01 Km 20 + 120 PROF. 0.00 - 0.22m | | | | | | | | | | Humedad Relativa | | 44.0 % | | | | |
| M-387/02 Km 22 + 200 PROF. 0.00 - 0.20m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Referencias: Normas Mexicanas NMX-C-263-ONNICE-2002, NMX-C-109-ONNICE-2010 y NMX-C-103-ONNICE-2009 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo: LCO-001-Q1, LCO-002-XX, LCO-009-26, LCO-011-15, LCO-017-09, LCO-051-S1, LCO-059-S2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó: A.C.G. | | | | | | | | | | Revisó: Ing. Mario A. Hernández | | Fecha: 2015-05-25 | | | | |

Prohíbase la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización escrita del IMCYC.
Los resultados del presente informe corresponden exclusivamente a las muestras y ensayos que se realizaron.
FIG-OTLCO-003 rev. 07

FIG-OTLCO-003
rev. 07

14.31 Calibración de los micrómetros

CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
433/497



Informe de Calibración

N° de Informe: G14-2839-01
Fecha de Calibración: 30-julio-14
Fecha de Emisión: 30-julio-14

Cliente:
Nombre: GEOTEC S.A. DE C.V.
Customer:
Dirección: LONDRES NO. 44 COL. DEL CARMEN COYOACAN, C.P. 04100 DELEG. COYOACAN, MEXICO, D.F.
Address:

Instrumento:
Descripción: INDICADOR DE CARATULA
Description:
Marca: MITUTOYO **Modelo:** 2050
Manufacturer: **Model/Type:**
Alcance: 0 a 20,0 mm **No. Serie:** 509557
Range: **Serial Number:**
División mínima: 0,010 mm **Código de Control:** 1-8
Minimum reading: **Control Code:**

Condiciones de Trazabilidad
Patron(es) Utilizado(s):
Descripción: MAGUINA UNIDIMENSIONAL **No. Serie:** 2920
Description: **Serial Number:**
Marca: SIP **Código:** AM-IMD-158
Manufacturer: **Code:**
Trazabilidad: PATRON NACIONAL DE **Fecha de Calibración:** 01-mar-13
Traceability: LONGITUD CNM-PNM-2 **Cal date:**
Calibrado por: CENAM **Proxima Calibración:** 29-feb-16
Calibrated by: **Cal due date:**

Descripción: **No. Serie:**
Description: **Serial Number:**
Marca: **Código:**
Manufacturer: **Code:**
Trazabilidad: **Fecha de Calibración:**
Traceability: **Cal date:**
Calibrado por: **Proxima Calibración:**
Calibrated by: **Cal due date:**

Condiciones de Calibración:
Procedimiento utilizado: AM-DC-04 **Método Utilizado:** Comparación
Procedure employed: **Method employed:**
Temperatura: 20 ± 1 °C **Norma Utilizada:** JIS B7503 1997, ANSI B89.1 10M-1987
Temperature: **Standard employed:**
Resultado de Calibración: VER TABLA **Humedad Relativa:** 45 ± 10% H.R.
Calibration Result: **Relative Humidity:**
Nivel de Confianza: 95% **Incertidumbre(µm):** ± 7,0
Level of confidence: **Uncertainty:**
Factor de Cobertura: 2
Coverage factor:

Responsable de la Medición: Miguel Angel Espinosa Anguiano **Autoriza:** Ing. Julio Ramirez Bonilla
Técnico **Gerente de Laboratorio**

Aseguramiento Metrológico S.A. de C.V.
 Calle Manuel Acuña Lt. 10 Col. Tlalapan, Cuauhtlan, México, 54900
 Tel/Fax 2620 0945, 5754 6433, 5734 3425, 5119 0839



Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
 INF-1
 07/07/2015

Página
 484/497

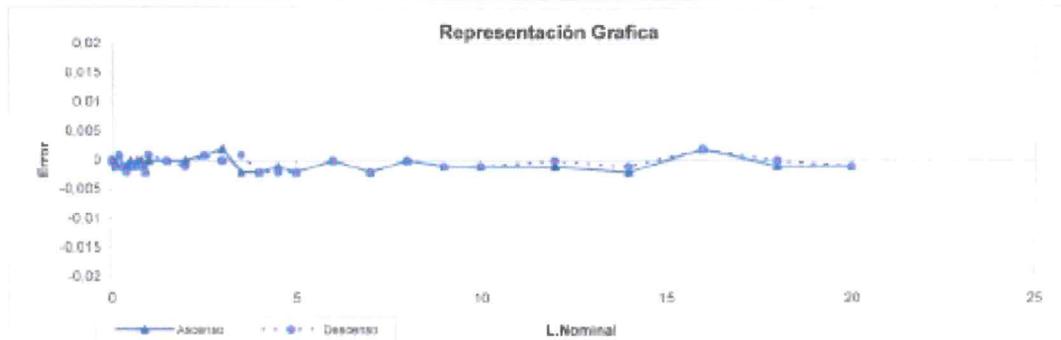
Informe de Calibración

Tabla de Resultados

G14-2839-01

| Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso |
|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 0 | 0,000 | 0,000 | 1,5 | 0,000 | 0,000 | 9 | -0,001 | -0,001 |
| 0,1 | -0,001 | -0,001 | 2 | 0,000 | -0,001 | 10 | -0,001 | -0,001 |
| 0,2 | 0,001 | 0,001 | 2,5 | 0,001 | 0,001 | 12 | -0,001 | 0,000 |
| 0,3 | -0,001 | -0,001 | 3 | 0,002 | 0,000 | 14 | -0,002 | -0,001 |
| 0,4 | -0,001 | -0,002 | 3,5 | -0,002 | 0,001 | 16 | 0,002 | 0,002 |
| 0,5 | 0,000 | -0,001 | 4 | -0,002 | -0,002 | 18 | -0,001 | 0,000 |
| 0,6 | -0,001 | -0,001 | 4,5 | -0,001 | -0,002 | 20 | -0,001 | -0,001 |
| 0,7 | 0,000 | -0,001 | 5 | -0,002 | -0,002 | | | |
| 0,8 | 0,000 | -0,001 | 6 | 0,000 | 0,000 | | | |
| 0,9 | -0,002 | -0,002 | 7 | -0,002 | -0,002 | | | |
| 1 | 0,000 | 0,001 | 8 | 0,000 | 0,000 | | | |

Valores expresados en mm



| Atributos Calibrados | Especificación establecida por norma | Resultado Obtenido | Observaciones |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------|
| Error Adyacente | N/A | N/A | |
| Error a 2 revoluciones | ± 0,010 mm | -0,0020 mm | |
| Error a 10 revoluciones | ± 0,030 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 20 revoluciones | ± 0,040 mm | 0,0020 mm | |
| Error Alcance Total | N/A | N/A | |
| Error Retroceso | 0,003 mm | 0,0030 mm | |
| Repetibilidad | 0,0020 mm | 0,0000 mm | |
| Fuerza de medición | MIN 0,4 N MAX 1,5 N | 1,10 N | |

Información referente al servicio

- 1 - Se realizaron 3 mediciones para cada valor, la lectura medida reportada se obtiene del promedio de las mediciones.
- 2 - Cada valor del error tiene asociado una incertidumbre que es mostrada en la tabla y gráfico.
- 3 - Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado, indicado en este informe bajo las condiciones ambientales del laboratorio.
- 4 - El informe no es válido si presenta tachaduras, enmendaduras, por falta de sello y firmas autorizadas de la compañía.
- 5 - La próxima calibración la establece el programa interno de calibración del usuario.
- 6 - Este documento no debe reproducirse excepto en su totalidad.
- 7 - Este servicio se realizó con acreditación N° 0-56 ante "ema" Acreditación vigente a partir de 2009/04/22. Visite pag. www.ema.org.mx

Responsable de la Medición: Miguel Ángel Espinosa Anguiano
Técnico



Autoriza: Ing. Julio Ramírez Bonilla
Gerente de Laboratorio

PÁGINA 2 DE 2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
435/497



Informe de Calibración

N° de Informe: G14-2839-02
Fecha de Calibración: 30-julio-14
Fecha de Emisión: 30-julio-14

Cliente:
Nombre: GEOTEC, S.A. DE C.V.
Customer:
Dirección: LONDRES NO. 44 COL. DEL CARMEN COYOACAN, C.P. 04100 DELEG. COYOACAN, MEXICO, D.F.
Address:

Instrumento:
Descripción: INDICADOR DE CARATULA
Description:
Marca: MITUTOYO
Modelo: 2050-08
Manufacturer: MITUTOYO
Model Type:
Alcance: 0 a 20.0 mm
No. Serie: 773930
Range:
División mínima: 0.010 mm
Serial Number:
División mínima: 0.010 mm
Código de Control: 1-2
Control Code:

Condiciones de Trazabilidad
Patron(es) Utilizado(s):
Descripción: MAQUINA UNIDIMENSIONAL
No. Serie: 2920
Description:
Serial Number:
Marca: SIF
Código: AM-IMD-15R
Manufacturer: SIF
Code:
Trazabilidad: PATRON NACIONAL DE LONGITUD CNM-PNM-2
Fecha de Calibración: 01-mar-13
Trazability:
Calibrado por: GENAM
Proxima Calibración: 29-feb-16
Calibrated by:

Descripción:
Description:
Marca:
Manufacturer:
Trazabilidad:
Trazability:
Calibrado por:
Calibrated by:

Condiciones de Calibración:
Procedimiento utilizado: AM-DC-04
Metodo Utilizado: Comparacion
Procedure employed:
Method employed:
Norma Utilizada: JIS B7503 1997, ANSI B89.1.10M-1967
Standard employed:
Temperatura: 20 ± 1 °C
Humedad Relativa: 45 ± 10% H.R.
Temperature:
Relative Humidity:
Resultado de Calibración: VER TABLA
Incertidumbre(um): ± 7,0
Calibration Result:
Uncertainty:
Nivel de Confianza: 95%
Factor de Cobertura: 2
Level of confidence:
Coverage factor:

Responsable de la Medición: Miguel Angel Espinosa Anguiano
Técnico



Autoriza: Ing. Julia Ramirez Bonilla
Gerente de Laboratorio

Aseguramiento Metroológico S.A. de C.V.
Calle Manuel Acuña Lt. 10 Col. Tlatépetl, Cuautitlan, México 54900
Tel/Fax 2820-0945, 5754-8433, 5754-3425, 5119-0939

Informe de Calibración

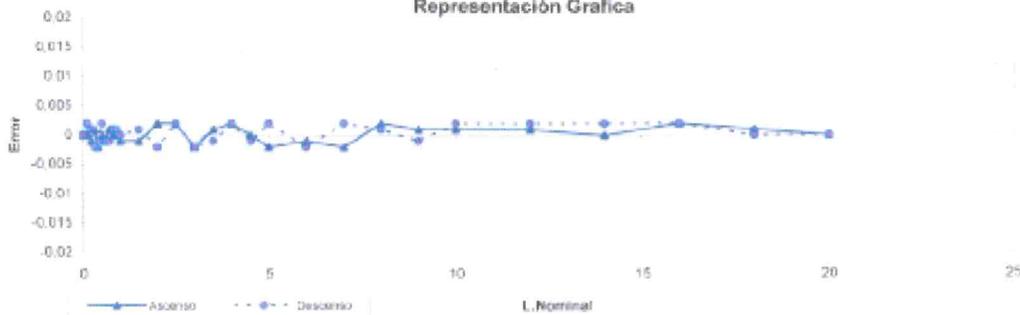
Tabla de Resultados

G14-2639-02

| Valor | | | Valor | | | Valor | | |
|---------|---------------|----------------|---------|---------------|----------------|---------|---------------|----------------|
| Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Nominal | Error Ascenso | Error descenso |
| 0 | 0,000 | 0,000 | 1,5 | -0,001 | 0,001 | 9 | 0,001 | -0,001 |
| 0,1 | 0,000 | 0,002 | 2 | 0,002 | -0,002 | 10 | 0,001 | 0,002 |
| 0,2 | -0,001 | 0,001 | 2,5 | 0,002 | 0,002 | 12 | 0,001 | 0,002 |
| 0,3 | 0,001 | -0,002 | 3 | -0,002 | -0,002 | 14 | 0,000 | 0,002 |
| 0,4 | -0,002 | -0,001 | 3,5 | 0,001 | -0,001 | 16 | 0,002 | 0,002 |
| 0,5 | 0,000 | 0,002 | 4 | 0,002 | 0,002 | 18 | 0,001 | 0,000 |
| 0,6 | -0,001 | -0,001 | 4,5 | 0,000 | -0,001 | 20 | 0,000 | 0,000 |
| 0,7 | 0,001 | -0,001 | 5 | -0,002 | 0,002 | | | |
| 0,8 | 0,000 | 0,001 | 6 | -0,001 | -0,002 | | | |
| 0,9 | 0,001 | 0,001 | 7 | -0,002 | 0,002 | | | |
| 1 | -0,001 | 0,000 | 8 | 0,002 | 0,001 | | | |

Valores expresados en mm

Representación Grafica



| Atributos Calibrados | Especificación establecida por norma | Resultado Obtenido | Observaciones |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------|
| Error Adyacente | N/A | N/A | |
| Error a 2 revoluciones | ± 0,010 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 10 revoluciones | ± 0,030 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 20 revoluciones | ± 0,040 mm | 0,0020 mm | |
| Error Alcance Total | N/A | N/A | |
| Error Retroceso | 0,003 mm | 0,0040 mm | |
| Repetibilidad | 0,0020 mm | 0,0008 mm | |
| Fuerza de medición | MIN 0,4 N MAX 1,5 N | 0,90 N | |

Información relevante al servicio

- 1 - Se realizaron 3 mediciones para cada valor, la lectura medida reportada se obtiene del promedio de las mediciones
- 2 - Cada valor del error tiene asociado una incertidumbre que es mostrada en la tabla y grafico.
- 3 - Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado, indicado en este informe bajo las condiciones ambientales del laboratorio
- 4 - El informe no es valido si presenta tachaduras, enmendaduras, por falta de sello y firmas autorizadas de la compañía
- 5 - La próxima calibración la establece el programa interno de calibración del usuario
- 6 - Este documento no debe reproducirse excepto en su totalidad
- 7 - Este servicio se realizó con acreditación N° D-56 ante "ema". Acreditación vigente a partir de 2009/04/02. Visita pag. www.ema.org.mx

Responsable de la Medición: **Miguel Angel Espinosa Arguano**
Técnico



Autoriza: **Ing. Julio Ramirez Bonilla**
Gerente de Laboratorio

Hoja 2 DE 2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
437/497



Informe de Calibración

N° de Informe: G14-2839-03
Fecha de Calibración: 30-julio-14
Fecha de Emisión: 30-julio-14

Cliente:
Nombre: GEOTEC, S.A. DE C.V.
Customer:
Dirección: LONDRES NO. 44 COL. DEL CARMEN COYOACAN, C.P. 04100 DELEG. COYOACAN, MEXICO, D.F.
Address:

Instrumento:
Descripción: INDICADOR DE CARATULA
Description:
Marca: MITUTOYO **Modelo:** 2952
Manufacturer: **Model/Type:**
Alcance: 0 a 30 mm **No. Serie:** 723440
Range: **Serial Number:**
División mínima: 0.010 mm **Código de Control:** 1-12
Minimum reading: **Control Code:**

Condiciones de Trazabilidad
Patron(es) Utilizado(s):
Descripción: MAQUINA UNIDIMENSIONAL **No. Serie:** 2920
Description: **Serial Number:**
Marca: SIP **Código:** AM-IMD-158
Manufacturer: **Code:**
Trazabilidad: PATRON NACIONAL DE LONGITUD CMM-PNM-2 **Fecha de Calibración:** 01-mar-13
Trazability: **Cal date:**
Calibrado por: CENAM **Proxima Calibración:** 29-feb-15
Calibrated by: **Cal due date:**

Descripción:
Description: **No. Serie:**
Marca: **Serial Number:**
Manufacturer: **Código:**
Trazabilidad: **Code:**
Trazability: **Fecha de Calibración:**
Calibrado por: **Cal date:**
Calibrated by: **Proxima Calibración:**
Cal due date:

Condiciones de Calibración:
Procedimiento utilizado: AM-DC-04 **Método Utilizado:** Comparación
Procedure employed: **Method employed:**
Temperatura: 20 ± 1 °C **Norma Utilizada:** JIS B7503 1997, ANSI B89.1.10M-1987
Temperature: **Standard employed:**
Resultado de Calibración: VER TABLA **Incertidumbre(µm):** ± 7.0
Calibration Result: **Uncertainty:**
Nivel de Confianza: 95% **Factor de Cobertura:** 2
Level of confidence: **Coverage factor:**

Responsable de la Medición: Miguel Angel Espinosa Anguiano
Técnico



Autoriza: Ing. Julio Ramirez Bonilla
Gerente de Laboratorio
 AM FT-46
 HOLA 1 DE 2

Aseguramiento Metrológico S.A. de C.V.
 Calle Manuel Acuña L1 10 Col Tepetlan, Cuautlan, México 54500
 Tel/Fax 2620-0945, 5754-8433, 5754-3425, 5119-0939

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
438/497

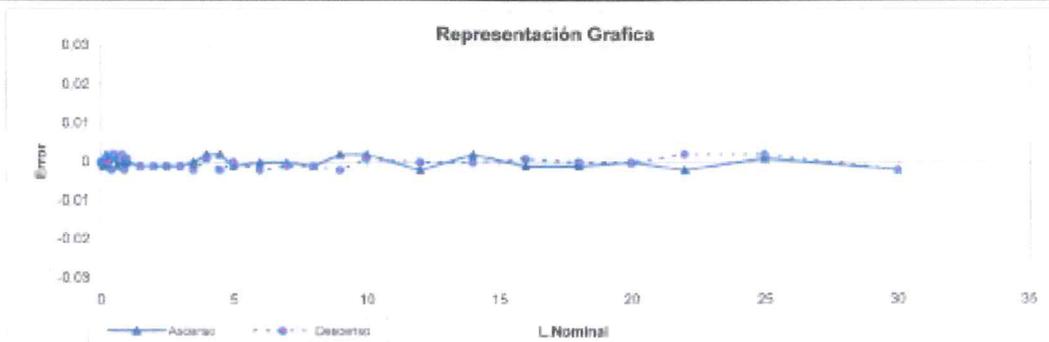
Informe de Calibración

Tabla de Resultados

G14-2839-03

| Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso |
|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 0 | 0,000 | 0,000 | 1,5 | -0,001 | -0,001 | 9 | 0,002 | -0,002 |
| 0,1 | -0,001 | 0,000 | 2 | -0,001 | -0,001 | 10 | 0,002 | 0,001 |
| 0,2 | 0,002 | 0,001 | 2,5 | -0,001 | -0,001 | 12 | -0,002 | 0,000 |
| 0,3 | -0,001 | 0,000 | 3 | -0,001 | -0,001 | 14 | 0,002 | 0,000 |
| 0,4 | 0,002 | -0,002 | 3,5 | 0,000 | -0,002 | 16 | -0,001 | 0,001 |
| 0,5 | 0,002 | 0,002 | 4 | 0,002 | 0,001 | 18 | -0,001 | 0,000 |
| 0,6 | -0,001 | 0,001 | 4,5 | 0,002 | -0,002 | 20 | 0,000 | 0,000 |
| 0,7 | 0,000 | 0,001 | 5 | -0,001 | 0,000 | 22 | -0,002 | 0,002 |
| 0,8 | 0,001 | 0,002 | 6 | 0,000 | -0,002 | 25 | 0,001 | 0,002 |
| 0,9 | 0,001 | -0,002 | 7 | 0,000 | -0,001 | 30 | -0,002 | -0,002 |
| 1 | 0,000 | 0,001 | 8 | -0,001 | -0,001 | | | |

Valores expresados en mm



| Atributos Calibrados | Especificación establecida por norma | | Resultado Obtenido | Observaciones |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------|--------------------|---------------|
| Error Adyacente | N/A | | N/A | |
| Error a 2 revoluciones | ± 0,010 mm | | 0,0020 mm | |
| Error a 10 revoluciones | ± 0,030 mm | | 0,0020 mm | |
| Error a 20 revoluciones | ± 0,040 mm | | 0,0020 mm | |
| Error Alcance Total | N/A | | N/A | |
| Error Retroceso | 0,003 mm | | 0,0040 mm | |
| Repetibilidad | 0,0020 mm | | 0,0006 mm | |
| Fuerza de medición | MIN 0,4 N | MAX 1,5 N | 1,10 N | |

Información referente al servicio

- 1 - Se realizaron 3 mediciones para cada valor, la lectura medida reportada se obtiene del promedio de las mediciones.
- 2 - Cada valor del error tiene asociado una incertidumbre que es mostrada en la tabla y grafico.
- 3 - Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado, indicado en este informe bajo las condiciones ambientales del laboratorio.
- 4 - El informe no es válido si presenta tachaduras, enmendaduras, por falta de sello y firmas autorizadas de la compañía.
- 5 - La próxima calibración la establece el programa interno de calibración del usuario.
- 6 - Este documento no debe reproducirse excepto en su totalidad.
- 7 - Este servicio se realizó con acreditación N° 0-58 ante "enra". Acreditación vigente a partir de 2009/04/22 visita pag. www.enra.org.mx

Responsable de la Medición: Miguel Ángel Espinosa Anguano
Técnico



Autoriza: Ing. Julio Ramírez Benítez
Gerente de Laboratorio

PÁG. 2 DE 2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
439/497



Informe de Calibración

N° de Informe: G14-2839-04
Fecha de Calibración: 30-julio-14
Fecha de Emisión: 30-julio-14

Cliente:
Nombre: GEOTEC, S.A. DE C.V.
Customer:
Dirección: LONDRES, NO. 44 COL. DEL CARMEN COYOACAN, C.P. 04100 DELEG. COYOACAN, MEXICO, D.F.
Address:

Instrumento:
Descripción: INDICADOR DE CARATULA
Description:
Marca: MITUTOYO
Modelo: 2050-08
Manufacturer:
Alcance: 0 a 20,0 mm
Model/Type:
No. Serie: 666890
Range:
Serial Number:
División mínima: 0,010 mm
Codeigo de Control: 1-11
Minimum reading:
Control Code:

Condiciones de Trazabilidad
Patron(es) Utilizado(s):
Descripción: MAQUINA UNIDIMENSIONAL
No. Serie: 2020
Description:
Serial Number:
Marca: SIP
Código: AM-IMD-158
Manufacturer:
Code:
Trazabilidad: PATRON NACIONAL DE LONGITUD CNM-PNM-2
Fecha de Calibración: 01-mar-13
Cal date:
Calibrado por: CENAM
Proxima Calibración: 29-06-16
Cal due date:

Descripción:
Description:
Marca:
Manufacturer:
Trazabilidad:
Trazability:
Calibrado por:
Calibrated by:

Condiciones de Calibración:
Procedimiento utilizado: AM-DC-04
Method employed: Comparacion
Procedure employed:
Metodo Utilizado:
Norma Utilizada: JIS B7503 1997, ANSI B89.1.10M-1987
Standard employed:
Temperatura: 20 ± 1 °C
Humedad Relativa: 45 ± 10% H.R.
Temperature:
Relative Humidity:
Resultado de Calibración: VER TABLA
Incertidumbre(um): ± 7,0
Calibration Result:
Uncertainty:
Nivel de Confianza: 95%
Factor de Cobertura: 2
Level of confidence:
Coverage factor:

Responsable de la Medición: Miguel Angel Espinosa Anguiano
Técnico



Autoriza: Ing. Julia Ramirez Bonilla
Gerente de Laboratorio

Aseguramiento Metrológico S.A. de C.V.
Calle Manuel Acuña Lt. 10 Col. Tlalapan Cuautlan, México, 54800
Tel/Fax: 2620-0945 5754-6493 5754-3425, 5119-0939

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
440/497

Informe de Calibración

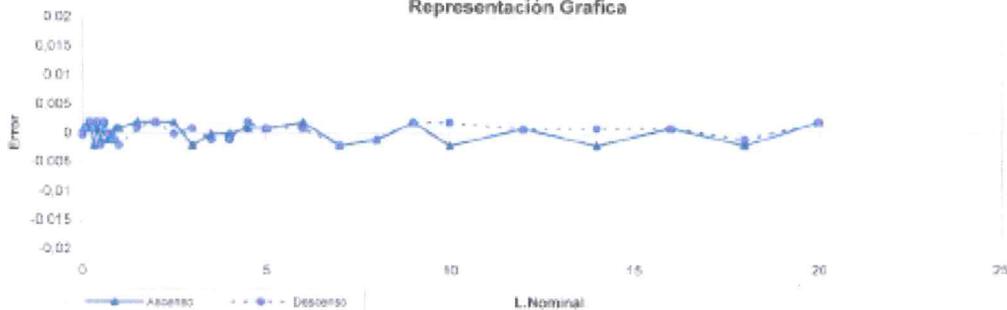
Tabla de Resultados

G14-2839-04

| Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso |
|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 0 | 0,000 | 0,000 | 1,5 | 0,002 | 0,001 | 9 | 0,002 | 0,002 |
| 0,1 | 0,001 | 0,001 | 2 | 0,002 | 0,002 | 10 | -0,002 | 0,002 |
| 0,2 | 0,002 | 0,002 | 2,5 | 0,002 | 0,000 | 12 | 0,001 | 0,001 |
| 0,3 | -0,002 | 0,001 | 3 | -0,002 | 0,001 | 14 | -0,002 | 0,001 |
| 0,4 | 0,001 | 0,002 | 3,5 | 0,000 | -0,001 | 16 | 0,001 | 0,001 |
| 0,5 | -0,001 | -0,002 | 4 | 0,000 | -0,001 | 18 | -0,002 | -0,001 |
| 0,6 | 0,002 | 0,002 | 4,5 | 0,001 | 0,002 | 20 | 0,002 | 0,002 |
| 0,7 | -0,001 | 0,000 | 5 | 0,001 | 0,001 | | | |
| 0,8 | -0,001 | -0,001 | 6 | 0,002 | 0,001 | | | |
| 0,9 | 0,001 | -0,001 | 7 | -0,002 | -0,002 | | | |
| 1 | 0,001 | -0,002 | 8 | -0,001 | -0,001 | | | |

Valores expresados en mm

Representación Grafica



| Atributos Calibrados | Especificación establecida por norma | Resultado Obtenido | Observaciones |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------|
| Error Adyacente | N/A | N/A | |
| Error a 2 revoluciones | ± 0,010 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 10 revoluciones | ± 0,030 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 20 revoluciones | ± 0,040 mm | 0,0020 mm | |
| Error Alcance Total | N/A | N/A | |
| Error Retroceso | 0,003 mm | 0,0040 mm | |
| Repetibilidad | 0,0020 mm | 0,0006 mm | |
| Fuerza de medición | MIN 0,4 N MAX 1,5 N | 1,10 N | |

Información referencial al servicio

- Se realizaron 3 mediciones para cada valor, la lectura medida reportada se obtiene del promedio de las mediciones
- Cada valor del error tiene asociado una incertidumbre que es mostrada en la tabla y grafico
- Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado, indicado en este informe bajo las condiciones ambientales del laboratorio
- El informe no es válido si presenta tachaduras, enmendaduras, por falta de sello y firmas autorizadas de la compañía
- La próxima calibración la establece el programa interno de calibración del usuario
- Este documento no debe reproducirse excepto en su totalidad.
- Este servicio se realizó con acreditación N° D-95 ante "ema". Acreditación vigente a partir de 2009-04-22. Ver en pag. www.ema.org.mx

Responsable de la Medición: Miguel Angel Espinosa Arguano
Técnico



Autoriza: Ing. Julio Ramirez Bonilla
Gerente de Laboratorio

PÁG. 2 DE 2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
441/497



Informe de Calibración

N° de Informe: G14-2839-05
Fecha de Calibración: 30-julio-14
Fecha de Emisión: 30-julio-14

Cliente:
Nombre: GEOTEC, S.A. DE C.V.
Customer:
Dirección: LONDRES NO. 44 COL. DEL CARMEN COYOACAN, C.P. 04100 DELEG. COYOACAN, MEXICO, D.F.
Address:

Instrumento:
Descripción: INDICADOR DE CARATULA
Description:
Marca: MITUTOYO **Modelo:** 2050-08
Manufacturer: **Model/Type:**
Alcance: 0 a 20.0 mm **No. Serie:** 837885
Range: **Serial Number:**
División mínima: 0.010 mm **Código de Control:** 1-14
Minimum reading: **Control Code:**

Condiciones de Trazabilidad
Patrón(es) Utilizado(s):

Descripción: MAQUINA UNIDIMENSIONAL **No. Serie:** 2920
Description: **Serial Number:**
Marca: SIP **Código:** AM-UMD-158
Manufacturer: **Code:**
Trazabilidad: PATRON NACIONAL DE **Fecha de Calibración:** 01-mar-13
Trazability: LONGITUD CNM-PNM-2 **Cal date:**
Calibrado por: CENAM **Proxima Calibración:** 29-feb-16
Calibrated by: **Cal due date:**

Descripción: **No. Serie:**
Description: **Serial Number:**
Marca: **Código:**
Manufacturer: **Code:**
Trazabilidad: **Fecha de Calibración:**
Trazability: **Cal date:**
Calibrado por: **Proxima Calibración:**
Calibrated by: **Cal due date:**

Condiciones de Calibración:

| | | |
|--|---|--|
| Procedimiento utilizado: AM-DC-04 Procedure employed: | Metodo Utilizado: Comparacion Method employed: | Norma Utilizada: JIS B7503 1997, ANSI B89.1 10M-1987 Standard employed: |
| Temperatura: 20 ± 1 °C Temperature: | Humedad Relativa: 45 ± 10% H.R. Relative Humidity: | Incertidumbre(µm): ± 7.0 Uncertainty: |
| Resultado de Calibración: VER TABLA Calibration Result: | Factor de Cobertura: 2 Coverage factor: | |
| Nivel de Confianza: 95% Level of confidence: | | |

Responsable de la Medición: Miguel Angel Espinosa Anguiano
Técnico



Autoriza: Ing. Julio Ramirez Bonilla
Gerente de Laboratorio
 AM FT.44
 HOJA 1 DE 1

Aseguramiento Metrológico S.A. de C.V.
 Calle Manuel Acuña Lt. 10 Col. Tlaxtepan, Cuautlan, México 54800
 Tel/Fax 2620-0945, 5754-8433, 5754-3426, 5119-0935

Informe de Calibración

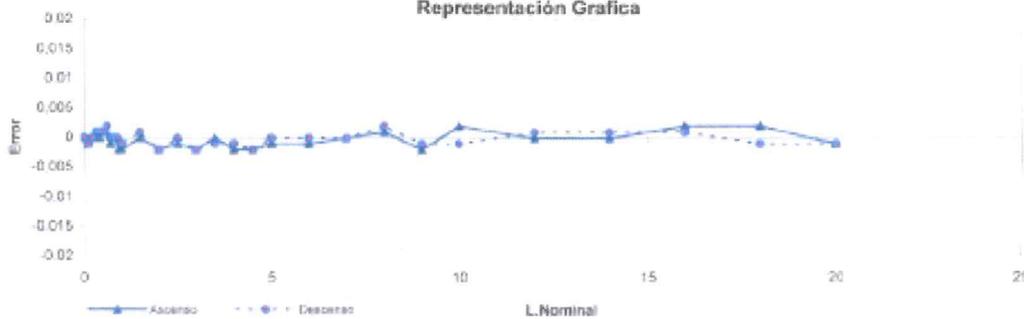
Tabla de Resultados

G14-2839-05

| Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso |
|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 0 | 0,000 | 0,000 | 1,5 | 0,000 | 0,001 | 9 | -0,002 | -0,001 |
| 0,1 | -0,001 | -0,001 | 2 | -0,002 | -0,002 | 10 | 0,002 | -0,001 |
| 0,2 | 0,000 | 0,000 | 2,5 | -0,001 | 0,000 | 12 | 0,000 | 0,001 |
| 0,3 | 0,000 | 0,001 | 3 | -0,002 | -0,002 | 14 | 0,000 | 0,001 |
| 0,4 | 0,000 | 0,001 | 3,5 | 0,000 | -0,001 | 16 | 0,002 | 0,001 |
| 0,5 | 0,001 | 0,001 | 4 | -0,002 | -0,001 | 18 | 0,002 | -0,001 |
| 0,6 | 0,001 | 0,002 | 4,5 | -0,002 | -0,002 | 20 | -0,001 | -0,001 |
| 0,7 | -0,001 | 0,000 | 5 | -0,001 | 0,000 | | | |
| 0,8 | 0,000 | 0,000 | 6 | -0,001 | 0,000 | | | |
| 0,9 | -0,002 | 0,000 | 7 | 0,000 | 0,000 | | | |
| 1 | -0,002 | -0,001 | 8 | 0,001 | 0,002 | | | |

Valores expresados en mm

Representación Grafica



| Atributos Calibrados | Especificación establecida por norma | Resultado Obtenido | Observaciones |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------|
| Error Adyacente | N/A | N/A | |
| Error a 2 revoluciones | ± 0,010 mm | -0,0020 mm | |
| Error a 10 revoluciones | ± 0,030 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 20 revoluciones | ± 0,040 mm | 0,0020 mm | |
| Error Alcance Total | N/A | N/A | |
| Error Retroceso | 0,003 mm | 0,0030 mm | |
| Repetibilidad | 0,0020 mm | 0,0005 mm | |
| Fuerza de medición | MIN 0,4 N MAX 1,5 N | 0,90 N | |

Información referente al servicio

- Se realizaron 3 mediciones para cada valor, la lectura medida reportada se obtiene del promedio de las mediciones.
- Cada valor del error tiene asociado una incertidumbre que es mostrada en la tabla y grafico
- Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado, indicado en este informe bajo las condiciones ambientales del laboratorio
- El informe no es válido si presenta tachaduras, enmendaduras, por falta de sello y firmas autorizadas de la compañía.
- La próxima calibración la establece el programa interno de calibración del usuario
- Este documento no debe reproducirse excepto en su totalidad
- Este servicio se realizó con acreditación N° D-56 ante "ema" Acreditación vigente a partir de 2009/04/22. Visita pag. www.ema.org.mx

Responsable de la Medición: Miguel Angel Espinosa Anguiano
Técnico



Autoriza: Ing. Julio Ramirez Bonilla
Gerente de Laboratorio

PÁG. 2 DE 2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
443/497



Informe de Calibración

Nº de Informe: **G14-2839-06**
 Fecha de Calibración: **30-julio-14**
 Fecha de Emisión: **30-julio-14**

Cliente:
 Nombre: **GEOTEC, S.A. DE C.V.**
 Customer:
 Dirección: **LONDRES NO. 44 COL. DEL CARMEN COYOACAN, C.P. 04100 DELEG. COYOACAN, MEXICO, D.F.**
 Address:

Instrumento:
 Descripción: **INDICADOR DE CARATULA**
 Description:
 Marca: **MITUTOYO** Modelo: **2050-08**
 Manufacturer: Model/Type
 Alcance: **Ø a 20.0 mm** No. Serie: **913280**
 Range: Serial Number
 División mínima: **0.010 mm** Código de Control: **I-10**
 Minimum reading: Control Code

Condiciones de Trazabilidad
Patrón(es) Utilizado(s):
 Descripción: **MAQUINA UNIDIMENSIONAL** No. Serie: **2920**
 Description: Serial Number
 Marca: **SIP** Código: **AMJMD-158**
 Manufacturer: Code
 Trazabilidad: **PATRON NACIONAL DE LONGITUD CNM-PNM-2** Fecha de Calibración: **01-mar-13**
 Trazability: Cal date
 Calibrado por: **CENAM** Próxima Calibración: **29-feb-15**
 Calibrated by: Cal due date

Condiciones de Calibración:
 Descripción: No. Serie:
 Description: Serial Number
 Marca: Código:
 Manufacturer: Code
 Trazabilidad: Fecha de Calibración:
 Trazability: Cal date
 Calibrado por: Próxima Calibración:
 Calibrated by: Cal due date

Procedimiento utilizado: **AM-DC-04** **Método Utilizado:** **Comparación**
 Procedure employed: Method employed
Temperatura: **20 ± 1 °C** **Norma Utilizada:** **JIS B7503 1997, ANSI B89.1 10M-1987**
 Temperature: Standard employed
Resultado de Calibración: **VER TABLA** **Humedad Relativa:** **45 ± 10% H.R.**
 Calibration Result: Relative Humidity
Nivel de Confianza: **95%** **Incertidumbre(µm):** **± 7.0**
 Level of confidence: Uncertainty
Factor de Cobertura: **2**
 Coverage factor

Responsable de la Medición: **Miguel Angel Espinosa Anguiano** Técnico **Autoriza:** **Ing. Julio Ramirez Bonilla**
 Gerente de Laboratorio

Aseguramiento Metrológico S.A. de C.V.
 Calle Manuel Acuña Lt. 10 Col. Tlaxiapan, Cuauhtlan, México, 54800
 Tel/Fax: 2620-0915, 5754-6433, 5754-3425, 5119-0935



Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
 INF-1
 07/07/2015

Página
444/497

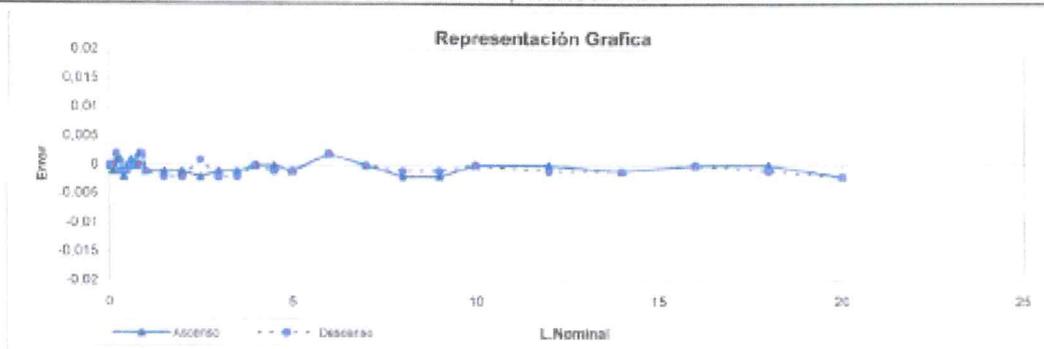
Informe de Calibración

Tabla de Resultados

G14-2839-06

| Valor Nominal | Error | | Valor Nominal | Error | | Valor Nominal | Error | |
|---------------|---------|----------|---------------|---------|----------|---------------|---------|----------|
| | Ascenso | descenso | | Ascenso | descenso | | Ascenso | descenso |
| 0 | 0,000 | 0,000 | 1,5 | -0,001 | -0,002 | 9 | -0,002 | -0,001 |
| 0,1 | -0,001 | 0,000 | 2 | -0,001 | -0,002 | 10 | 0,000 | 0,000 |
| 0,2 | 0,001 | 0,002 | 2,5 | -0,002 | 0,001 | 12 | 0,000 | -0,001 |
| 0,3 | 0,001 | -0,001 | 3 | -0,001 | -0,002 | 14 | -0,001 | -0,001 |
| 0,4 | -0,002 | -0,001 | 3,5 | -0,001 | -0,002 | 16 | 0,000 | 0,000 |
| 0,5 | 0,000 | -0,001 | 4 | 0,000 | 0,000 | 18 | 0,000 | -0,001 |
| 0,6 | 0,001 | 0,000 | 4,5 | 0,000 | -0,001 | 20 | -0,002 | -0,002 |
| 0,7 | 0,000 | 0,000 | 5 | -0,001 | -0,001 | | | |
| 0,8 | 0,002 | 0,000 | 6 | 0,002 | 0,002 | | | |
| 0,9 | 0,002 | 0,002 | 7 | 0,000 | 0,000 | | | |
| 1 | -0,001 | -0,001 | 8 | -0,002 | -0,001 | | | |

Valores expresados en mm



| Atributos Calibrados | Especificación establecida por norma | Resultado Obtenido | Observaciones |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------|
| Error Adyacente | N/A | N/A | |
| Error a 2 revoluciones | ± 0,010 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 10 revoluciones | ± 0,030 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 20 revoluciones | ± 0,040 mm | 0,0020 mm | |
| Error Alcance Total | N/A | N/A | |
| Error Retroceso | 0,003 mm | 0,0030 mm | |
| Repetibilidad | 0,0020 mm | 0,0004 mm | |
| Fuerza de medición | MIN 0,4 N MAX 1,5 N | 1,20 N | |

Información referente al servicio

- 1- Se realizaron 3 mediciones para cada valor, la lectura medida reportada se obtiene del promedio de las mediciones
- 2- Cada valor del error tiene asociado una incertidumbre que es mostrada en la tabla y grafico
- 3- Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado, indicado en este informe bajo las condiciones ambientales del laboratorio
- 4- El informe no es válido si presenta tachaduras, enmendaduras, por falta de selo y firmas autorizadas de la compañía
- 5- La próxima calibración la establece el programa interno de calibración del usuario.
- 6- Este documento no debe reproducirse excepto en su totalidad
- 7- Este servicio se realizó con acreditación N° C-56 ante "ema". Acreditación vigente a partir de 2009/04/22 hasta por www.ema.org

Responsable de la Medición: Miguel Angel Espinosa Anguiano
Técnico



Autoriza: Ing. Julio Ramirez Bonilla
Gerente de Laboratorio

P.O.A 2 DE 2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
445/497



Informe de Calibración

Nº de Informe: G14-2839-07
Fecha de Calibración: 30-julio-14
Fecha de Emisión: 30-julio-14

| | |
|-------------------|---|
| Cliente: | |
| Nombre: | GEOTEC, S.A. DE C.V. |
| Customer: | |
| Dirección: | LONDRES NO. 44 COL. DEL CARMEN COYOACAN, C.P. 04100 DELEG. COYOACAN, MEXICO, D.F. |
| Address: | |

| | | | |
|-------------------------|-----------------------|---------------------------|---------|
| Instrumento: | | | |
| Descripción: | INDICADOR DE CARATULA | Modelo: | 2050-08 |
| Description: | | Model/Type: | |
| Marca: | MITUTOYO | No. Serie: | 615044 |
| Manufacturer: | | Serial Number: | |
| Alcance: | 0 a 20.0 mm | Código de Control: | 1-13 |
| Range: | | Control Code: | |
| División mínima: | 0,010 mm | | |
| Minimum reading: | | | |

| | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------|
| Condiciones de Trazabilidad | | | |
| Patrón(es) Utilizado(s): | | | |
| Descripción: | MAQUINA UNIDIMENSIONAL | No. Serie: | 2920 |
| Description: | | Serial Number: | |
| Marca: | SIP | Código: | AM-JMD-158 |
| Manufacturer: | | Code: | |
| Trazabilidad: | PATRON NACIONAL DE LONGITUD CNM-PNM-2 | Fecha de Calibración: | 07-mar-13 |
| Trazability: | | Cal date: | |
| Calibrado por: | CENAM | Proxima Calibración: | 26-feb-15 |
| Calibrated by: | | Cal due date: | |

| | | | |
|-----------------------|--|------------------------------|--|
| Descripción: | | No. Serie: | |
| Description: | | Serial Number: | |
| Marca: | | Código: | |
| Manufacturer: | | Code: | |
| Trazabilidad: | | Fecha de Calibración: | |
| Trazability: | | Cal date: | |
| Calibrado por: | | Proxima Calibración: | |
| Calibrated by: | | Cal due date: | |

| | | | |
|------------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Condiciones de Calibración: | | | |
| Procedimiento utilizado: | AM-DC-04 | Método Utilizado: | Comparación |
| Procedure employed: | | Method employed: | |
| Temperatura: | 20 ± 1 °C | Norma Utilizada: | JIS B7503 1997, ANSI B89.1.10M-1987 |
| Temperature: | | Standard employed: | |
| Resultado de Calibración: | VER TABLA | Humedad Relativa: | 45 ± 10% H.R. |
| Calibration Result: | | Relative Humidity: | |
| Nivel de Confianza: | 95% | Incertidumbre(±): | ± 7,0 |
| Level of confidence: | | Uncertainty: | |
| | | Factor de Cobertura: | 2 |
| | | Coverage factor: | |

Responsable de la Medición: Miguel Ángel Espinosa Anguiano
Técnico

Autoriza: Ing. Julio Ramírez Bonilla
Gerente de Laboratorio



Aseguramiento Metrológico S.A. de C.V.
 Calle Manuel Acuña Lt. 10 Col. Tlattepan, Cuautlan, Mexico, 54800
 Tel/Fax 2820-0945, 5754-8433, 5754-3425, 5119-0939

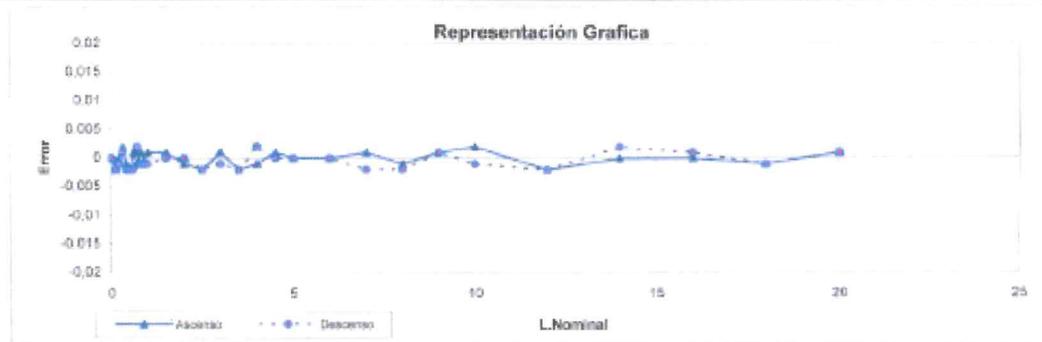
Informe de Calibración

Tabla de Resultados

G14-2839-07

| Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso |
|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 0 | 0,000 | 0,000 | 1,5 | 0,001 | 0,000 | 9 | 0,001 | 0,001 |
| 0,1 | -0,002 | -0,002 | 2 | -0,001 | 0,000 | 10 | 0,002 | -0,001 |
| 0,2 | 0,000 | -0,001 | 2,5 | -0,002 | -0,002 | 12 | -0,002 | -0,002 |
| 0,3 | 0,002 | 0,001 | 3 | 0,001 | -0,001 | 14 | 0,000 | 0,002 |
| 0,4 | -0,001 | -0,002 | 3,5 | -0,002 | -0,002 | 15 | 0,000 | 0,001 |
| 0,5 | -0,002 | -0,002 | 4 | -0,001 | 0,002 | 18 | -0,001 | -0,001 |
| 0,6 | 0,001 | -0,002 | 4,5 | 0,001 | 0,000 | 20 | 0,001 | 0,001 |
| 0,7 | -0,001 | 0,002 | 5 | 0,000 | 0,000 | | | |
| 0,8 | 0,001 | -0,001 | 6 | 0,000 | 0,000 | | | |
| 0,9 | -0,001 | -0,001 | 7 | 0,001 | -0,002 | | | |
| 1 | 0,001 | -0,001 | 8 | -0,001 | -0,002 | | | |

Valores expresados en mm



| Atributos Calibrados | Especificación establecida por norma | Resultado Obtenido | Observaciones |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------|
| Error Adyacente | N/A | N/A | |
| Error a 2 revoluciones | ± 0,010 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 10 revoluciones | ± 0,030 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 20 revoluciones | ± 0,040 mm | 0,0020 mm | |
| Error Alcance Total | N/A | N/A | |
| Error Retroceso | 0,003 mm | 0,0030 mm | |
| Repetibilidad | 0,0020 mm | 0,0004 mm | |
| Fuerza de medición | MIN 0,4 N MAX 1,5 N | 1,20 N | |

Información referente al servicio

- 1- Se realizaron 3 mediciones para cada valor, la lectura medida reportada se obtiene del promedio de las mediciones.
- 2- Cada valor del error tiene asociado una incertidumbre que es mostrada en la tabla y gráfico.
- 3- Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado, indicado en este informe bajo las condiciones ambientales del laboratorio.
- 4- El informe no es válido si presenta tachaduras, enmendaduras, por falta de sello y firmas autorizadas de la compañía.
- 5- La próxima calibración le establece el programa interno de calibración del usuario.
- 6- Este documento no debe reproducirse excepto en su totalidad.
- 7- Este servicio se realizó con acreditación N° D-56 ante "eme" Acreditación vigente a partir de 2009/04/22 Visite pag. www.eme.org.mx

Responsable de la Medición: Miguel Angel Espinosa Anguiano
Técnico



Autoriza: Ing. Julio Ramírez Bonilla
Gerente de Laboratorio

HOJA 2 DE 2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
447/497



Informe de Calibración

N° de Informe: **G14-2839-08**
 Fecha de Calibración: **30-julio-14**
 Fecha de Emisión: **30-julio-14**

Cliente:
 Nombre: **GEOTEC, S.A. DE C.V.**
 Customer
 Dirección: **LONDRES NO. 44 COL. DEL GARMEN COYOACAN, C.P. 04100 DELEG. COYOACAN, MEXICO, D.F.**
 Address

Instrumento:
 Descripción: **INDICADOR DE CARATULA**
 Description
 Marca: **MITUTOYO** Modelo: **2050-06**
 Manufacturer Model/Type
 Alcance: **0 a 20.0 mm** No. Serie: **648031**
 Range Serial Number
 División mínima: **0.010 mm** Código de Control: **I-1**
 Minimum reading Control Code

Condiciones de Trazabilidad
Patron(es) Utilizado(s):
 Descripción: **MAQUINA UNIDIMENSIONAL** No. Serie: **2920**
 Description Serial Number
 Marca: **SIP** Código: **AM-JMD-158**
 Manufacturer Code
 Trazabilidad: **PATRON NACIONAL DE LONGITUD CNM-PNM-2** Fecha de Calibración: **01-mar-13**
 Traceability Calibration date
 Calibrado por: **CENAM** Próxima Calibración: **29-feb-15**
 Calibrated by Calibration due date

Condiciones de Calibración:
 Descripción: No. Serie:
 Description Serial Number
 Marca: Código:
 Manufacturer Code
 Trazabilidad: Fecha de Calibración:
 Traceability Calibration date
 Calibrado por: Próxima Calibración:
 Calibrated by Calibration due date

Condiciones de Calibración:
 Procedimiento utilizado: **AM-DC-04** Método Utilizado: **Comparación**
 Procedure employed Method employed
 Norma Utilizada: **JIS B7503 1997, ANSI B89.1.10M-1987**
 Standard employed
 Temperatura: **20 ± 1 °C** Humedad Relativa: **45 ± 10% H.R.**
 Temperature Relative Humidity
 Resultado de Calibración: **VER TABLA** Incertidumbre(um): **± 7,0**
 Calibration Result Uncertainty
 Nivel de Confianza: **95%** Factor de Cobertura: **2**
 Level of confidence Coverage factor

Responsable de la Medición: **Miguel Angel Espinosa Anguiano**
 Técnico



Autoriza: **Ing. Julio Ramirez Bonilla**
 Gerente de Laboratorio
 AM-PT-44
 HOJA 1 DE 3

Aseguramiento Metroológico S.A. de C.V.
 Calle Manuel Acuña Lt. 10 Col. Tlalapan Cuautlan, Mexico, 54800
 Tel/Fax: 2620-0845, 5754-5433, 5754-3425, 5119-0939

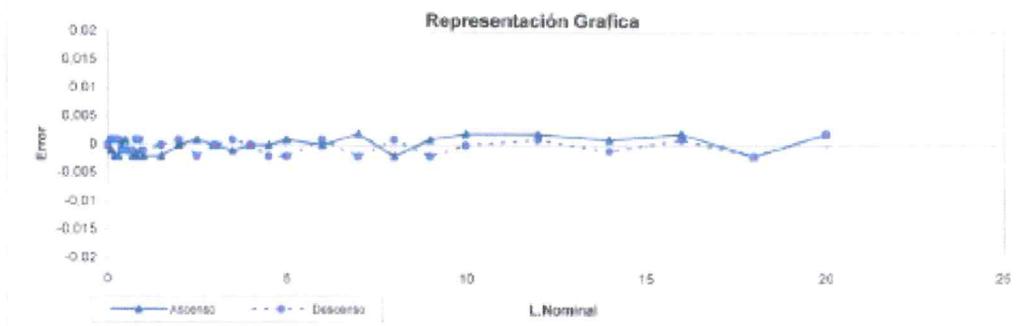
Informe de Calibración

Tabla de Resultados

G14-2639-08

| Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso |
|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 0 | 0,000 | 0,000 | 1,5 | -0,002 | 0,000 | 9 | 0,001 | -0,002 |
| 0,1 | -0,001 | 0,001 | 2 | 0,000 | 0,001 | 10 | 0,002 | 0,000 |
| 0,2 | -0,002 | 0,001 | 2,5 | 0,001 | -0,002 | 12 | 0,002 | 0,001 |
| 0,3 | -0,002 | 0,001 | 3 | 0,000 | 0,000 | 14 | 0,001 | -0,001 |
| 0,4 | 0,000 | -0,001 | 3,5 | -0,001 | 0,001 | 16 | 0,002 | 0,001 |
| 0,5 | 0,001 | -0,001 | 4 | 0,000 | 0,000 | 18 | -0,002 | -0,002 |
| 0,6 | -0,001 | -0,001 | 4,5 | 0,000 | -0,002 | 20 | 0,002 | 0,002 |
| 0,7 | -0,002 | -0,001 | 5 | 0,001 | -0,002 | | | |
| 0,8 | -0,002 | 0,001 | 6 | 0,000 | 0,001 | | | |
| 0,9 | -0,001 | 0,001 | 7 | 0,002 | -0,002 | | | |
| 1 | -0,002 | -0,001 | 8 | -0,002 | 0,001 | | | |

Valores expresados en mm



| Atributos Calibrados | Especificación establecida por norma | Resultado Obtenido | Observaciones |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------|
| Error Adyacente | N/A | N/A | |
| Error a 2 revoluciones | ± 0,010 mm | -0,0020 mm | |
| Error a 10 revoluciones | ± 0,030 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 20 revoluciones | ± 0,040 mm | 0,0020 mm | |
| Error Alcance Total | N/A | N/A | |
| Error Retroceso | 0,003 mm | 0,0040 mm | |
| Repetibilidad | 0,0020 mm | 0,0010 mm | |
| Fuerza de medición | MIN 0,4 N MAX 1,5 N | 1,30 N | |

Información referente al servicio

1. Se realizaron 3 mediciones para cada valor, la lectura medida reportada se obtiene del promedio de las mediciones.
2. Cada valor del error tiene asociado una incertidumbre que es mostrada en la tabla y gráfico.
3. Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado, indicado en este informe bajo las condiciones ambientales del laboratorio.
4. El informe no es válido si presenta tachaduras, enmendaduras, por falta de selo y firmas autorizadas de la compañía.
5. La próxima calibración la establece el programa interno de calibración del usuario.
6. Este documento no debe reproducirse excepto en su totalidad.
7. Este servicio se realizó con acreditación N° D-58 ante "ema". Acreditación vigente a partir de 2009/04/22. Visita pag. www.ema.org.mx

Responsable de la Medición: Miguel Ángel Espinosa Anguiano
Técnico



Autoriza: Ing. Juan Ramírez Bonilla
Gerente de Laboratorio

PCLB-2 (02/7)

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015



Informe de Calibración

Nº de Informe: **G14-2839-09**
 Fecha de Calibración: **30-julio-14**
 Fecha de Emisión: **30-julio-14**

Cliente:
Nombre: GEOTEC, S.A. DE C.V.
 Customer
Dirección: LONDRES NO. 44 COL. DEL GARMEN COYOACAN, C.P. 04100 DELEG. COYOACAN, MEXICO, D.F.
 Address

Instrumento:
Descripción: INDICADOR DE CARATULA
 Description
Marca: MITUTOYO **Modelo:** 2050
 Manufacturer Model/Type
Alcance: 0 a 20.0 mm **No. Serie:** 772826
 Range Serial Number
División mínima: 0,010 mm **Código de Control:** 1-17
 Minimum reading Control Code

Condiciones de Trazabilidad
Patrón(es) Utilizado(s):
Descripción: MAQUINA UNIDIMENSIONAL **No. Serie:** 2920
 Description Serial Number
Marca: SIP **Código:** AM-JMD-158
 Manufacturer Code
Trazabilidad: PATRON NACIONAL DE LONGITUD CNM-PNM-2 **Fecha de Calibración:** 01-mar-13
 Traceability Cal date
Calibrado por: CENAM **Proxima Calibración:** 29-feb-15
 Calibrated by Cal due date

Descripción: **No. Serie:**
 Description Serial Number
Marca: **Código:**
 Manufacturer Code
Trazabilidad: **Fecha de Calibración:**
 Traceability Cal date
Calibrado por: **Proxima Calibración:**
 Calibrated by Cal due date

Condiciones de Calibración:
Procedimiento utilizado: AM-DC-04 **Método Utilizado:** Comparación
 Procedure employed Method employed
Temperatura: 20 ± 1 °C **Norma Utilizada:** JIS B7503 1997, ANSI B89 1 10M-1987
 Temperature Standard employed
Resultado de Calibración: VER TABLA **Humedad Relativa:** 45 ± 10% M.R.
 Calibration Result Relative Humidity
Nivel de Confianza: 95% **Incertidumbre(µm):** ± 7.0
 Level of confidence Uncertainty
Factor de Cobertura: 2
 Coverage factor

Responsable de la Medición: Miguel Ángel Espinosa Anguiano
 Técnico



Autoriza: Ing. Julio Ramirez Bonilla
 Gerente de Laboratorio
 AM-FT-44
 HOJA 1 DE 1

Aseguramiento Metrológico S.A. de C.V.
 Calle Manuel Acuña Lt. 10 Col. Tlaltepén, Cuautitlán, México 54800
 Tel/Fax 2620-0945, 5754-8433, 5754-3425, 5119-0039

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
 INF-1
 07/07/2015

Página
 450/497

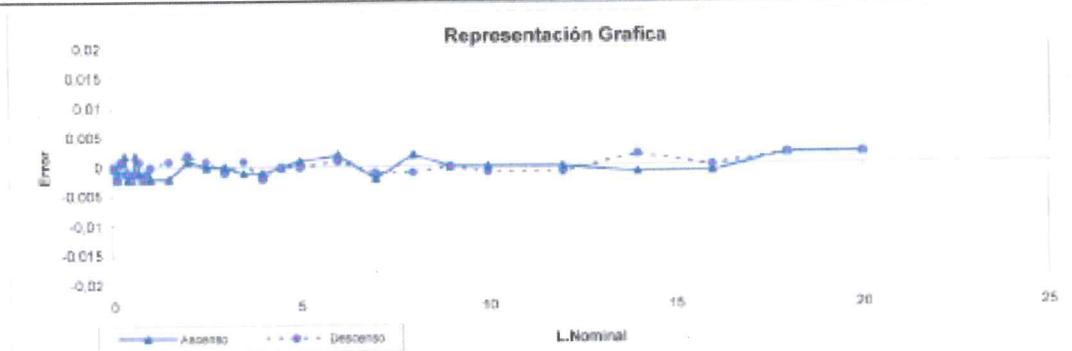
Informe de Calibración

Tabla de Resultados

G14-2839-09

| Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso |
|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 0 | 0,000 | 0,000 | 1,5 | -0,002 | 0,001 | 9 | 0,000 | 0,000 |
| 0,1 | -0,002 | -0,002 | 2 | 0,001 | 0,002 | 10 | 0,000 | -0,001 |
| 0,2 | 0,001 | 0,001 | 2,5 | 0,000 | 0,001 | 12 | 0,000 | -0,001 |
| 0,3 | 0,002 | -0,001 | 3 | 0,000 | -0,001 | 14 | -0,001 | 0,002 |
| 0,4 | -0,002 | -0,001 | 3,5 | -0,001 | 0,001 | 15 | -0,001 | 0,000 |
| 0,5 | -0,002 | -0,002 | 4 | -0,001 | -0,002 | 18 | 0,002 | 0,002 |
| 0,6 | 0,002 | -0,001 | 4,5 | 0,000 | 0,000 | 20 | 0,002 | 0,002 |
| 0,7 | -0,001 | 0,001 | 5 | 0,001 | 0,000 | | | |
| 0,8 | -0,002 | -0,002 | 6 | 0,002 | 0,001 | | | |
| 0,9 | -0,001 | -0,001 | 7 | -0,002 | -0,001 | | | |
| 1 | -0,002 | 0,000 | 8 | 0,002 | -0,001 | | | |

Valores expresados en mm



| Atributos Calibrados | Especificación establecida por norma | Resultado Obtenido | Observaciones |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------|
| Error Adyacente | N/A | N/A | |
| Error a 2 revoluciones | ± 0,010 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 10 revoluciones | ± 0,030 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 20 revoluciones | ± 0,040 mm | 0,0020 mm | |
| Error Alcance Total | N/A | N/A | |
| Error Retroceso | 0,003 mm | 0,0030 mm | |
| Repetibilidad | 0,0020 mm | 0,0004 mm | |
| Fuerza de medición | MIN 0,4 N MAX 1,5 N | 1,10 N | |

Información referente al servicio

1. Se realizaron 3 mediciones para cada valor, la lectura medida reportada se obtiene del promedio de las mediciones
2. Cada valor del error tiene asociado una incertidumbre que es mostrada en la tabla y grafico
3. Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado, indicado en este informe bajo las condiciones ambientales del laboratorio
4. El informe no es válido si presenta tachaduras, enmendaduras, por falta de selo y firmas autorizadas de la compañía
5. La próxima calibración la establece el programa interno de calibración del usuario
6. Este documento no debe reproducirse excepto en su totalidad.
7. Este servicio se realizó con acreditación N° 0-56 ante "ema" Acreditación vigente a partir de 2009/04/22 Visita pag. www.ema.org.mx

Responsable de la Medición: **Miguel Angel Espinosa Anguiano**
Técnico



Autoriza: **Ing. Julio Ramírez Sanilla**
Gerente de Laboratorio

HOJA 2 DE 2

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
451/497



Informe de Calibración

N° de Informe: **G14-2839-10**
 Fecha de Calibración: **30-julio-14**
 Fecha de Emisión: **30-julio-14**

Cliente:
 Nombre: **GEOTEC, S.A. DE C.V.**
 Customer:
 Dirección: **LONDRES NO. 44 COL. DEL CARMEN COYOACAN, C.P. 04100 DELEG. COYOACAN, MEXICO, D.F.**
 Address:

Instrumento:
 Descripción: **INDICADOR DE CARATULA**
 Description:
 Marca: **MITUTOYO** Modelo: **2852**
 Manufacturer: Model/Type
 Alcance: **0 a 30 mm** No. Serie: **657110**
 Range: Serial Number
 División mínima: **0.010 mm** Código de Control: **1-6**
 Minimum reading: Control Code

Condiciones de Trazabilidad
Patron(es) Utilizado(s):
 Descripción: **MAQUINA UNIDIMENSIONAL** No. Serie: **2920**
 Description: Serial Number
 Marca: **SIP** Código: **AMJMD-159**
 Manufacturer: Code
 Trazabilidad: **PATRON NACIONAL DE LONGITUD CMM-PNM-2** Fecha de Calibración: **01-mar-13**
 Trazability: Cal date
 Calibrado por: **CENAM** Proxima Calibración: **29-feb-16**
 Calibrated by: Cal due date

Condiciones de Calibración:
 Descripción: **VER TABLA** No. Serie:
 Description: Serial Number
 Marca: **VER TABLA** Código:
 Manufacturer: Code
 Trazabilidad: **VER TABLA** Fecha de Calibración:
 Trazability: Cal date
 Calibrado por: **VER TABLA** Proxima Calibración:
 Calibrated by: Cal due date

Condiciones de Calibración:
 Procedimiento utilizado: **AM-DC-04** Método Utilizado: **Comparación**
 Procedure employed: Method employed
 Norma Utilizada: **JIS B7503 1997, ANSI B89.1 10M-1987**
 Standard employed: Norm Utilizada:
 Temperatura: **20 ± 1 °C** Humedad Relativa: **45 ± 10% H.R.**
 Temperature: Relative Humidity
 Resultado de Calibración: **VER TABLA** Incertidumbre(µm): **± 7,0**
 Calibration Result: Uncertainty
 Nivel de Confianza: **95%** Factor de Cobertura: **2**
 Level of confidence: Coverage factor

Responsable de la Medición: **Miguel Angel Espinosa Anguiano** Autoriza: **Ing. Julio Ramirez Bonilla**
 Técnico: Gerente de Laboratorio



Aseguramiento Metrológico S.A. de C.V.
 Calle Manuel Acuña L1 10 Col. Tlalrepan, Cuauhtémoc, México 04800
 Tel/Fax 2620-0945, 5754-6493, 5754-3425, 5119-0039

Metro de la Ciudad de México
 Diagnóstico del túnel de la línea 12
 Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
 INF-1

07/07/2015

Página
 452/497

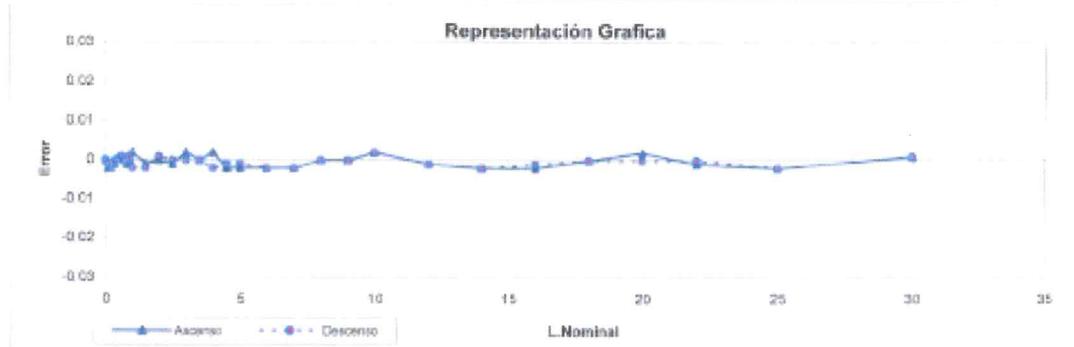
Informe de Calibración

Tabla de Resultados

G14-2839-10

| Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso | Valor Nominal | Error Ascenso | Error descenso |
|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 0 | 0,000 | 0,000 | 1,5 | -0,001 | -0,002 | 9 | 0,000 | 0,000 |
| 0,1 | -0,002 | -0,001 | 2 | 0,000 | 0,001 | 10 | 0,002 | 0,002 |
| 0,2 | -0,002 | -0,002 | 2,5 | -0,001 | 0,000 | 12 | -0,001 | -0,001 |
| 0,3 | -0,001 | -0,001 | 3 | 0,002 | 0,000 | 14 | -0,002 | -0,002 |
| 0,4 | 0,000 | 0,000 | 3,5 | 0,000 | 0,000 | 16 | -0,002 | -0,001 |
| 0,5 | 0,000 | 0,000 | 4 | 0,002 | -0,002 | 18 | 0,000 | 0,000 |
| 0,6 | 0,000 | 0,001 | 4,5 | -0,002 | -0,001 | 20 | 0,002 | 0,000 |
| 0,7 | 0,000 | 0,000 | 5 | -0,002 | -0,001 | 22 | -0,001 | 0,000 |
| 0,8 | -0,001 | 0,000 | 6 | -0,002 | -0,002 | 25 | -0,002 | -0,002 |
| 0,9 | 0,000 | 0,001 | 7 | -0,002 | -0,002 | 30 | 0,001 | 0,001 |
| 1 | 0,002 | -0,002 | 8 | 0,000 | 0,000 | | | |

Valores expresados en mm



| Atributos Calibrados | Especificación establecida por norma | Resultado Obtenido | Observaciones |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------|
| Error Adyacente | N/A | N/A | |
| Error a 2 revoluciones | ± 0,010 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 10 revoluciones | ± 0,030 mm | 0,0020 mm | |
| Error a 20 revoluciones | ± 0,040 mm | 0,0020 mm | |
| Error Alcance Total | N/A | N/A | |
| Error Retroceso | 0,003 mm | 0,0040 mm | |
| Repetibilidad | 0,0020 mm | 0,0006 mm | |
| Fuerza de medición | MIN 0,4 N MAX 1,5 N | 0,90 N | |

Información referente al servicio

- 1.- Se realizaron 3 mediciones para cada valor, la lectura medida reportada se obtiene del promedio de las mediciones.
- 2.- Cada valor del error tiene asociado una incertidumbre que es mostrada en la tabla y grafico.
- 3.- Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado, indicado en este informe bajo las condiciones ambientales del laboratorio.
- 4.- El informe no es válido si presenta tachaduras, enmendaduras, por falta de sello y firmas autorizadas de la compañía.
- 5.- La próxima calibración lo establece el programa interno de calibración del usuario.
- 6.- Este documento no debe reproducirse excepto en su totalidad.
- 7.- Este servicio se realizó con acreditación N° D-56 ante "ema" Acreditación vigente a partir de 2009/04/22 Vista pag. www.ema.org.mx

Responsable de la Medición: Miguel Angel Espinosa Aguilaro
Técnico



Autoriza: Ing. Julio Ramirez Borilla
Gerente de Laboratorio

HOJA 3 DE 2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
453/497



entidad mexicana de acreditación a.c.

ACREDITA
A

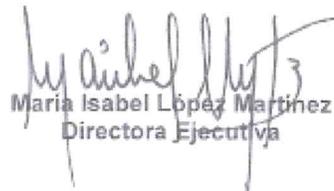
**ASEGURAMIENTO METROLÓGICO, S. A. DE C. V.
ASMET**

MANUEL ACUÑA LT. 10, COL. BARRIO TLATEPAN,
C.P. 54800, CUAUTILAN, ESTADO DE MÉXICO.

Como Laboratorio de Calibración de acuerdo a
los Requisitos establecidos en la Norma
Mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006
(ISO/IEC 17025:2005) para las actividades de
evaluación de la conformidad en el área:

Dimensional*

El cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005 por parte de un laboratorio significa que el laboratorio cumple tanto los requisitos de competencia técnica como los requisitos del sistema de gestión necesarios para que pueda entregar de forma consistente resultados de ensayos y calibraciones técnicamente válidas. Los requisitos del sistema de gestión de la Norma ISO/IEC 17025:2005 (sección 4) están escritos en un lenguaje que corresponde con las operaciones de un laboratorio y satisfacen los principios de la Norma ISO 9001:2008 "Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos" y además son afines a sus requisitos pertinentes."


Maria Isabel López Martínez
Directora Ejecutiva



Acreditación No: D-56
Vigente a partir del 2009-04-22*

*13LC0375 Actualización por cambio de domicilio a partir del 27 de mayo de 2013, en el alcance establecido en el nexo técnico correspondiente.
Siempre que se presente este documento como evidencia de acreditación, deberá estar acompañado del anexo técnico.

FOR-LAB-D11-01

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
454/497



acreditación



entidad mexicana
de acreditación, a.c.

CUMPLIENDO LA MISIÓN DE SERVIR
A MÉXICO Y A NUESTROS CLIENTES

mariano escobedo n° 564
col. nueva anzures
11590 México, D.F.
tel.: (55) 9145-4300 fax: (55) 5591-0529
www.ema.org.mx LSC 01 800 022 29 78

México, D.F., 19 de febrero de 2014
Número de Ref.: 13LC0374

Ing. Julio Ramírez Bonilla.
Representante autorizado.
Aseguramiento Metroológico S.A. de C.V.
Manuel Acuña Lt. 10, Col. Barrio Tlaltepán,
C.P. 54800, Cuautitlán, Estado de México.
Presente.

Hago referencia a su solicitud de ampliación de procedimientos de calibración de la acreditación otorgada el 22 de abril de 2009 a través del documento con número de referencia 08LC0545, como laboratorio de calibración en el área de dimensional, ingresada a esta entidad el 30 de abril de 2013, de conformidad con la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 (ISO/IEC 17025:2005) "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración"

Sobre el particular, y con fundamento en lo dispuesto en los artículos 68, 69, 70, 70-C y 81 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, tercer transitorio del decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado el 20 de mayo de 1997 en el Diario Oficial de la Federación y el oficio No. 100.98.00654 de fecha 10 de diciembre de 1998 por medio del cual se autoriza la operación de la entidad mexicana de acreditación, a.c. (ema), publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 15 de enero de 1999, y previo dictamen técnico favorable, emitido por el Comité de Evaluación de Laboratorios de Calibración, la entidad mexicana de acreditación, a.c. expide la presente:

Ampliación de procedimientos de calibración de la acreditación D-56, como laboratorio de calibración, únicamente en las mediciones y servicios de calibración del área de Dimensional, en los alcances e incertidumbres descritas en el anexo A del presente documento.

La vigencia de la presente ampliación de procedimientos de calibración es a partir del 19 de febrero de 2014 y su validez queda sujeta a las evaluaciones que las dependencias competentes o la entidad mexicana de acreditación, a.c., realicen, a fin de constatar que el laboratorio de calibración en su estructura y funcionamiento, cumple cabalmente con las disposiciones de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y los ordenamientos que derivan de ella.

Cabe mencionar, que las actividades que se desarrollen con motivo de la presente ampliación de procedimientos de calibración, deberán ajustarse puntualmente a los requerimientos que exige la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las reglas, procedimientos y métodos que se establezcan en las normas oficiales mexicanas, las normas mexicanas y en su defecto las internacionales, de lo contrario, pueden incurrir en las sanciones que expresamente se consignan en dicha ley, así como también en los procedimientos aplicables de la entidad mexicana de acreditación, a.c.

En este sentido le recordamos que para evaluar la conformidad de las normas oficiales mexicanas, es necesario obtener la aprobación de la dependencia competente en los términos de los artículos 38, fracción VI, 70 y 83 de la citada Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

El cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005 por parte de un laboratorio significa que el laboratorio cumple tanto los requisitos de competencia técnica como los requisitos del sistema de gestión necesarios para que pueda entregar de forma consistente resultados de ensayos y calibraciones técnicamente válidas. Los requisitos del sistema de gestión de la Norma ISO/IEC 17025:2005 (sección 4) están escritos en un lenguaje que corresponde con las operaciones de un laboratorio y satisfacen los principios de la Norma ISO 9001:2008 "Sistemas de Gestión de la Calidad- Requisitos" y además son afines a sus requisitos pertinentes."

Página 1 de 2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
455/497



entidad mexicana
de acreditación, a.c.

CUMPLIENDO LA MISIÓN DE SERVIR
A MÉXICO Y A NUESTROS CUENTES

mariano escobedo n° 564
col. nueva cruzes
11590 México, d.f.
tel.: (55) 9148-4300 fax: (55) 5591-0529
www.ema.org.mx LSC 01 800 022 29 78

Notas para la Interpretación del anexo A:

- I. **Magnitud:** Es la magnitud en la que será calibrado el Instrumento Bajo Calibración (IBC)
- II. **Instrumento de medida:** Es el Patrón o Instrumento Bajo Calibración (IBC)
- III. **Método de medida:** Se indica el método de calibración o medición que el laboratorio utiliza para prestar el servicio de calibración
- IV. **Intervalo o punto de medida:** Se indican el punto y/o los valores mínimo y máximo del intervalo acreditado del servicio de calibración o medición.
- V. **Condiciones de funcionamiento de referencia**
 - **Parámetro:** Es la condición de medición bajo la cual se realiza la calibración del IBC. El valor de parámetro puede ser utilizado por el usuario del IBC para operar bajo las mismas condiciones que se observaron durante su calibración, o en su defecto, para que el usuario pueda aplicar las correcciones correspondientes.
 - **Especificaciones:** Es el valor del parámetro (condiciones de medida), que se observa durante la calibración del IBC.
- VI. **Incertidumbre expandida de medida:** Se declara el valor de incertidumbre expandida que el laboratorio puede alcanzar durante la prestación del servicio de calibración o medición.
 - **Valor numérico de la unidad:** Se refiere al valor de la incertidumbre de calibración del intervalo o punto de medición.
 - **Unidad de medida:** Se declara la unidad en que se expresa el valor de la incertidumbre expandida.
 - **Contribución del laboratorio:** Es la incertidumbre asociada a las capacidades técnicas de calibración del laboratorio acreditado, expresada como una incertidumbre estándar multiplicada por el factor de cobertura. Este valor considera al menos, las siguientes componentes de incertidumbre:
 1. La incertidumbre de la calibración de los patrones que el laboratorio utiliza;
 2. La incertidumbre del método de calibración;
 3. La incertidumbre asociada con las condiciones de medición en que se realiza el servicio de calibración o medición;
 4. La incertidumbre que resulta por cambio de condiciones de medida si el servicio de calibración se realiza en sitio o en campo;
 5. La incertidumbre por reproducibilidad del método de calibración utilizado para realizar el servicio de calibración o medición.
 - **Contribución del IBC:** Es la incertidumbre asociada con el desempeño del instrumento bajo calibración, expresada como la incertidumbre estándar multiplicada por el factor de cobertura.
 - **Factor de cobertura:** Es el número por el que se requiere multiplicar la incertidumbre estándar total para obtener la mitad de un intervalo simétrico, centrado en la mejor estimación del mensurando, en el cual se puede encontrar su valor verdadero, con un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
 - **¿Incertidumbre relativa o absoluta?:** Se declara si el valor de la incertidumbre expandida es un valor absoluto o relativo. En el caso de que la incertidumbre expandida sea relativa, también se declara si es respecto del valor nominal del servicio de calibración o de algún valor a plena o media escala.
- VII. **Patrón de referencia usado en la calibración:** Se informa el patrón o patrones de referencia que el laboratorio utiliza para realizar el servicio de calibración o medición.
 - **Fuente de trazabilidad metrológica:** Es el origen inmediato de la trazabilidad del patrón de referencia usado en la calibración, el cual esté asociado con el servicio de medición o calibración bajo el alcance de la GMC.
- VIII. **Ensayos de aptitud que soportan la CMC:** Se reportan aquellos Ensayos de Aptitud en que el laboratorio ha participado y que soportan específicamente el servicio de calibración o medición.

Sin otro particular por el momento, agradeciendo de antemano la atención que se sirva dedicarle a la presente notificación, quedo a sus órdenes.

Atentamente,


María Isabel López Martínez
Directora Ejecutiva

c.c.p. Expediente.

Página 2 de 2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015


Página
456/497

La expresión de las Capacidades de Medición y Calibración (CMC) de un laboratorio de calibración acreditado

ACREDITACIÓN

D-56

Título de medida

20140-12

Revisión: 01

| Laboratorio de Calibración y Medición | | | Condiciones de funcionamiento de referencia | | Una muestra representativa de medida | | | | | | Patrones de referencia usados en la calibración | | Participación en Eventos de aptitud | Observaciones | |
|---------------------------------------|---|---------------------|---|----------------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------|---|---|---|--------------------|------------------------------------|
| Medianda | Intervenido de medida | Método de medida | Medida y punto de ajuste | Temperatura | Humedad | Valor nominal de la medida | unidad de medida | Valor nominal del laboratorio | Estado de la medida | Factor de cobertura | tipo de medida o absoluta | Patrón de medida | | | Factor de trazabilidad metrológica |
| Longitud | Micrometros de exteriores con topografía e interferométrica | Comparación directa | 8 mm a 8000 mm Resolución: 0.001 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | (1.3 ± 0.014) L en mm | µm | (0.1 ± 0.0014) L en mm | (1.5 ± 0.001) L en mm | 1 | absoluta | Bloques patrón grado "1" en el SI conforme a ISO 3650:1998 | Patrón Nacional de Longitud via CENAM Metrología Mexicana S.A. de C.V. D-45 | HG1-0421A | |
| Longitud | Micrometros de interiores con 2 juntas de contacto | Comparación directa | 8 mm a 300 mm Resolución: 0.001 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | (0.1 ± 0.001) L en mm | µm | (0.1 ± 0.001) L en mm | 1 | 2 | absoluta | Bloques patrón grado "1" en el SI conforme a ISO 3650:1998 | Patrón Nacional de Longitud via CENAM Metrología Mexicana S.A. de C.V. D-45 | | |
| Longitud | Micrometros de exteriores con topografía e interferométrica | Comparación directa | 8 mm a 2000 mm Resolución: 0.001 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | (0.2 ± 0.002) L en mm | µm | (0.01 ± 0.001) L en mm | (0.2 ± 0.001) L en mm | 2 | absoluta | Bloques patrón grado "1" en el SI conforme a ISO 3650:1998 | Patrón Nacional de Longitud via CENAM Metrología Mexicana S.A. de C.V. D-45 | | |
| Longitud | Calibradores | Comparación directa | 4 mm a 100 mm Resolución: 0.01 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | (10 ± 0.001) L en mm | µm | (0.01 ± 0.001) L en mm | (10 ± 0.001) L en mm | 2 | absoluta | Bloques patrón grado "1" en el SI conforme a ISO 3650:1998 | Patrón Nacional de Longitud via CENAM Metrología Mexicana S.A. de C.V. D-45 | HG1-0421A | |
| Longitud | Medidores de altura | Comparación directa | 8 mm a 300 mm Resolución: 0.01 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | (0.1 ± 0.001) L en mm | µm | (0.01 ± 0.001) L en mm | 1 | 2 | absoluta | Bloques patrón grado "1" en el SI conforme a ISO 3650:1998 | Patrón Nacional de Longitud via CENAM Metrología Mexicana S.A. de C.V. D-45 | | |
| Longitud | Indicadores de altura tipo VCO | Comparación directa | 8 mm a 100 mm Resolución: 0.001 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | (1.7 ± 0.001) L en mm | µm | (0.4 ± 0.001) L en mm | 1.7 | 2 | absoluta | Medida dimensional Div. Metro 600 µm | Patrón Nacional de Longitud via CENAM | HG1-0421A | En desarrollo del laboratorio |
| Longitud | Indicadores de altura tipo gubias | Comparación directa | 8 mm a 100 mm Resolución: 0.001 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | 1.5 | µm | 1.5 | 0.7 | 2 | absoluta | Calibrador de indicadores Div. Metro 0.001 mm | Patrón Nacional de Longitud via CENAM | HG1-0421A | |
| Longitud | Medidor de espesores con micrómetro | Comparación directa | 0 mm a 25.4 mm Resolución: 0.001 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | 2 | µm | 0.4 | 1.6 | 1 | absoluta | Bloques patrón grado "1" en el SI conforme a ISO 3650:1998 | Patrón Nacional de Longitud via Metrología Mexicana S.A. de C.V. D-45 | | |
| Longitud | Cintas y flexómetros, material acero | Comparación directa | 2 mm a 30 m División mínima: 0.1 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | (0 ± 0.2) L en m | µm | (0 ± 0.2) L en m | 7 | 2 | absoluta | Regla de acero Div. Metro 0.001 mm Microscopio de medición Resolución: 0.001 mm | Patrón Nacional de Longitud via Tecnovalor S. de C.V. D-45 | | |
| Longitud | Cintas y flexómetros, material plástico y fibra de vidrio | Comparación directa | 8 mm a 30 m División mínima: 0.1 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | (0.7 ± 0.001) L en m | µm | (0.7 ± 0.001) L en m | (0.26 ± 0.001) L en m | 2 | absoluta | Regla de acero Div. Metro 0.001 mm Microscopio de medición Resolución: 0.001 mm | Patrón Nacional de Longitud via Tecnovalor S. de C.V. D-45 | | |
| Longitud | Reglas graduadas de acero | Comparación directa | 2 mm a 200 mm División mínima: 0.2 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | (0 ± 0.001) L en mm | µm | (0 ± 0.001) L en mm | 5 | 2 | absoluta | Regla de acero Div. Metro 0.001 mm Microscopio de medición Resolución: 0.001 mm | Patrón Nacional de Longitud via Tecnovalor S. de C.V. D-45 | CM-CA-140-001-2012 | |
| Longitud | Reglas graduadas plástico | Comparación directa | 2 mm a 200 mm División mínima: 0.2 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | (0 ± 0.004) L en mm | µm | (0 ± 0.004) L en mm | 8 | 2 | absoluta | Regla Patrón Acero y Escala Lineal Digital | Metrología Mexicana S.A. de C.V. | CM-CA-140-001-2012 | |
| Longitud | Reglas graduadas de aluminio | Comparación directa | 0 mm a 2000 mm División mínima: 0.2 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | (0 ± 0.01) L en mm | µm | (0 ± 0.01) L en mm | 8 | 2 | absoluta | Regla de acero Div. Metro 0.001 mm Microscopio de medición Resolución: 0.001 mm | Patrón Nacional de Longitud via Tecnovalor S. de C.V. D-45 | CM-CA-140-001-2012 | |
| Longitud | Reglas graduadas | Comparación directa | 0 mm a 3000 mm División mínima: 0.2 mm | Temperatura 20 ± 1°C | | (0 ± 0.01) L en mm | µm | (0 ± 0.01) L en mm | 8 | 2 | absoluta | Regla de acero Div. Metro 0.001 mm Microscopio de medición Resolución: 0.001 mm | Patrón Nacional de Longitud via Tecnovalor S. de C.V. D-45 | | |

Página 1 de 5



La de expresión de las Capacidades de Medición y Calibración [CMC] de un laboratorio de calibración acreditado

ACREDITACIÓN

D-56

Fecha de emisión

2015 03 12

Revista 01

| I | II | III | IV | V | | VI | | | | | VII | | VIII | | |
|---------------|--|---|--|-------------|--------------|---|-------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|--|---|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | | Parámetros | Exposiciones | Valor nominal de la medida | Resolución de la medida | Desviación del valor nominal | Contribución del MC | Factor de cobertura | Observaciones al método? | Patrón de medida | | Fuente de trazabilidad metrológica | |
| Longitud | Medidores de espesores de recubrimiento ferrosos, no ferrosos y magnéticos | Comparación directa | 0 mm a 5 mm Resolución 0.001 mm | Temperatura | (20 ± 1)°C | (±0.5 ± 0.01%) Len mm | µm | (±0.5 ± 0.01%) Len mm | 1.5 | 2 | absoluta | Medidas calibradas de longitud | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | | |
| Ángulo | Niveles de burbuja | Comparación directa | 0 mm a 400 mm Resolución 0.01 mm | Temperatura | (20 ± 1)°C | 1 | " de arco | 0.5 | 0.5 | 2 | absoluta | Generador de ángulos | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | | |
| Longitud | Taleros | Comparación directa | 0.30 mm a 100 mm | Temperatura | (20 ± 1)°C | (±0.005) Len mm | µm | (±0.005) Len mm | 1 | 2 | absoluta | Comparador óptico Resolución 0.001 mm | Patrón Nacional de Longitud vía ANMET (1-04) | En instalaciones del laboratorio | |
| Longitud | Alfileres de platina | Comparación directa | (150 ± 100) mm hasta (2.50 ± 1.800) mm Grado 0, 1 y 2 MILCH-86 (1-2) MHC-2000 Grados A, A y B CGC-P-80C | Temperatura | (20 ± 1)°C | (±0.01 ± 0.004%) Len mm Longitud de la diagonal | µm | (±0.01 ± 0.004%) Len mm | (0.5 ± 0.01%) | 2 | absoluta | Niveles electrónicos Resoluciones: 0.1" (de arco) | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | CHM-BA (No. 008 2011) | |
| Longitud | Comparadores ópticos | Comparación directa | Desplazamiento de platina 0 a hasta 500 mm Y a hasta 525 mm Resolución: 0.001 mm | Temperatura | (20 ± 1)°C | (±0.001) Len mm | µm | (±0.001) Len mm | 1.1 | 2 | absoluta | Escala de Vidrio (Dr. Minerva) 0.1 mm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | | |
| Ángulo | Comparadores ópticos | Comparación directa | 0 a 360° Resolución: 0.01° | Temperatura | (20 ± 1)°C | 0.05 | " (grados) | 0.05 | 0.05 | 2 | absoluta | Blques patrón | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | | |
| Amplificación | Comparadores ópticos | Comparación directa | 5X hasta 100 X | Temperatura | (20 ± 1)°C | 0.01 | % | 0.008 | 0.001 | 1 | absoluta | Factor de amplificación | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | | |
| Longitud | Medición de longitud y ángulo por medio de comparador óptico | Medición directa | 0 a 100 mm Y a 30 mm Resolución: 0.001 mm | Temperatura | (20 ± 1)°C | (±0.001) Len mm | µm | (±0.001) Len mm | 1.1 | 2 | absoluta | Comparador óptico Resolución: 0.001 mm | Patrón Nacional de Longitud vía ANMET D-35 | En instalaciones del laboratorio | |
| Ángulo | Medición de longitud y ángulo por medio de comparador óptico | Medición directa | Ángulo hasta 360° Resoluciones: 1" (de arco) | Temperatura | (20 ± 1)°C | 5 | " de arco | 1 | 1 | 2 | absoluta | Comparador óptico Resolución: 1" (de arco) | Patrón Nacional de Longitud vía ANMET D-35 | En instalaciones del laboratorio | |
| Longitud | Medidores de profundidad tipo calibrador | Comparación directa | 0 mm a 204.8 mm Resolución: 0.01 mm | Temperatura | (20 ± 1)°C | (±0.005) Len mm | µm | (±0.005) Len mm | 0.5 | 2 | absoluta | Blques patrón grado "1" en el B conforme a ISO 9001:1994 | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM Métrica Mexicana S.A. C.V. D-45 | | |
| Longitud | Blques patrón longitudinales de acero grado de exactitud | Comparación directa en bloques de la misma longitud | 0.018 mm a 10.16 mm "1, 1 y 2" según NBS CH-3850 y grados "0, 1, 01 y 0.02" según ASME B 89.1 B-2002 | Temperatura | (20 ± 0.5)°C | 0.003 | µm | 0.003 | 0.001 | 2 | absoluta | Blques patrón de acero grados "0" y "0.01" según NBS CH-3850 2004 y grados "0" y "0.01" según según ASME B 89.1 B-2002. Comparador de bloques patrón, resolución: 0.001 mm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMM-CENAM-038-02-2010 | En instalaciones del laboratorio |
| Longitud | Blques patrón longitudinales de acero | Comparación directa en bloques de la misma longitud | 0.11 mm a 25.4 mm grados de exactitud "1, 1 y 2" según NBS CH-3850 y grados "0, 0.01 y 0.02" según ASME B 89.1 B-2002 | Temperatura | (20 ± 0.5)°C | 0.003 | µm | 0.003 | 0.001 | 2 | absoluta | Blques patrón de acero grados "0" y "0.01" según NBS CH-3850 2004 y grados "0" y "0.01" según según ASME B 89.1 B-2002. Comparador de bloques patrón, resolución: 0.001 mm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMM-CENAM-038-02-2010 | En instalaciones del laboratorio |

Handwritten initials

07/07/2015

Handwritten signature

Handwritten signature



la de expresión de las Capacidades de Medición y Calibración (CMC) de un laboratorio de calibración acreditado

ACREDITACIÓN

D-56

Fecha de emisión

2014-02-18

Revisión 01

| I | II | III | IV | V | | VI | | | | | VII | | VIII | | |
|----------|---|--|--|-------------|--------------|----------------------------|------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | | | | Parámetro | Exposiciones | Valor nominal de la unidad | unidad de medida | Contribución del laboratorio | Contribución del SI | Factor de cobertura | Inc. relativa o absoluta? | Área de medida | | Fecha de trazabilidad metrológica | |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de acero | Comparación directa con bloques de la misma longitud | ~ 25,4 mm a 50,8 mm grados de exactitud 0, 1 y 2° según NMX CH-3650 y grados 0, AS1 y AS2° según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | 20 ± 0,5°C | 0,001 | µm | 0,015 | 0,001 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 0° y 00° según NMX CH-3650-2004 y grados 00° y 0° según según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0,01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2010 | En instalaciones del laboratorio |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de acero | Comparación directa con bloques de la misma longitud | ~ 50,8 mm a 76,2 mm grados de exactitud 0, 1 y 2° según NMX CH-3650 y grados 0, AS1 y AS2° según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | 20 ± 0,5°C | 0,007 | µm | 0,071 | 0,001 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 0° y 00° según NMX CH-3650-2004 y grados 00° y 0° según según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0,01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2010 | En instalaciones del laboratorio |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de acero | Comparación directa con bloques de la misma longitud | ~ 76,2 mm a 101,6 mm grados de exactitud 0, 1 y 2° según NMX CH-3650 y grados 0, AS1 y AS2° según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | 20 ± 0,5°C | 0,1 | µm | 0,1 | 0,005 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 0° y 00° según NMX CH-3650-2004 y grados 00° y 0° según según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0,01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2010 | En instalaciones del laboratorio |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de aluminio | Comparación directa con bloques de la misma longitud | 0,508 mm a 10,16 mm grados de exactitud 0, 1 y 2° según NMX CH-3650 y grados 0, AS1 y AS2° según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | 20 ± 0,5°C | 0,002 | µm | 0,003 | 0,001 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 0° y 00° según NMX CH-3650-2004 y grados 00° y 0° según según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0,01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2010 | En instalaciones del laboratorio |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de aluminio | Comparación directa con bloques de la misma longitud | ~ 10,16 mm a 25,4 mm grados de exactitud 0, 1 y 2° según NMX CH-3650 y grados 0, AS1 y AS2° según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | 20 ± 0,5°C | 0,001 | µm | 0,001 | 0,001 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 0° y 00° según NMX CH-3650-2004 y grados 00° y 0° según según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0,01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2010 | En instalaciones del laboratorio |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de aluminio | Comparación directa con bloques de la misma longitud | ~ 25,4 mm a 50,8 mm grados de exactitud 0, 1 y 2° según NMX CH-3650 y grados 0, AS1 y AS2° según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | 20 ± 0,5°C | 0,008 | µm | 0,040 | 0,002 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 0° y 00° según NMX CH-3650-2004 y grados 00° y 0° según según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0,01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2010 | En instalaciones del laboratorio |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de aluminio | Comparación directa con bloques de la misma longitud | ~ 50,8 mm a 76,2 mm grados de exactitud 0, 1 y 2° según NMX CH-3650 y grados 0, AS1 y AS2° según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | 20 ± 0,5°C | 0,071 | µm | 0,071 | 0,001 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 0° y 00° según NMX CH-3650-2004 y grados 00° y 0° según según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0,01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2010 | En instalaciones del laboratorio |

Handwritten signature

Diciembre 3 de 2014

Large handwritten signature

Handwritten signature



La de expresión de las Capacidades de Medición y Calibración (CMC) de un laboratorio de calibración acreditado

ACREDITACIÓN

D-56

Fecha de emisión:

2014-02-25

Revisión: 01

| I | II | III | IV | V | | VI | | | | | VII | VIII | IX | | |
|----------|--|--|--|-------------|--------------|----------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|----------|--|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | | | | Parámetro | Requisitos | Valor nominal de la unidad | Unidad de medida | Certificación del laboratorio | Distribución del OMI | Factor de cobertura | | | | ¿es relativa o absoluta? | Patrón de medida |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de cerámica | Comparación directa con bloques de la misma longitud | > 75.1 mm a 101.5 mm grados de exactitud 1, 1 y 2 según NMX CH-2650 y grados 1, A11 y A12 según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | (20 ± 0.5)°C | 0.001 | µm | 0.001 | 0.001 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 1 y 2 según NMX CH-2650 2004 y grados 1 y 2 según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0.01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2013 | En instalaciones del laboratorio |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de cerámica de tungsteno | Comparación directa con bloques de la misma longitud | 0.505 mm a 10.18 mm grados de exactitud 1, 1 y 2 según NMX CH-2650 y grados 1, A11 y A12 según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | (20 ± 0.5)°C | 0.005 | µm | 0.015 | 0.002 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 1 y 2 según NMX CH-2650 2004 y grados 1 y 2 según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0.01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2013 | En instalaciones del laboratorio |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de carbón de tungsteno | Comparación directa con bloques de la misma longitud | > 10.18 mm a 25.4 mm grados de exactitud 1, 1 y 2 según NMX CH-2650 y grados 1, A11 y A12 según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | (20 ± 0.5)°C | 0.001 | µm | 0.002 | 0.001 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 1 y 2 según NMX CH-2650 2004 y grados 1 y 2 según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0.01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2013 | En instalaciones del laboratorio |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de cerámica de tungsteno | Comparación directa con bloques de la misma longitud | > 25.4 mm a 50.8 mm grados de exactitud 1, 1 y 2 según NMX CH-2650 y grados 1, A11 y A12 según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | (20 ± 0.5)°C | 0.005 | µm | 0.015 | 0.002 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 1 y 2 según NMX CH-2650 2004 y grados 1 y 2 según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0.01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2013 | En instalaciones del laboratorio |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de cerámica de tungsteno | Comparación directa con bloques de la misma longitud | > 50.8 mm a 75.1 mm grados de exactitud 1, 1 y 2 según NMX CH-2650 y grados 1, A11 y A12 según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | (20 ± 0.5)°C | 0.011 | µm | 0.111 | 0.01 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 1 y 2 según NMX CH-2650 2004 y grados 1 y 2 según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0.01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2013 | En instalaciones del laboratorio |
| Longitud | Bloques patrón longitudinales de cerámica de tungsteno | Comparación directa con bloques de la misma longitud | > 75.2 mm a 101.6 mm grados de exactitud 1, 1 y 2 según NMX CH-2650 y grados 1, A11 y A12 según ASME B 89.19-2002 | Temperatura | (20 ± 0.5)°C | 0.146 | µm | 0.146 | 0.01 | 2 | absoluta | Bloques patrón de acero grados 1 y 2 según NMX CH-2650 2004 y grados 1 y 2 según ASME B 89.19-2002. Comparador de bloques patrón, resolución 0.01 µm | Patrón Nacional de Longitud vía CENAM | EMA-CENAM-DIM-02-2013 | En instalaciones del laboratorio |

[Handwritten signature]

Diseño: A. de la T.

[Handwritten signature]

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
460/497

[Handwritten signature]

La de expresión de las Capacidades de Medición y Calibración [CMC] de un laboratorio de calibración acreditado

ACREDITACIÓN

D-56

Fecha de emisión:

2014-03-10

Revisión: 20

| I | II | | III | IV | | V | | | | | | VI | | VII | VIII |
|------------|---|---|---|-------------------------------|-------------|---|-----------------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|--|--|--------------------------------------|---|
| | Servicio de Calibración y Medición | | | Instrumento o parte de medida | Parámetro | Condiciones de funcionamiento de referencia | Incertidumbre expandida de medida | | | | | | Patrón de referencia usado en la calibración | | |
| Integridad | Interventivo de medida | Método de medida | | | | Valor nominal de la unidad | unidad de medida | Contribución del laboratorio | Contribución del Sr. | Factor de cobertura | Clase, relativa o absoluta? | Patrón de medida | Patrón de trazabilidad metroológica | Participación en sistemas de gestión | Observaciones |
| Completado | Medición de longitudes de piezas (Acero, carburo, plástico, fierro fundido) | Medición directa y comparación con máquina unidimensional | Medición de ordeneros hasta 500 mm. Medición de cables hasta 8 mm a 200 mm, piezas con masa de hasta 20 kg. Mediciones de interior en una profundidad de hasta 30 mm. | Temperatura | [20 ± 1] °C | (0.7 ± 0.004) m | m | (0.7 ± 0.004) m | 0.1 | 2 | absoluta | Máquina unidimensional De Maier EE1 .m | Patrón Nacional de Longitud via CENAM | | En instalaciones del Metro de la Ciudad de México |

Anterior por conducto de los signatarios autorizados siguientes:

Dr. Ramírez Romo
Dr. Betancourt Serrato
Dr. Javier Ramírez Montoy

14.32 Calibración de anillos de carga

CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS



A large, stylized handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines.

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
462/497



AURORA HERNÁNDEZ CERÓN
Equipo de laboratorio para verificación de calidad
Laboratorio de metrología

Informe de Calibración

Número de informe: **E1-68-14**

Nombre del cliente: **G E O T E C S.A. DE C.V.**

Domicilio: **LONDRES No. 44 COL. DEL CARMEN COYOACÁN C.P. 04100
MÉXICO, D.F.**

Fecha de calibración: **2014.07.23**

Equipo bajo calibración: **ANILLO DE CARGA**

Marca: **WYKEHAM FARRANCE**

No serie: **3618**

Instrumento de medición: **INDICADOR DE CARÁTULA JOHN BULL**

Fecha de emisión: **2014-07-28**

Lugar donde se realizó la calibración: **LABORATORIO DE METROLOGÍA - AURORA HERNÁNDEZ CERÓN
EN MÉXICO, D.F.**

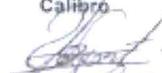
Patrón utilizado: **CELDA DE CARGA MARCA METRONIC MODELO ME-2T N.S. 0596**

Procedimiento utilizado: **PELV-16 COMPARACIÓN DIRECTA**

Acreditación: **F-38 (ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN A.C.)**

No. De Acreditación: F-38

Vigente a partir de: 2012-03-23

| | |
|---|--|
| Calibró  Téc. Jorge Vargas Mtz. Metrologo | Aprobó  Ing. Francisco Baños Hdz. Gerente Técnico |
|---|--|

Para obtener más información sobre nuestros servicios, visite nuestra página web: www.mexmetro.com

ADRIÁN BROWER 94, COL. ALFONSO XIII, MÉXICO D.F.
C.P. 01460
TELS. 55 98 50 02, 55 63 18 92, 56 15 23 78

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015



AURORA HERNÁNDEZ CERÓN
Equipo de laboratorio para verificación de calidad
Laboratorio de metrología

Número de informe: **E1-68-14**
Nombre del cliente: **GEOTEC S.A. DE C.V.**

1.- Datos de los equipos utilizados

| Equipo bajo calibración | | | Equipo patrón | |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| Equipo bajo calibración: | ANILLO DE CARGA | | Patrón | CELDA DE CARGA |
| Marca: | WYKEHAM FARRANCE | | Marca | METRONIC |
| No serie: | 9818 | | Modelo | ME-2T |
| Instrumento de medición: | INDICADOR DE CARÁTULA JOHN BULL | | No. Serie | 0595 |
| Modelo: | 1 500 | | Intervalo calibrado | 1.95 a 18.61 kN |
| Modo de operación: | COMPRESION | | Fecha de calibración | 2014-03-12 |
| Alcance de medición: | 1 500 kgf | 14.71 kN | Certificado No | F175/2014 |
| Resolución: | 0.076 kgf | 0.01 kN | Incertidumbre | ± 0.37% L a ± 0.22% L |
| Intervalo de medición: | 400 A 1 500 0.002 mm | 255 kgf A 1217 kgf | Modo de operación | Compresión |

Temperatura de calibración del Patrón $t_p = 22^\circ\text{C}$

Temperatura en que se realiza la calibración $T_c = 19^\circ\text{C}$

Corrección por temperatura $L_c = L_i(1 - 0,000 27(t_p - t_c))$

2.- Lecturas obtenidas durante la calibración

| Lectura del equipo bajo calibración en unidades | Caracterización | | | Fuerza registrada por la celda patrón | | | | |
|---|-----------------|-------|----------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------------------|------------------------|
| | kgf | kgf | PROMEDIO | Serie 1 kgf | Serie 2 kgf | Serie 3 kgf | Lectura Promedio en kgf | Lectura Promedio en kN |
| 400 | 266 | 265 | 265 | 265 | 265 | 265 | 265 | 2.60 |
| 600 | 406 | 406 | 406 | 405 | 405 | 406 | 406 | 3.98 |
| 800 | 544 | 544 | 544 | 543 | 544 | 543 | 543 | 5.33 |
| 1 000 | 679 | 679 | 679 | 679 | 679 | 679 | 679 | 6.66 |
| 1 200 | 817 | 817 | 817 | 817 | 817 | 817 | 817 | 8.02 |
| 1 400 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 9.32 |
| 1 500 | 1 084 | 1 084 | 1 084 | 1 084 | 1 084 | 1 084 | 1 084 | 10.63 |
| 1 800 | 1 218 | 1 217 | 1 217 | 1 217 | 1 217 | 1 217 | 1 217 | 11.94 |

* ESTOS RESULTADOS SOLO SON VALIDOS PARA EL EQUIPO QUE EN ESTE SE DESCRIBE EN EL LUGAR Y CONDICIONES AMBIENTALES EN QUE SE REALIZARON LAS MEDICIONES
* EL INTERVALO DE CALIBRACION DE ESTE INSTRUMENTO ES RESPONSABILIDAD DEL USUARIO DEPENDIENDO LAS CONDICIONES DE TRABAJO DEL EQUIPO

Este informe es un resultado de la fuerza aplicada a los brazos de prueba. Por favor, la calibración por el usuario de SYSTRA MEXISTRA CERÓN

ADRIÁN BROWER 94, COL. ALFONSO XIII, MÉXICO D.F.
C. P. 01460
TELS. 55 98 50 02, 55 63 18 92, 56 15 23 78

REVISIÓN 2013
FORMATO FELV-17

Página 2 de 4

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
464/497



AURORA HERNÁNDEZ CERÓN
Equipo de laboratorio para verificación de calidad
Laboratorio de metrología

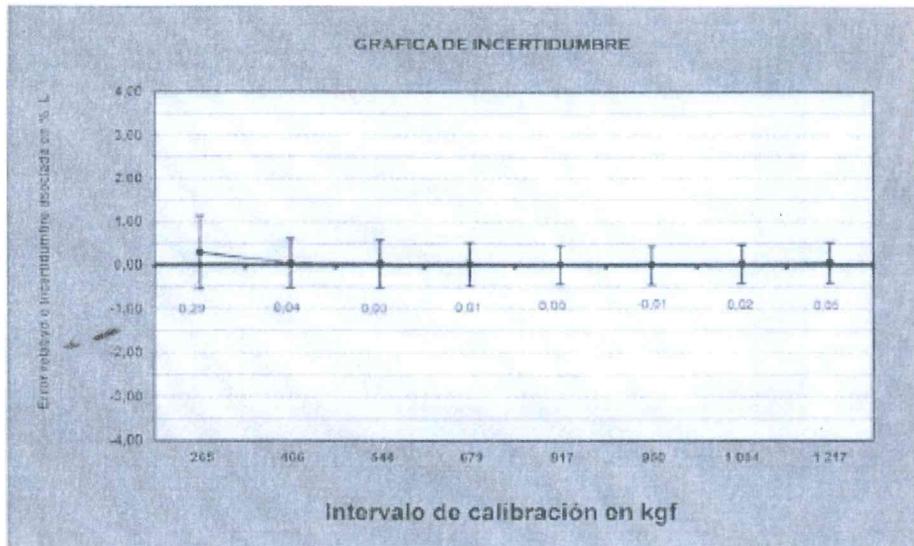
Número de informe: **E1-68-14**
Nombre del cliente: **GEOTEC S.A. DE C.V.**

3.- Cálculo de incertidumbre

| Fuerza aplicada en kN | Fuerza aplicada en kgf | U patrón % L ± | U repetibilidad % L ± | U resolución % L ± | U reproduc. % L ± | U laboratorio % L ± | U expandida % L ± | Error relativo % L |
|-----------------------|------------------------|----------------|-----------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| 2,60 | 265 | 0,18 | 0,08 | 0,07 | 0,30 | 0,20 | 0,84 | 0,29 |
| 3,98 | 406 | 0,19 | 0,05 | 0,05 | 0,09 | 0,16 | 0,56 | 0,04 |
| 5,33 | 544 | 0,14 | 0,06 | 0,04 | 0,16 | 0,15 | 0,55 | 0,03 |
| 6,66 | 679 | 0,14 | 0,01 | 0,03 | 0,13 | 0,16 | 0,50 | 0,01 |
| 8,01 | 817 | 0,15 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,16 | 0,44 | 0,00 |
| 9,32 | 950 | 0,15 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,16 | 0,44 | -0,01 |
| 10,63 | 1084 | 0,13 | 0,02 | 0,02 | 0,09 | 0,16 | 0,44 | 0,02 |
| 11,94 | 1217 | 0,10 | 0,01 | 0,02 | 0,14 | 0,16 | 0,47 | 0,05 |

La incertidumbre fue estimada según la guía ISO para la expresión de la incertidumbre y es el resultado de combinar las diferentes fuentes de incertidumbre con un factor de cobertura K=2 al 95,45 %.

4.- Gráfica Error relativo ± incertidumbre



Este informe, así como todos los datos que contiene, quedan reservados. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización por escrito de AURORA HERNANDEZ CERON.

ADRIÁN BROWER 94, COL. ALFONSO XIII, MÉXICO D.F.
C. P. 01460
TELS. 55 98 50 02, 55 63 18 92, 56 15 23 78

REVISIÓN 2013
FORMATO FLEV-17

Página 3 de 4

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
465/497



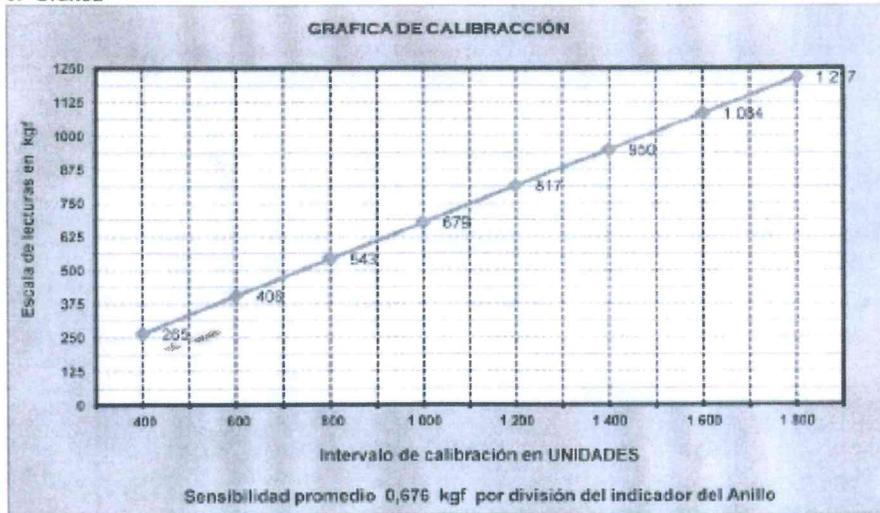
AURORA HERNÁNDEZ CERÓN
Equipo de laboratorio para verificación de calidad
Laboratorio de metrología

Número de informe: **E1-68-14**
Nombre del cliente: **GEOTEC S.A. DE C.V.**

6.- determinación de la constante para su uso

| Caracterización | | | | Lecturas registradas por la celda patrón | | | | |
|---|---|-------|-------|--|-------------|-------------|-------------------------|-----------------------|
| Divisiones en el equipo bajo calibración en unidades | Lectura del equipo bajo calibración en unidades | kgf | kgf | Serie 1 kgf | Serie 2 kgf | Serie 3 kgf | Lectura Promedio en kgf | sensibilidad promedio |
| 400 | 400 | 268 | 265 | 265 | 265 | 265 | 265 | 0.662 |
| 600 | 600 | 406 | 406 | 405 | 406 | 406 | 406 | 0.676 |
| 800 | 800 | 544 | 544 | 543 | 544 | 543 | 543 | 0.679 |
| 1 000 | 1 000 | 679 | 679 | 679 | 679 | 679 | 679 | 0.679 |
| 1 200 | 1 200 | 817 | 817 | 817 | 817 | 817 | 817 | 0.681 |
| 1 400 | 1 400 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 950 | 0.679 |
| 1 600 | 1 600 | 1 084 | 1 084 | 1 084 | 1 084 | 1 084 | 1 084 | 0.677 |
| 1 800 | 1 800 | 1 218 | 1 217 | 1 217 | 1 217 | 1 217 | 1 217 | 0.676 |
| Sensibilidad promedio en kgf por división del indicador del Anillo | | | | | | | | 0,676 |

6.- Gráfica



Este informe, salvo de calibración, forma original y con firmas apropiadas. Prohíbese su reproducción parcial o total en cualquier forma por parte de AURORA HERNÁNDEZ CERÓN.

ADRIÁN BROWER 94, COL. ALFONSO XIII, MÉXICO D.F.
C.P. 01460
TELS. 55 98 60 02, 55 63 18 92, 56 15 23 78

REVISIÓN 2013
FORMATO FELV-17

Página 4 de 4

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
466/497



AURORA HERNÁNDEZ CERÓN
Equipo de laboratorio para verificación de calidad
Laboratorio de metrología

Informe de Calibración

Número de informe: E1-69-14

Nombre del cliente: G E O T E C S.A. DE C.V.

Domicilio: LONDRES No. 44 COL. DEL CARMEN COYOACÁN C.P. 04100
MÉXICO, D.F.

Fecha de calibración: 2014-07-23

Equipo bajo calibración: ANILLO DE CARGA

Marca: WYKEHAM FARRANCE

No serie: 20140723

Instrumento de medición: INDICADOR DE CARÁTULA JOHN BULL

Fecha de emisión: 2014-07-28

Lugar donde se realizó la calibración: LABORATORIO DE METROLOGÍA - AURORA HERNÁNDEZ CERÓN
EN MÉXICO, D.F.

Patrón utilizado: CELDA DE CARGA MARCA METRONIC MODELO ME-10T N.S. 10/81

Procedimiento utilizado: PELV-16 COMPARACIÓN DIRECTA

Acreditación: F-38 (ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN A.C.)
No. De Acreditación: F-38
Vigente a partir de: 2012-03-23

| | |
|--|--|
| Calibró Téc. Jorge Vargas Mtz. Metrólogo | Aprobó Ing. Francisco Baños Hdz. Gerente Técnico |
|--|--|

Los datos sólo son válidos si se acompañan con los sellos originales. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización por escrito de AURORA HERNÁNDEZ CERÓN

ADRIÁN BROWER 94, COL. ALFONSO XIII, MÉXICO D.F.
C.P. 01460

TELS. 55 98 50 02, 55 63 18 92, 56 15 23 78

Página 1 de 4

REVISIÓN 2015
FORMATO PELV-17

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
467/497



AURORA HERNÁNDEZ CERÓN
Equipo de laboratorio para verificación de calidad
Laboratorio de metrología

Número de informe: **E1-69-14**
Nombre del cliente: **GEOTEC S.A. DE C.V.**

1.- Datos de los equipos utilizados

| Equipo bajo calibración | | | Equipo patrón | |
|--------------------------|---------------------------------|----------|----------------------|----------------------|
| Equipo bajo calibración: | ANILLO DE CARGA | | Patrón | CELDA DE CARGA |
| Marca: | WYKEHAM FARRANCE | | Marca | METRONIC |
| No serie: | 20140723 | | Modelo | ME-10T |
| Instrumento de medición: | INDICADOR DE CARÁTULA JOHN BULL | | No. Serie | 10/81 |
| Modelo: | 10 000 | | Intervalo calibrado | 9.81 kN a 98.07 kN |
| Modo de operación | COMPRESIÓN | | Fecha de calibración | 2014-03-18 |
| Alcance de medición | 10 000 kgf | 98.07 kN | Certificado No | F181/2014 |
| Resolución | 0.35 kgf | 0.08 kN | Incertidumbre | ± 0.75% L a ±0.56% L |
| Intervalo de medición: | 120 A 1 200 | 0.002 mm | Modo de operación | Compresión |

Temperatura de calibración del Patrón $t_p = 22^\circ\text{C}$

Temperatura en que se realiza la calibración $T_c = 24^\circ\text{C}$

Corrección por temperatura $L_c = L_i(1 - 0,000 27(t_p - t_c))$

2.- Lecturas obtenidas durante la calibración

| Caracterización | | | | Fuerza registrada por la celda patrón | | | | |
|---|-------|-------|----------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------------------|------------------------|
| Lectura del equipo bajo calibración en unidades | kgf | kgf | PROMEDIO | Serie 1 kgf | Serie 2 kgf | Serie 3 kgf | Lectura Promedio en kgf | Lectura Promedio en kN |
| 120 | 1 115 | 1 123 | 1 119 | 1 127 | 1 125 | 1 125 | 1 126 | 11,04 |
| 240 | 2 053 | 2 007 | 2 030 | 2 105 | 2 106 | 2 107 | 2 106 | 20,66 |
| 360 | 3 040 | 3 054 | 3 047 | 3 057 | 3 058 | 3 056 | 3 057 | 29,98 |
| 480 | 3 990 | 4 004 | 3 997 | 4 012 | 4 016 | 4 014 | 4 014 | 39,36 |
| 600 | 4 898 | 4 912 | 4 905 | 4 916 | 4 918 | 4 917 | 4 917 | 48,22 |
| 720 | 5 855 | 5 871 | 5 863 | 5 877 | 5 876 | 5 878 | 5 877 | 57,64 |
| 840 | 6 805 | 6 815 | 6 810 | 6 822 | 6 824 | 6 822 | 6 823 | 66,91 |
| 960 | 7 728 | 7 738 | 7 733 | 7 746 | 7 743 | 7 745 | 7 745 | 75,95 |
| 1 080 | 8 668 | 8 682 | 8 675 | 8 686 | 8 685 | 8 687 | 8 686 | 85,18 |
| 1 200 | 9 616 | 9 628 | 9 622 | 9 635 | 9 633 | 9 636 | 9 634 | 94,48 |

* ESTOS RESULTADOS SOLO SON VALIDOS PARA EL EQUIPO QUE EN ESTE SE DESCRIBE EN EL LUGAR Y CONDICIONES AMBIENTALES EN QUE SE REALIZARON LAS MEDICIONES

* EL INTERVALO DE CALIBRACIÓN DE ESTE INSTRUMENTO ES RESPONSABILIDAD DEL USUARIO DEPENDIENDO LAS CONDICIONES DE TRABAJO DEL EQUIPO

Este informe electrónico es la versión original, con firma electrónica. Para más información consulte al correo electrónico: AURORA.HERNANDEZ@SYSTRA.COM

ADRIÁN BROWER 94, COL. ALFONSO XIII, MÉXICO D.F.
C.P. 01460
TELS. 55 98 50 02, 55 63 18 92, 56 15 23 76

REVISIÓN 2013
FORMATO FELV-17

Página 2 de 4

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
468/497



AURORA HERNÁNDEZ CERÓN
Equipo de laboratorio para verificación de calidad
Laboratorio de metrología

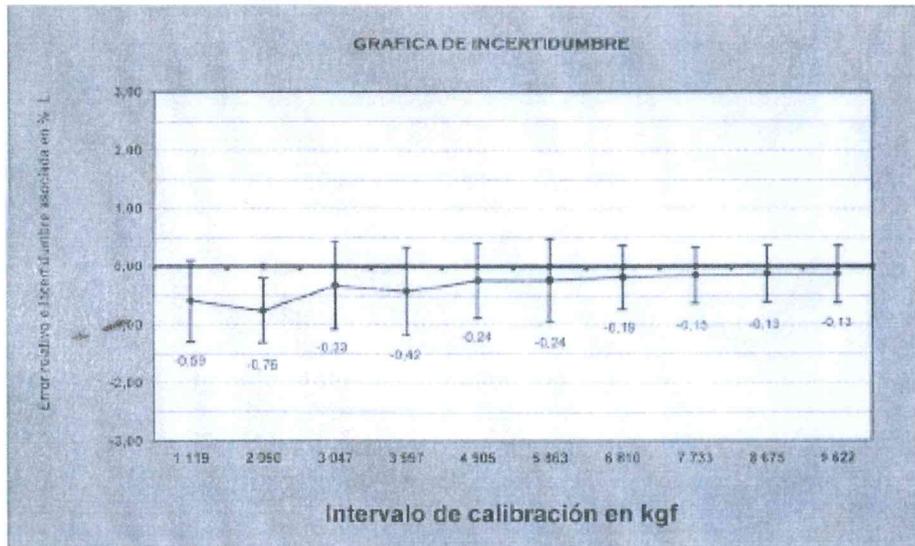
Número de informe: **E1-69-14**
Nombre del cliente: **GEOTEC S.A. DE C.V.**

3.- Cálculo de incertidumbre

| Fuerza aplicada en kN | Fuerza aplicada en kgf | U patrón % L ± | U repetibilidad % L ± | U resolución % L ± | U reprod % L ± | U laboratorio % L ± | U expandida % L ± | Error relativo % L |
|-----------------------|------------------------|----------------|-----------------------|--------------------|----------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| 10.97 | 1 119 | 0.18 | 0.13 | 0.21 | 0.03 | 0.16 | 0.70 | -0.50 |
| 20.50 | 2 090 | 0.18 | 0.06 | 0.11 | 0.04 | 0.16 | 0.66 | -0.76 |
| 29.88 | 3 047 | 0.33 | 0.04 | 0.08 | 0.02 | 0.16 | 0.76 | -0.33 |
| 39.19 | 3 997 | 0.33 | 0.07 | 0.06 | 0.03 | 0.16 | 0.76 | -0.42 |
| 48.10 | 4 905 | 0.27 | 0.03 | 0.05 | 0.02 | 0.16 | 0.64 | -0.24 |
| 57.50 | 5 853 | 0.32 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.16 | 0.72 | -0.24 |
| 66.78 | 6 810 | 0.22 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.16 | 0.55 | -0.19 |
| 75.63 | 7 733 | 0.09 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.22 | 0.49 | -0.15 |
| 85.07 | 8 675 | 0.10 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.22 | 0.49 | -0.13 |
| 94.36 | 9 622 | 0.11 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.22 | 0.50 | -0.13 |

La incertidumbre fue estimada según la guía ISO para la expresión de la incertidumbre y es el resultado de combinar las diferentes fuentes de incertidumbre con un factor de cobertura K=2 al 95.45 %

4.- Gráfica Error relativo ± incertidumbre



Este informe sólo es válido para los recipientes y sus firmas autorizadas. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización por escrito de AURORA HERNÁNDEZ CERÓN.

ADRIÁN BROWER 94, COL. ALFONSO XIII, MÉXICO D.F.
C.P. 01460
TELS. 55 98 50 02, 55 63 18 92, 56 15 23 78

REVISIÓN 2013
FORMATO FELV-17

Página 3 de 4

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
469/497



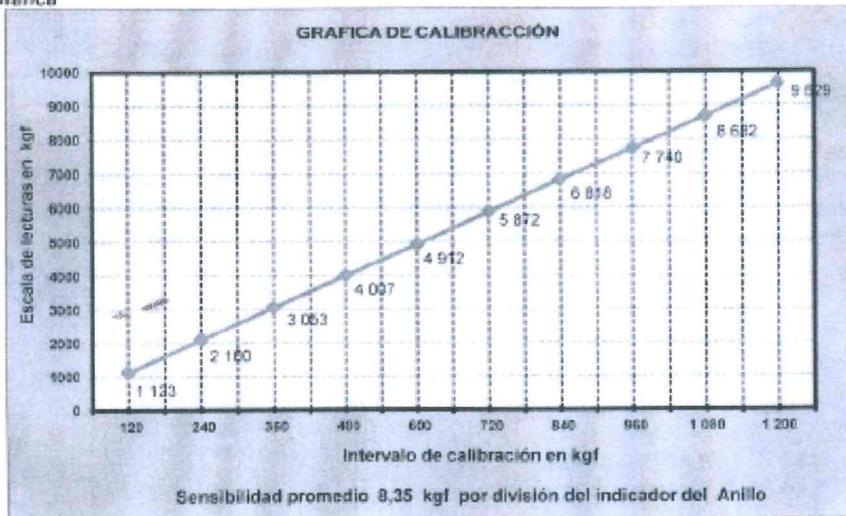
AURORA HERNÁNDEZ CERÓN
Equipo de laboratorio para verificación de calidad
Laboratorio de metrología

Número de informe: **E1-69-14**
Nombre del cliente: **GEOTEC S.A. DE C.V.**

5.- determinación de la constante para su uso

| Caracterización | | | | Lecturas registradas por la celda patrón | | | | |
|---|---|-------|-------|--|-------------|-------------|-------------------------|-----------------------|
| Divisiones en el equipo bajo calibración en unidades | Lectura del equipo bajo calibración en unidades | kgf | kgf | Serie 1 kgf | Serie 2 kgf | Serie 3 kgf | Lectura Promedio en kgf | sensibilidad promedio |
| 120 | 120 | 1 115 | 1 123 | 1 127 | 1 125 | 1 125 | 1 123 | 8,36 |
| 240 | 240 | 2 063 | 2 097 | 2 105 | 2 106 | 2 107 | 2 100 | 8,75 |
| 360 | 360 | 3 040 | 3 054 | 3 057 | 3 058 | 3 056 | 3 053 | 8,48 |
| 480 | 480 | 3 990 | 4 004 | 4 012 | 4 016 | 4 014 | 4 007 | 8,35 |
| 600 | 600 | 4 898 | 4 912 | 4 915 | 4 918 | 4 917 | 4 912 | 8,19 |
| 720 | 720 | 5 855 | 5 871 | 5 877 | 5 876 | 5 878 | 5 872 | 8,15 |
| 840 | 840 | 6 805 | 6 815 | 6 822 | 6 824 | 6 822 | 6 818 | 8,12 |
| 960 | 960 | 7 728 | 7 738 | 7 740 | 7 743 | 7 745 | 7 740 | 8,06 |
| 1 080 | 1 080 | 8 668 | 8 682 | 8 686 | 8 685 | 8 687 | 8 682 | 8,04 |
| 1 200 | 1 200 | 9 616 | 9 628 | 9 635 | 9 633 | 9 636 | 9 629 | 8,02 |
| Sensibilidad promedio en kgf por división del indicador del Anillo | | | | | | | | 8,35 |

6 - Grafica



Este informe solo es válido si se firma en papel con firma original. Fue validado en el laboratorio de calibración de la SYSTRA MEXISTRA por Aurora Hernández Cerón.

ADRIÁN BROWER 94, COL. ALFONSO XIII, MÉXICO D.F.
C.P. 01450
TELS. 55 98 50 02, 55 63 18 92, 56 15 23 78

REVISIÓN 2013
FORMATO FELV-17

Página 4 de 4

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1
07/07/2015

Página
470/497



entidad mexicana de acreditación a.c.

ACREDITA
A

HERNÁNDEZ CERÓN AURORA.
ELVEC

ADRIAN BROWER 94, COL. ALFONSO XIII,
C.P. 01460, MÉXICO DISTRITO FEDERAL.

Como Laboratorio de Calibración de acuerdo a los Requisitos establecidos en la Norma Mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006 (ISO/IEC 17025:2005) para las actividades de evaluación de la conformidad en el área:

Fuerza*

El cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005 por parte de un laboratorio significa que el laboratorio cumple tanto los requisitos de competencia técnica como los requisitos del sistema de gestión necesarios para que pueda entregar de forma consistente resultados de ensayos y calibraciones técnicamente válidas. Los requisitos del sistema de gestión de la Norma ISO/IEC 17025:2005 (sección 4) están escritos en un lenguaje que corresponde con las operaciones de un laboratorio y satisfacen los principios de la Norma ISO 9001:2008 "Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos" y además son afines a sus requisitos pertinentes."


María Isabel López Martínez
Directora Ejecutiva



Acreditación No: F-38
Vigente a partir del 2012-03-23*

*En el alcance establecido en el anexo técnico correspondiente 111C0848
Siempre que se presente este documento como evidencia de acreditación, deberá estar acompañado del anexo técnico.

FOR-LAB-011-01

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
471/497



acreditación



entidad mexicana
de acreditación, a.c.

CUMPLIENDO LA MISIÓN DE SERVIR
A MÉXICO Y A NUESTROS CUENTES

mariano escobedo n.º 564
col. anzures
11590 mexico d.f.
tel: (55) 9148-4300 fax: (55) 5591-0529
www.ema.org.mx LSC 01 800 022 29 78

México, D.F., 18 de septiembre de 2013
Número de Ref.: 13LC0207

Asunto: Notificación de Dictamen
Mantener la acreditación

Ing. Francisco Baños Hernández.
Representante Autorizado.
Hernández Cerón Aurora
ELVEC.
Presente.

Me refiero a su proceso de vigilancia de la acreditación F-38 como laboratorio de calibración en el área de fuerza, de conformidad con la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 (ISO/IEC 17025:2005) "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración".

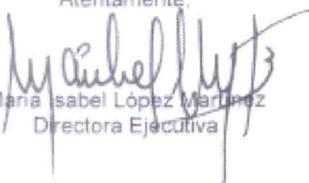
Con fundamento en lo dispuesto en los artículos 68, 69, 70, 70-C y 81, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con base en el informe de evaluación de fecha 09 de octubre de 2013 del presente, me permito notificarle que el Comité de Evaluación de Laboratorios de Calibración durante la reunión de fecha 18 de septiembre del presente, emitió dictamen técnico favorable.

Confirmando que la acreditación F-38 continuará vigente, en los alcances e incertidumbres descritas en el anexo A del presente documento.

Cabe mencionar, que las actividades que se desarrollen con motivo de la presente acreditación, deberán ajustarse puntualmente a los requerimientos que exige la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las reglas, procedimientos y métodos que se establezcan en las normas oficiales mexicanas, las normas mexicanas y en su defecto las internacionales, de lo contrario, pueden incurrir en las sanciones que expresamente se consignan en dicha ley, así como también en los procedimientos aplicables de la entidad mexicana de acreditación, a.c.

Sin otro particular por el momento, agradeciendo de antemano la atención que se sirva dedicarle a la presente notificación, quedo a sus órdenes.

Atentamente,


María Isabel López Martínez
Directora Ejecutiva

Adjunto - Anexo A. Tabla de CMC
c.c.p. expediente.

Página 1 de 1

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015


Página
472/497



entidad mexicana
de acreditación, a.c.

CUMPLIMIENTO DE MEDICIÓN DE SERVICIO
A MÉXICO Y A NUESTROS CLIENTES

Monterrey, Coahuila de Zaragoza
del nuevo destino
11590 Mexico, d.f.
tel: (55) 9141-4300 fax: (55) 5671-0627
www.ema.org.mx (52 55) 801032-29-29

México, D.F., 10 de agosto 2014
Número de Ref.: 14LC0206
14100267

Ing. Francisco Baños Hernández
Representante autorizado.
Hernández Carón Aurora
ELVEC
Adrián Brower No. 94 Col. Afonso XIII,
C.P. 01460 México, Distrito Federal.
Presente.

Hago referencia a su solicitud de ampliación de procedimientos de calibración y ampliación de alcances de medición de la acreditación otorgada el 23 de marzo de 2012 a través del documento con número de referencia 71LC0848 como laboratorio de calibración en el área de fuerza, ingresada a esta entidad el 07 de abril de 2014, de conformidad con la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 (ISO/IEC 17025:2005) "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración".

Sobre el particular, y con fundamento en lo dispuesto en los artículos 66, 69, 70, 70-C y 81 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, tercer transitorio del decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado el 20 de mayo de 1997 en el Diario Oficial de la Federación y el oficio No. 100.98.00654 de fecha 10 de diciembre de 1996 por medio del cual se autoriza la operación de la entidad mexicana de acreditación, a.c. (ema), publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 15 de enero de 1998, y previo dictamen técnico favorable, emitido por el Comité de Evaluación de Laboratorios de Calibración, así como en el punto 13.3.3 del MP-FP002 (vigente), la entidad mexicana de acreditación, a.c., expide la presente:

Ampliación de procedimientos de calibración y ampliación de alcances de medición de la acreditación F-38, como laboratorio de calibración, únicamente en las mediciones y servicios de calibración del área de Fuerza, en los alcances e incertidumbres descritas en el anexo A del presente documento.

La vigencia de la presente ampliación de procedimientos de calibración y ampliación de alcances de medición es del 15 de julio de 2014 y su validez queda sujeta a las evaluaciones que las dependencias competentes o la entidad mexicana de acreditación, a.c., realicen, a fin de constatar que el laboratorio de pruebas en su estructura y funcionamiento, cumple cabalmente con las disposiciones de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y los ordenamientos que derivan de ella.

Cabe mencionar que las actividades que se desarrollen con motivo de la presente ampliación de procedimientos de calibración y ampliación de alcances de medición, deberán ajustarse puntualmente a los requerimientos que exige la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las reglas, procedimientos y métodos que se establezcan en las normas oficiales mexicanas, las normas mexicanas y en su defecto las internacionales, de lo contrario, pueden incurrir en las sanciones que expresamente se consignan en dicha ley, así como también en los procedimientos aplicables de la entidad mexicana de acreditación, a.c.

En este sentido le recordamos que para evaluar la conformidad de las normas oficiales mexicanas, es necesario obtener la aprobación de la dependencia competente en los términos de los artículos 38 fracción VI, 70 y 83 de la citada Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

El cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005 por parte de un laboratorio significa que el laboratorio cumple tanto los requisitos de competencia técnica como los requisitos del sistema de gestión necesarios para que pueda entregar de forma consistente resultados de ensayos y calibraciones técnicamente válidas. Los requisitos del sistema de gestión de la Norma ISO/IEC 17025:2005 (sección 4) están escritos en un lenguaje que corresponde con las operaciones de un laboratorio y satisfacen los principios de la Norma ISO 9001:2008 "Sistemas de Gestión de la Calidad- Requisitos" y además son afines a sus requisitos pertinentes."

Página 1 de 2

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
473/497



entidad mexicana
de acreditación, a.c.

CLAVE PARA LA MISIÓN DE SYSTRA
A MEDIR Y A NUESTRA DIRECTIVA

matrícula expedido n° 564
col. marino diáz vales
11590 México, d.f.
tel: (55) 9148-4300 fax: (55) 5691-0529
www.ema.org.mx LSC 01 B20 022 2979

Número de Ref: 14LC0256
14LC0257

Notas para la interpretación del anexo A:

- I. **Magnitud:** Es la magnitud en la que será calibrado el Instrumento Bajo Calibración (IBC).
- II. **Instrumento de medida:** Es el Patrón o Instrumento Bajo Calibración (IBC).
- III. **Método de medida:** Se indica el método de calibración o medición que el laboratorio utiliza para prestar el servicio de calibración.
- IV. **Intervalo o punto de medida:** Se indican el punto y/o los valores mínimo y máximo del intervalo acreditado del servicio de calibración o medición.
- V. **Condiciones de funcionamiento de referencia:**
 - **Parámetro:** Es la condición de medición bajo la cual se realiza la calibración del IBC. El valor de parámetro puede ser utilizado por el usuario del IBC para operarlo bajo las mismas condiciones que se observaron durante su calibración, o en su defecto para que el usuario pueda aplicar las correcciones correspondientes.
 - **Especificaciones:** Es el valor del parámetro (condiciones de medida) que se observa durante la calibración del IBC.
- VI. **Incertidumbre expandida de medida:** Se declara el valor de incertidumbre expandida que el laboratorio puede alcanzar durante la prestación del servicio de calibración o medición.
 - **Valor numérico de la unidad:** Se refiere al valor de la incertidumbre de calibración del intervalo o punto de medición.
 - **Unidad de medida:** Se declara la unidad en que se expresa el valor de la incertidumbre expandida.
 - **Contribución del laboratorio:** Es la incertidumbre asociada a las capacidades técnicas de calibración del laboratorio acreditado, expresada como una incertidumbre estándar multiplicada por el factor de cobertura. Este valor considera al menos, las siguientes componentes de incertidumbre:
 1. La incertidumbre de la calibración de los patrones que el laboratorio utiliza.
 2. La incertidumbre del método de calibración.
 3. La incertidumbre asociada con las condiciones de medición en que se realiza el servicio de calibración o medición.
 4. La incertidumbre que resulta por cambio de condiciones de medida si el servicio de calibración se realiza en sitio o en campo.
 5. La incertidumbre por reproducibilidad del método de calibración utilizado para realizar el servicio de calibración o medición.
 - **Contribución del IBC:** Es la incertidumbre asociada con el desempeño del instrumento bajo calibración, expresada como la incertidumbre estándar multiplicada por el factor de cobertura.
 - **Factor de cobertura:** Es el número por el que se requiere multiplicar la incertidumbre estándar total para obtener la mitad de un intervalo simétrico centrado en la mejor estimación del mensurando, en el cual se puede encontrar su valor verdadero, con un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
 - **¿Incertidumbre relativa o absoluta?:** Se declara si el valor de la incertidumbre expandida es un valor absoluto o relativo. En el caso de que la incertidumbre expandida sea relativa, también se declara si es respecto del valor nominal del servicio de calibración o de algún valor a plena o media escala.
- VII. **Patrón de referencia usado en la calibración:** Se informa el patrón o patrones de referencia que el laboratorio utiliza para realizar el servicio de calibración o medición.
 - **Fuente de trazabilidad metrológica:** Es el origen inmediato de la trazabilidad del patrón de referencia usado en la calibración, el cual está asociado con el servicio de medición o calibración que el alcance de la CMC.
- VIII. **Ensayos de aptitud que soportan la CMC:** Se reportan aquellos Ensayos de Aptitud en que el laboratorio ha participado y que soportan específicamente el servicio de calibración o medición.

Sin otro particular por el momento, agradeciendo de antemano la atención que se sirva dedicarle a la presente notificación, quedo a sus órdenes.

Atentamente,


María Isabel López Martínez
Directora Ejecutiva

c.c. Expediente

Página 2 de 2

Metro de la Ciudad de México

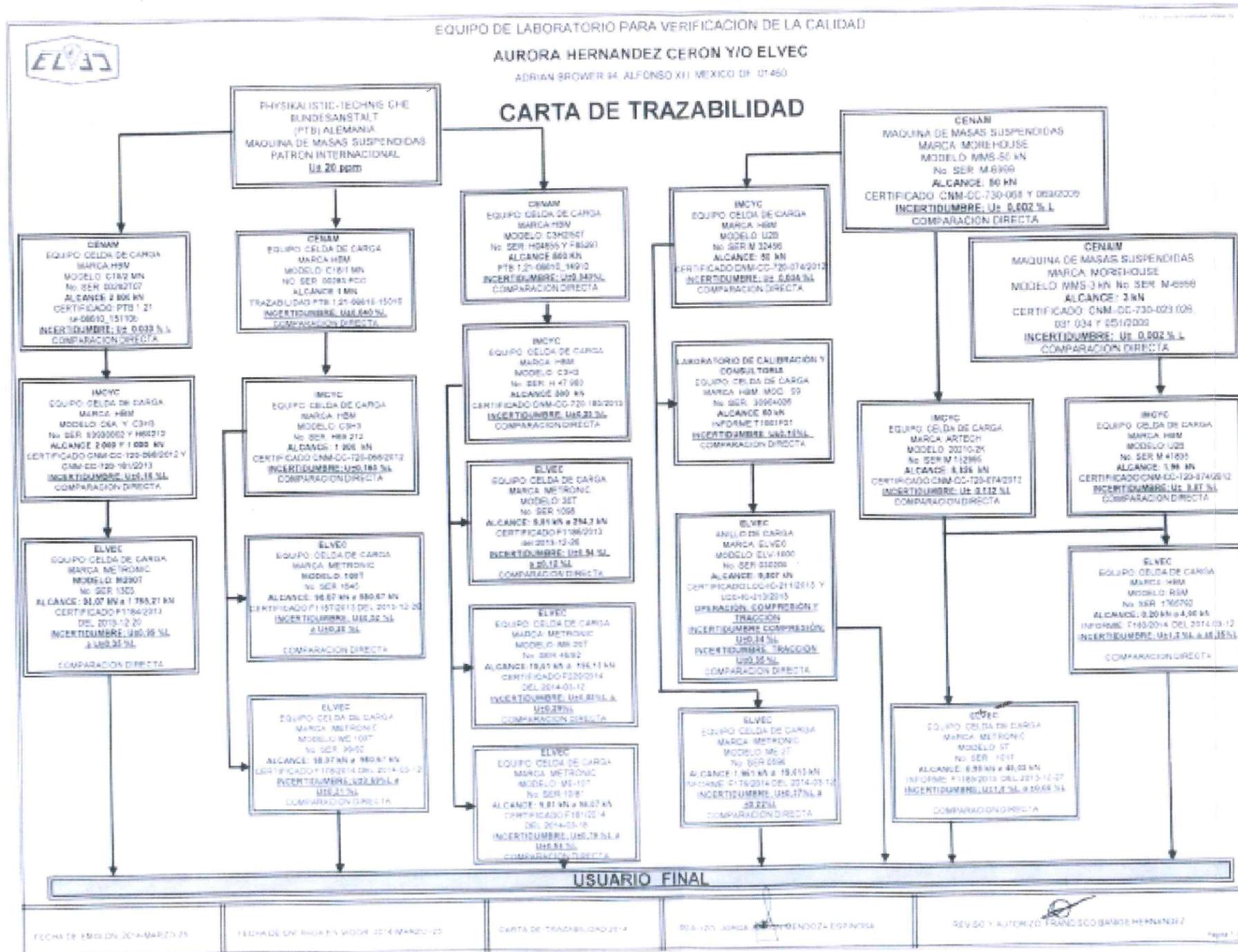
Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
474/497





INFORME DE CALIBRACION

Hoja No. 1 de 4

Nombre del Cliente: AURORA HERNANDEZ CERON
ELVEC

Dirección: Adrian Brower No. 94
Col. Alfonso XIII
México, D.F. C.P. 01401

No. De Informe de calibración: F151/2014

Fecha de Calibración: 2014-03-18

Fecha de Recepción: 2014-03-05

Descripción del Instrumento: Celda de Carga Modo: Compresión

Marca: METRONIC

Alcance de medición: 98,07 kN (10 t)

Modelo: ME-10 T

No. de serie: 1061

Resultado de la Calibración: Se indica en las hojas 2 a 4

Incertidumbre: Se indica en la hoja 3

Condiciones Ambientales: Temperatura: 22 °C ± 1 °C
Humedad Relativa: 27 % ± 2 %

Procedimiento Utilizado: PO-GT/ME-006 Calibración de Dispositivos Probadores de Fuerza
(Comparación Directa)

El laboratorio es acreditado por SEMAR para las calibraciones indicadas en el escrito con No. 4-32 Vigencia de acreditación a partir de 2011-10-23

| | | |
|--|--|-------------------|
| Calibró: | Aprobó: | Fecha de Emisión: |
| | | 2014-03-18 |
| Marcel Gonzalez Cabrera Asistente de Laboratorio de Metrología | Ing. Vicente Gomez Bezares Jefe de Laboratorio de Metrología | |

Página
478/497

CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS



Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
479/497



Informe de Calibración

Laboratorio de Metrología en Magnitud Masa. Acreditado por la ema con documento M-81, Vigente a partir del 2011-05-09
Acreditación otorgada bajo la norma NMX-EC-17625-MNC-2006 ISO/IEC 17025:2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración"

Número de Informe **msp-IC-0951/2014** Página **1** de **3**

Cliente: **Geotec, S. A. de C. V.**
Domicilio: Londres, No. 44, Col. del Carmen Coyoacán.
Ciudad y Estado: México, D. F.
C.P.: 04100 **Orden de Servicio:** 0235-14-GEO

Instrumento:
Descripción: Balanza electrónica con receptor de carga cuadrado.
Marca: Radwag
Modelo: WLC1/A2
Número de Serie: 250273/09
Identificación: No indicada
Ubicación: Laboratorio de Mecánica de Suelos
Alcance Máximo (Max): 1 000 g
División Mínima (d): 0,01 g

Procedimiento y Método de medición: "msp PT 05" - Calibración de instrumentos para pesar de funcionamiento no automático (IPFNA), por el método de comparación directa.

Condiciones Ambientales de Medición:
Temperatura Ambiente: 24,4 °C ± 1 °C **Humedad Relativa:** 25 % ± 2%
Presión Atmosférica: 777,0 hPa ± 2 hPa **Temperatura Superficial de las pesas:** 23 °C ± 2 °C

Fecha de Calibración: 2014-07-22 **Fecha de Emisión:** 2014-07-23
Observaciones: El instrumento se ajusto antes de la calibración.

Realizado por:

Fernando I. Vazquez Leonel
Signatario Autorizado

Aprobado por:

Teresa Calva Garcia
Signatario Autorizado



Informe de Calibración

Laboratorio de Metrología en Magnitud Masa, Acreditado por la emm con documento M-81. Vigente a partir del 2011-05-09
Acreditación otorgada bajo la norma NMX-IC-17025-MEX-2004 - ISO/IEC 17025:2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración"

Numero de informe: msp-IC-0951/2014

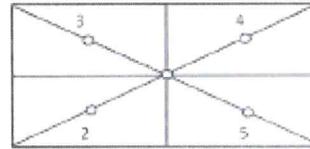
Página 2 de 3

Resultados :

Prueba de Excentricidad

| Valor Nominal | Posición | Diferencia con el centro |
|---------------------------|----------|--------------------------|
| 400 | 2 | 0,01 g |
| | 3 | 0,01 g |
| | 4 | 0,00 g |
| | 5 | 0,02 g |
| Error de carga excentrica | | 0,02 g |

Receptor de Carga



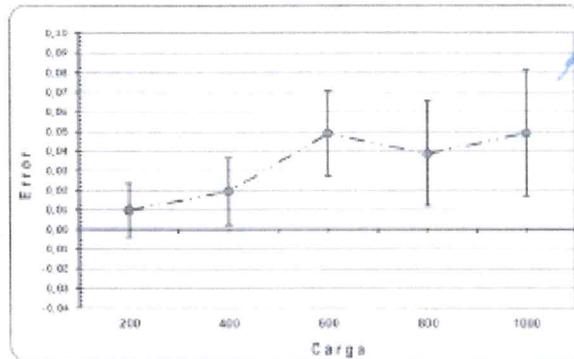
Frente

Prueba de Repetibilidad

| Carga de Prueba | Unidad de medida | Desviación Estandar | % de Max. | Repeticiones |
|-----------------|------------------|---------------------|-----------|--------------|
| 500 | g | 0,005 | 50,0% | 10 |

Prueba de Error de Indicación (e)

| Carga | Error | ** Incertidumbre | |
|-------|-------|------------------|--|
| | | k = 2 | |
| g | g | ± g | |
| 200 | 0,01 | 0,014 | |
| 400 | 0,02 | 0,017 | |
| 600 | 0,05 | 0,022 | |
| 800 | 0,04 | 0,027 | |
| 1 000 | 0,05 | 0,032 | |





Informe de Calibración

Laboratorio de Metrología en Magnitud Masa, Acreditado por la emm con documento M-81. Vigente a partir del 2011-05-09

Acreditación otorgada bajo la norma: NMX-EC-17025-IMNC-2006 - ISO/IEC 17025:2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración"

Número de Informe: msp-IC-0951/2014

Página 3 de 3

**** Incertidumbre:**

Se obtuvo multiplicando la incertidumbre combinada por un factor de cobertura de k=2, que corresponde a un nivel de confianza aproximado del 95% para una Distribución Normal, y es estimada conforme a: NMX-CH-140-IMNC-2002 "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones" equivalente a "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP and OIML (1995)". Se consideran contribuciones asociadas a:

Masas patrón, resolución del Instrumento, carga excentrica, repetibilidad, empuje del aire, deriva de patrones y efectos de convección.

Trazabilidad metrologica:

Nuestros patrones son calibrados en el Centro Nacional de Metrología (CENAM), o en algún laboratorio acreditado por emm, por lo cual este informe documenta la trazabilidad al Kilogramo patrón No. 21, que materializa la unidad física de medida de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI)

Equipo Patrón:

| Descripción | Inventario | Marca | Modelo | Informe de Cal. | Exactitud | Vigencia |
|----------------|-------------|---------|---------------|-----------------|-----------|------------|
| Juego de Pisas | msp-CM-1401 | Satorus | YCS 31-613-00 | ICM-18/25 | F1.0MA | 2014-11-29 |

Instrumentos de medición ambiental:

| Descripción | Inventario | Marca | Modelo | Serie |
|----------------------|----------------|-------------------|---------------------|-----------|
| Meteorómetro Digital | msp-C-M-PTM-81 | Davis Instruments | Precipitation 11400 | PE0615A12 |

Referencias:

- Guía Técnica de Trazabilidad Metrologica e Incertidumbre de Medida en la Magnitud de Masa para Calibración de Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático. - Centro Nacional de Metrología (CENAM) - Entidad Mexicana de Acreditación (emm) - (2013)
- NOM 008-SCFI-2002 "Sistema General de Unidades de Medida"
- NMX-Z-055-IMNC-2009 (ISO/IEC GUIDE 99:2007) "Vocabulario Internacional de Metrología" equivalente al VIM 3ª Edición

Atención:

Los resultados emitidos en este informe, perderán su validez y respaldo de msp, S.A. de C.V. cuando:

- Presenta tachaduras, enmendaduras o alteraciones en los resultados emitidos.
- Al instrumento, después de su calibración, se realiza un mantenimiento correctivo, se cambie de lugar o el usuario haga mal uso del mismo.

Notas:

Acercas de este Informe de Calibración:

- Ampara únicamente las mediciones realizadas al momento y bajo las condiciones mencionadas.
- Perderá su validez y respaldo de "msp, S.A. de C.V." si presenta tachaduras, enmendaduras o alteraciones en los resultados emitidos.
- Se refiere exclusivamente al elemento Calibrado y no puede ser reproducido en forma parcial, solo en su totalidad y es valido solo en original.

Acercas del instrumento calibrado:

- Los periodos de tiempo optimos para su calibración son determinados por el cliente con base a la frecuencia y uso que recibe.
- Fue calibrado en las instalaciones del cliente
- La prueba de error de indicación, se realizo una sola vez en cada punto indicado, en sentido ascendente.
- El cuidado y buen uso del instrumento garantizan los resultados emitidos en este informe.

Definiciones:

VIM: Vocabulario Internacional de Metrología.

Corrección: Compensación de un efecto sistemático estimado, y puede ser la adición de un valor, al resultado no corregido de una indicación para compensar un error sistemático.

Error de medida: Diferencia entre un valor medido de una magnitud y un valor de referencia.

Error sistemático de medida: Componente del error de medida que, en mediciones repetidas, permanece constante o varía de manera predecible.

Nota 1: El valor de referencia para un error sistemático es un valor verdadero, un valor medido de un patrón cuya incertidumbre de medida es despreciable.

Nota 2: El error sistemático y sus causas pueden ser conocidas o no. Para compensar un error sistemático conocido puede aplicarse una corrección.



Informe de Calibración

Laboratorio de Metrología en Magnitud Masa, Acreditado por la emm con documento M-81, Vigente a partir del 2011-05-09
Acreditación otorgada bajo la norma: NMX-EC-17025-IMNC-2003 - ISO/IEC 17025:2003 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración"

Número de Informe: **mSP-IC-0952/2014** Página: **1** de **3**

Cliente: **Geotec, S. A. de C. V.**
Domicilio: Londres, No. 44, Col. del Carmen Coyoacán.
Ciudad y Estado: México, D. F.
C. P.: 04100 **Orden de Servicio:** 0235-14-GEO

Instrumento :
Descripción: Balanza electrónica con receptor de carga cuadrado.
Marca: Sartorius
Modelo: GM 1502
Número de Serie: 1500834
Identificación: MS-01
Ubicación: No indicada
Alcance Máximo (Max): 1 500 g
División Mínima (d): 0,01 g

Procedimiento y Método de medición: "mSP PT 05" - Calibración de instrumentos para pesar de funcionamiento no automático (IPFNA), por el método de comparación directa.

Condiciones Ambientales de Medición:
 Temperatura Ambiente : 26,8 °C ± 1 °C Humedad Relativa : 32 % ± 2%
 Presión Atmosférica : 777,5 hPa ± 2 hPa Temperatura Superficial de las pesas : 27 °C ± 2 °C

Fecha de Calibración: 2014-07-22 **Fecha de Emisión:** 2014-07-23
Observaciones: El instrumento se ajustó antes de la calibración.

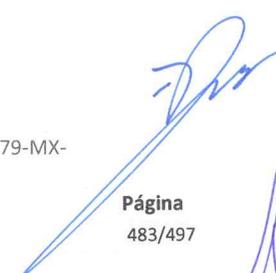
Realizado por:

Fernando I. Vazquez Leonel
 Signatario Autorizado

Aprobado por:

Teresa Calva Garcia
 Signatario Autorizado




Página
 483/497




Informe de Calibración

Laboratorio de Metrología en Magnitud Masa, Acreditado por la emm con documento M-81. Vigente a partir del 2011-05-09
Acreditación otorgada bajo la norma: NMX-EC-17025-IMNC-2006 - ISO/IEC 17025:2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración"

Número de Informe: msp-IC-0952/2014

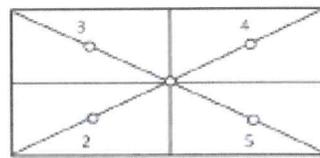
Página 2 de 3

Resultados :

Prueba de Excentricidad

| Valor Nominal | Posición | Diferencia con el centro |
|---------------------------|----------|--------------------------|
| 500 | 2 | -0,01 g |
| | 3 | 0,00 g |
| | 4 | 0,00 g |
| | 5 | -0,01 g |
| Error de carga excentrica | | 0,01 g |

Receptor de Carga



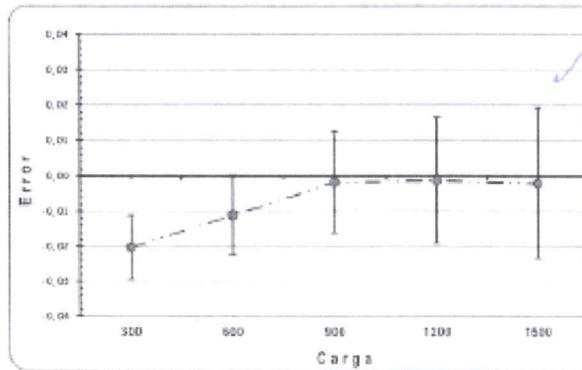
Frente

Prueba de Repetibilidad

| Carga de Prueba | Unidad de medida | Desviación Estandar | % de Max | Repeticiones |
|-----------------|------------------|---------------------|----------|--------------|
| 800 | g | 0,000 0 | 53,3% | 10 |

Prueba de Error de Indicación (1)

| Carga | Error | ** Incertidumbre k = 2 |
|-------|-------|---------------------------|
| g | g | ± g |
| 300 | -0,02 | 0,009 1 |
| 600 | -0,01 | 0,011 |
| 900 | 0,00 | 0,014 |
| 1 200 | 0,00 | 0,018 |
| 1 500 | 0,03 | 0,021 |





Informe de Calibración

Laboratorio de Metrología en Magnitud Masa, Acreditado por la eme con documento M-81, Vigente a partir del 2011-05-09

Acreditación otorgada bajo la norma: NMX-EC-17025-IMNC-2005 - ISO/IEC 17025:2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración"

Número de Informe: msp-IC-0952/2014

Página 3 de 3

**** Incertidumbre:**

Se obtuvo multiplicando la incertidumbre combinada por un factor de cobertura de k=2, que corresponde a un nivel de confianza aproximado del 95%, para una Distribución Normal, y es estimada conforme a: NMX-CH-140-IMNC-2002 "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones" equivalente a "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, BIPM, IEC/JCGI, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP and OIML (1995)"
Se consideran contribuciones asociadas a:

Masas patrón, resolución del instrumento, carga excentrica, repetibilidad, empuje del aire, deriva de patrones y efectos de convección.

Trazabilidad metrologica:

Nuestros patrones son calibrados en el Centro Nacional de Metrología (CENAM), o en algún laboratorio acreditado por eme, por lo cual este informe documenta la trazabilidad al kilogramo patrón No. 21, que materializa la unidad física de medida de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI)

Equipo Patrón:

| Descripción | Inventario | Marca | Modelo | Informe de Cal | Exactitud | Vigencia |
|----------------|-------------|----------|---------------|----------------|-----------|------------|
| Juego de Pesas | msp-0-MF101 | Satorras | YLS 31-613-03 | GM-16/20 | F1.0MM | 2014-11-26 |

Instrumentos de medición ambiental:

| Descripción | Inventario | Marca | Modelo | Serie |
|--------------------|---------------|-------------------|-----------------|------------|
| Hidrometro Digital | msp-0-N-PT-01 | Davis-Instruments | Preceptor II400 | PE60515A12 |

Referencias:

- 1) Guía Técnica de Trazabilidad Metrologica e Incertidumbre de Medida en la Magnitud de Masa para Calibración de Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático. - Centro Nacional de Metrología (CENAM) - Entidad Mexicana de Acreditación (eme) (2013).
- 2) NDM 008 SCFI 2002 "Sistema General de Unidades de Medida"
- 3) NMX 2 065-IMNC-2009 (ISO/IEC GUIDE 99:2007) "Vocabulario Internacional de Metrología" equivalente al VIM 3ª Edición.

Atención:

Los resultados emitidos en este informe, perderán su validez y respaldo de msp, S.A. de C.V. cuando:

- a) Presenta tachaduras, enmendaduras o alteraciones en los resultados emitidos.
- b) Al instrumento, después de su calibración, se realice un mantenimiento correctivo, se cambie de lugar o el usuario haga mal uso del mismo.

Notas

Acercas de este Informe de Calibración:

- a) Ampara únicamente las mediciones realizadas al momento y bajo las condiciones mencionadas.
- b) Perderá su validez y respaldo de "msp, S.A. de C.V." si presenta tachaduras, enmendaduras o alteraciones en los resultados emitidos.
- c) Se refiere exclusivamente al Instrumento Calibrado y no puede ser reproducido en forma parcial, solo en su totalidad y es valido solo en original.

Acercas del Instrumento calibrado:

- a) Los periodos de tiempo optimos para su calibración son determinados por el cliente con base a la frecuencia y uso que recibe.
- b) Fue calibrado en las instalaciones del cliente.
- c) La prueba de error de indicación, se realizó una sola vez en cada punto indicado, en sentido ascendente.
- d) El cuidado y buen uso del instrumento garantizan los resultados emitidos en este informe.

Definiciones:

VIM: Vocabulario Internacional de Metrología

Corrección: Compensación de un efecto sistemático estimado, y puede ser la adición de un valor, al resultado no corregido de una indicación para Compensar un error sistemático.

Error de medida: Diferencia entre un valor medido de una magnitud y un valor de referencia.

Error sistemático de medida: Componente del error de medida que, en mediciones repetidas, permanece constante o varía de manera predecible.

Nota 1: El valor de referencia para un error sistemático es un valor verdadero, un valor medido de un patrón cuya incertidumbre de medida es despreciable.

Nota 2: El error sistemático y sus causas pueden ser conocidas o no. Para compensar un error sistemático conocido puede aplicarse una corrección.

acreditación



entidad mexicana de acreditación a.c.

ACREDITA
A

METROLOGÍA Y SERVICIOS DE PESAJE, S.A. DE C.V.

**PROF. CARLOS HANK GONZÁLEZ, NO. 2, COL. UNIDAD HABITACIONAL COCEM.
C.P. 54913, TULTITLÁN, ESTADO DE MÉXICO.**

Como Laboratorio de Calibración de acuerdo a los Requisitos establecidos en la Norma Mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006 (ISO/IEC 17025:2005) para las actividades de evaluación de la conformidad en el área:

MASA*

El cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005 por parte de un laboratorio significa que el laboratorio cumple tanto los requisitos de competencia técnica como los requisitos del sistema de gestión necesarios para que pueda entregar de forma consistente resultados de ensayos y calibraciones técnicamente válidas. Los requisitos del sistema de gestión de la Norma ISO/IEC 17025:2005 (sección 4) están escritos en un lenguaje que corresponde con las operaciones de un laboratorio y satisfacen los principios de la Norma ISO 9001:2008 "Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos" y además son afines a sus requisitos pertinentes."


Maria Isabel López Martínez
Directora Ejecutiva



Acreditación No: M-81
Vigente a partir del 2011-05-09*

*En el alcance establecido en el anexo técnico correspondiente 11LC0081, 11LC0095 Siempre que se presente este documento como evidencia de acreditación, deberá estar acompañado del anexo técnico.

FOR-LAB-011-01

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final



L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015



Página
486/497




Comité de Evaluación de Competencia
Credencial de acreditación n° 564
Calle de la Industria
No. 12, P.O. Box 4300
México, D.F. C.P. México LSC 01 800 022 29 40

México, D.F., 16 de abril de 2014
Número de Ref. 14LC0204

Asunto: Notificación de Dictamen
Mantener la acreditación

Ing. Mariano Villarreal Gaytán,
Representante Autorizado
Metrología y Servicios de Pesaje, S.A. de C.V.
Presente

Me refiero a la tercera vigilancia como laboratorio de calibración en el área de masa de conformidad con la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 (ISO/IEC 17025 2005) "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayos y de calibración" y considerando el informe de evaluación documental de fecha 24 de marzo de 2014, le informo

Con fundamento en lo dispuesto en los artículos 68, 69, 70, 70-C y 81, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y en el punto 16.11 del MP-FP002 (vigente) "Evaluación y acreditación de laboratorios de calibración y/o ensayo (pruebas) con base en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 / ISO/IEC 17025 2005, me permito notificarle que el Comité de Evaluación de Laboratorios de Calibración durante la reunión de fecha 16 de abril del presente, emitió dictamen técnico favorable

Confirmando que la acreditación No. M-81 continuará vigente

Cabe mencionar, que las actividades que se desarrollen con motivo de la presente acreditación, deberán ajustarse puntualmente a los requerimientos que exige la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las reglas, procedimientos y métodos que se establezcan en las normas oficiales mexicanas, las normas mexicanas y en su defecto las internacionales, de lo contrario, pueden incurrir en las sanciones que expresamente se consignan en dicha ley, así como también en los procedimientos aplicables de la entidad mexicana de acreditación, a.c.

Sin otro particular por el momento, agradeciendo de antemano la atención que se sirva dedicarle a la presente notificación, quedo a sus órdenes.

Atentamente,


María Isabel López Martínez
Directora Ejecutiva

c.c.p. expediente

Página 1 de 1

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

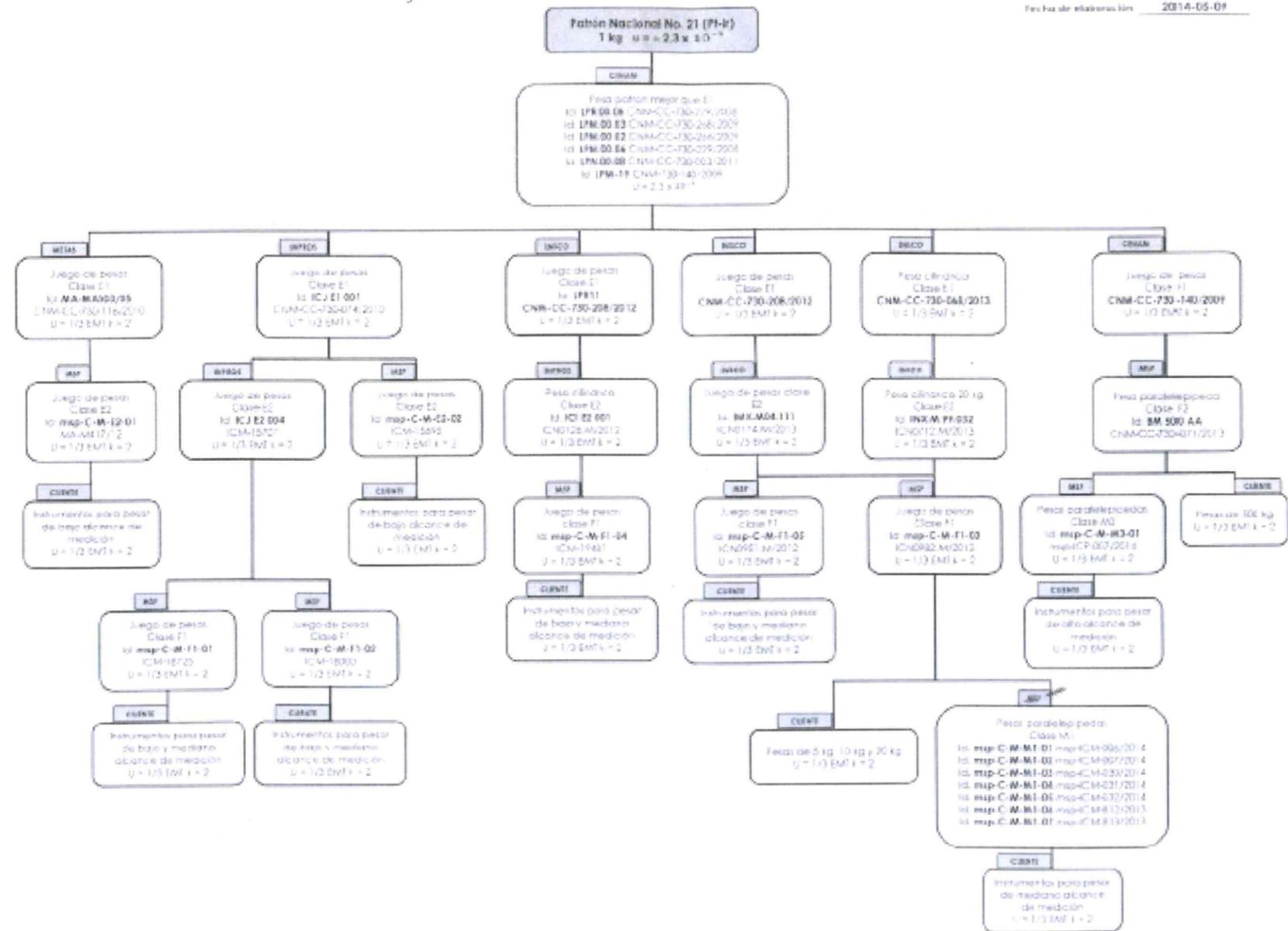
07/07/2015


Página
487/497



Carta de Trazabilidad

Fecha de elaboración: 2014-05-01



| | | | | |
|-----------|------------------|---------------------------|-----------------|-------------|
| Documento | Fecha de emisión | Fecha de entrada en vigor | No. de revisión | Pág. 1 de 1 |
| FI.13.02 | 2013-02-12 | 2013-04-01 | 1 | |

Carlos Hank González, No. 2, Col. Cocern I Infonavit, Tlalnahuacán, Eda. de México, C. P. 54913 Tels: (55) 5 884-2045 / 5 894-7938 Tel/Fax: (55) 5 884-7430 mas@labmetrologia.com

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

14.34 Certificado de calibración del penetrometro dinámico

METROLOGIA MESSTECHNIK

REPARACION-FABRICACION

S.A. DE C.V.

VENTA Y CALIBRACION

INFORME DE CALIBRACION

INFORME No.- MM-46771-2015 PAG.- 1 DE.- 2
FECHA DE CAL.- 2015-JUNIO-04 EMISION.- 2015-JUNIO-04

CLIENTE.- ESPECIALISTAS EN ACABADOS PROFESIONALES, S.A. DE C.V.
DIRECCION.- Alborada No. 136 Int. 901 Col. Tlalpat, C.P. 14010, México, D.F.

DATOS DEL EQUIPO SUJETO A CALIBRACION

INSTRUMENTO.- MASAS DE PENETROMETRO
MARCA.- PAGANI MODELO.- DPM 030
SERIE.- P001366 CODIGO.- S/No
EXACTITUD.- N/E RESOLUCION.- N/E
ALCANCE DE MEDICION.- 2,4 kg / 13,6 kg / 30 kg DIV. MIN.- FIJAS
PROCEDIMIENTO.- PM-1610-1 MAGNITUD.- MASAS

DATOS DEL EQUIPO PATRON DE REFERENCIA

INSTRUMENTO.- JUEGO DE MASAS CILINDRICAS DE ACERO INOXIDABLE 28 pcs
MARCA.- INSCO
MODELO.- 8020314/8074414
SERIE.- 0097
CODIGO.- MM-2000-M10-0
EXACTITUD.- OIML-F1
ALC. MAX.- 41 kg RESOLUCION.- 1 mg
TRAZABLE A.- CENAM Via Lab-Enu-M24 (Vigencia de 2 años Informe No. MM-3494-2015)
VIGENCIA DEL PATRON.- 2017-ENERO

CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACION

TEMPERATURA.- 21,4 °C ± 0,2 °C HUMEDAD REL.- 50 % ± 1 % H.R. PRESION ATM.- 779 hPa ± 1 kPa

CALIBRACION REALIZADA EN.- Calz. Méx. Tacuba No. 1186 Col. Argentina, México, D.F.
NORMATIVA (S) APLICADA (S).- NDM-008-SCFI-2002 Y OIML-R-111
FECHA DE RECEPCION DEL EQUIPO.- 2015-JUNIO-02

Orden de Servicio.- 10 329 Folio No. 80119

CALIBRÓ.- *Manuel Macías Hernández*

AUTORIZÓ.- *Ing. Luis Raúl Gallardo Nolasco*

RESULTADO DE LA CALIBRACION.- Ver Hoja dos

OBSERVACIONES.-

Laboratorio de Metrología Certificado ISO 9001:2008 No. ECMX-0817/13 RPS-01-09 (Rev. 5)

SE PROHIBEN CUALQUIER REPRODUCCIONES, REPRODUCCIONES PARCIALES O PARCELES DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE METROLOGIA MESSTECHNIK, S.A. DE C.V.

Calz. México Tacuba No. 1186, Col. Argentina Deleg. Miguel Hidalgo C.P. 11270 México, D.F.
Tels. 53-99-55-76, 50-49-32-38, 50-49-32-39 Fax: 55-27-51-97

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
489/497

METROLOGIA MESSTECHNIK

REPARACION-FABRICACION

S.A. DE C.V.

VENTA Y CALIBRACION

**INFORME DE LECTURAS
MAGNITUD MASAS**

SERIE: P001366

No. - MM-46771-2015

PAG. 2 DE 2

FECHA - 2015-JUNIO-04

CLIENTE - ESPECIALISTAS EN ACABADOS PROFESIONALES, S.A. DE C.V.

INSTRUMENTO - JUEGO DE MASAS DE PENETROMETRO MARCA: PAGANI
ALCANCE DE MEDICION DE: 30 kg / 13,6 kg / 2,40 kg

EL VALOR DE MASA CONVENCIONAL EN LA MEDIDA DE CINCO MEDICIONES POR CADA CATEGORIA SE ENVIARON

| MASA No. | NOMINAL kg | Valor de masa convencional g | Valor de masa convencional g | CORRECCION g | % ERROR RELATIVO | INCERTIDUMBRE g |
|----------|------------|------------------------------|------------------------------|--------------|------------------|-----------------|
| 1000 | 2,400 | 2 400,0 | 2 885,0 | -265,00 | 11,042 | 6,892E-03 |
| 1000 | 13,600 | 13 600,0 | 17 427,1 | -3 827,10 | 28,140 | 1,167E-01 |
| 1000 | 30,000 | 30 000,0 | 30 005,0 | -5,00 | 0,017 | 3,831E+02 |

CONSIDERANDO UN NIVEL DE CONFIANZA DE 95,45 %
FACTOR DE COBERTURA k=2

- 1.- MASA CONVENCIONAL. ESTA MAGNITUD ESTA DEFINIDA EN LA RECOMENDACION INTERNACIONAL OIML D26
- 2.- LA INCERTIDUMBRE MOSTRADA ES 1/3 DEL EMT (ERROR MAXIMO TOLERADO) DE LA CLASE M2 DE LA NORMA ITM APLICADA SIN DIBUJOS. LA INCERTIDUMBRE OBTENIDA FUE MENOR AL VALOR EXPRESADO Y SE OBTUVO AL TRIPLICAR LA INCERTIDUMBRE ESTANDAR CONSIDERADA POR UN FACTOR DE COBERTURA DE DOS (K=2), CORRESPONDIENTE A UN NIVEL DE CONFIANZA DE 95,45 % APROXIMADAMENTE Y FUE CALCULADA DEACUERDO A LA NORMATIVA NMX-CH-140-IMNC-2002 "CUMPLIR LA DIRECCION DE LA INCERTIDUMBRE EN LAS MEDICIONES"
- 3.- EL PRESENTE INFORME DE CALIBRACION SOLO ABARCA LAS MEDICIONES REPORTADAS EN EL MOMENTO Y CONDICIONES AMBIENTALES Y DE USO EN QUE SE REALIZO ESTA CALIBRACION EN LAS MASAS EXPRESADO EN LA HOJA No. 1.
- 4.- METROLOGIA MESSTECHNIK NO AVALA NINGUNA CARACTERISTICA DE LAS MASAS DIFERENTES DE LAS DESCRITAS EN ESTE DOCUMENTO.
- 5.- ESTE INFORME DE CALIBRACION ES VALIDO UNICAMENTE EN SU FORMA INTEGRAL Y ORIGINAL CON SU SELLO Y FIRMAS.
- 6.- ES RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE EL RECALIBRAR LAS MASAS A INTERVALOS APROPIADOS.
- 7.- LAS MEDICIONES EXPRESADAS RESPETAN LA NORMATIVA DE REFERENCIA NOM-088-SCFI-2002.
- 8.- LA INCERTIDUMBRE EXPRESADA EN ESTE INFORME DE CALIBRACION NO INCLUYE POSIBLES CAMBIOS CAUSADOS POR DENUNTA A LARGO PLAZO EN LA RESPUESTA DE LAS MASAS DEBEN SER DETERMINADOS INDIVIDUALMENTE POR EL USUARIO, CON BASE EN LOS DATOS HISTORICOS DEL EQUIPO.

NORMATIVA APLICADA AL PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION POR REFERENCIA:

OIML-R-111

LOS RESULTADOS EXPRESADOS EN ESTE INFORME DE CALIBRACION SON VALIDOS EN LAS CONDICIONES BAJA LAS CUALES FUERON EFECTUADAS LAS MEDICIONES. SE PROHIBE LA REPRODUCCION DE ESTE INFORME, SIN EL PERMISO ESCRITO DEL LABORATORIO DE METROLOGIA MESSTECHNIK, S.A. DE C.V.

FIN DEL INFORME.



8149

Calz. México Tacuba No. 1186, Col. Argentina Deleg. Miguel Hidalgo C.P. 11270 México, D.F.
Tels. 55-99-55-76, 50-49-32-38, 50-49-32-39 Fax: 55-27-51-97

Metro de la Ciudad de México

Diagnóstico del túnel de la línea 12

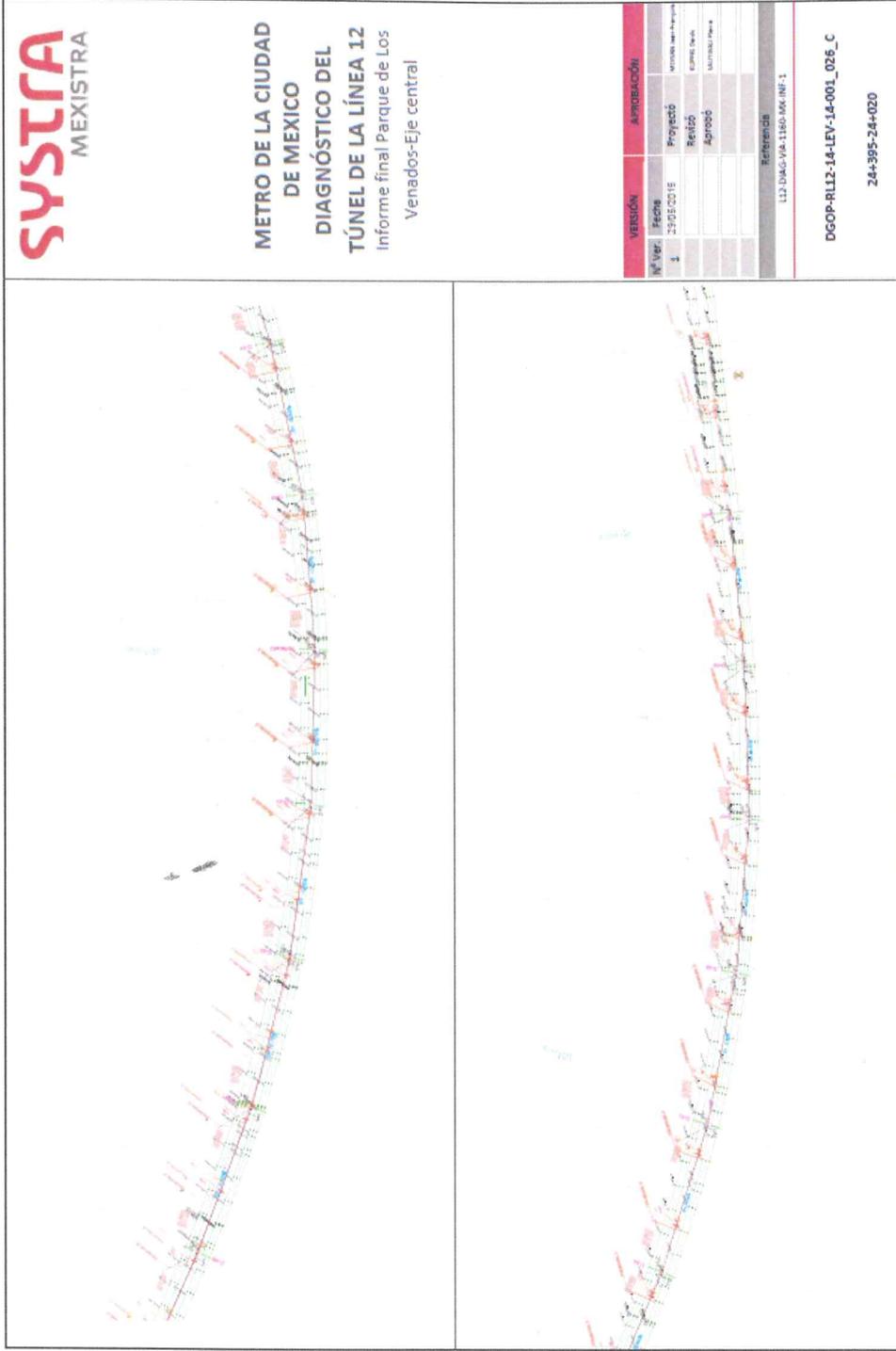
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
490/497

14.35 DGOP-RL12-14-LEV-14-001_026_C 24+020-24+395



SYSTRA
MEXISTRA

METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO
DIAGNÓSTICO DEL TÚNEL DE LA LÍNEA 12
Informe final Parque de Los Venados-Eje central

| VERSIÓN | Actualización |
|---------|----------------------------|
| Nº Ver. | Proyecto |
| 1 | Revisión |
| | Aprobó |
| | Elaboró |
| | Revisó |
| | Referencia |
| | L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1 |

DGOP-RL12-14-LEV-14-001_026_C
24+395-24+020

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
491/497

SYSTRA
MEXISTRA

METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO
DIAGNÓSTICO DEL TÚNEL DE LA LÍNEA 12
Informe final Parque de Los Venados-Eje central

| VERSIÓN | | APROBACIÓN | |
|----------------------------|------------|------------|----------|
| Nº Ver. | Fecha | Proyectó | Modificó |
| 1 | 25/05/2015 | Revisó | Elaboró |
| | | Aprobó | Autorizó |
| Referencia | | | |
| L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1 | | | |

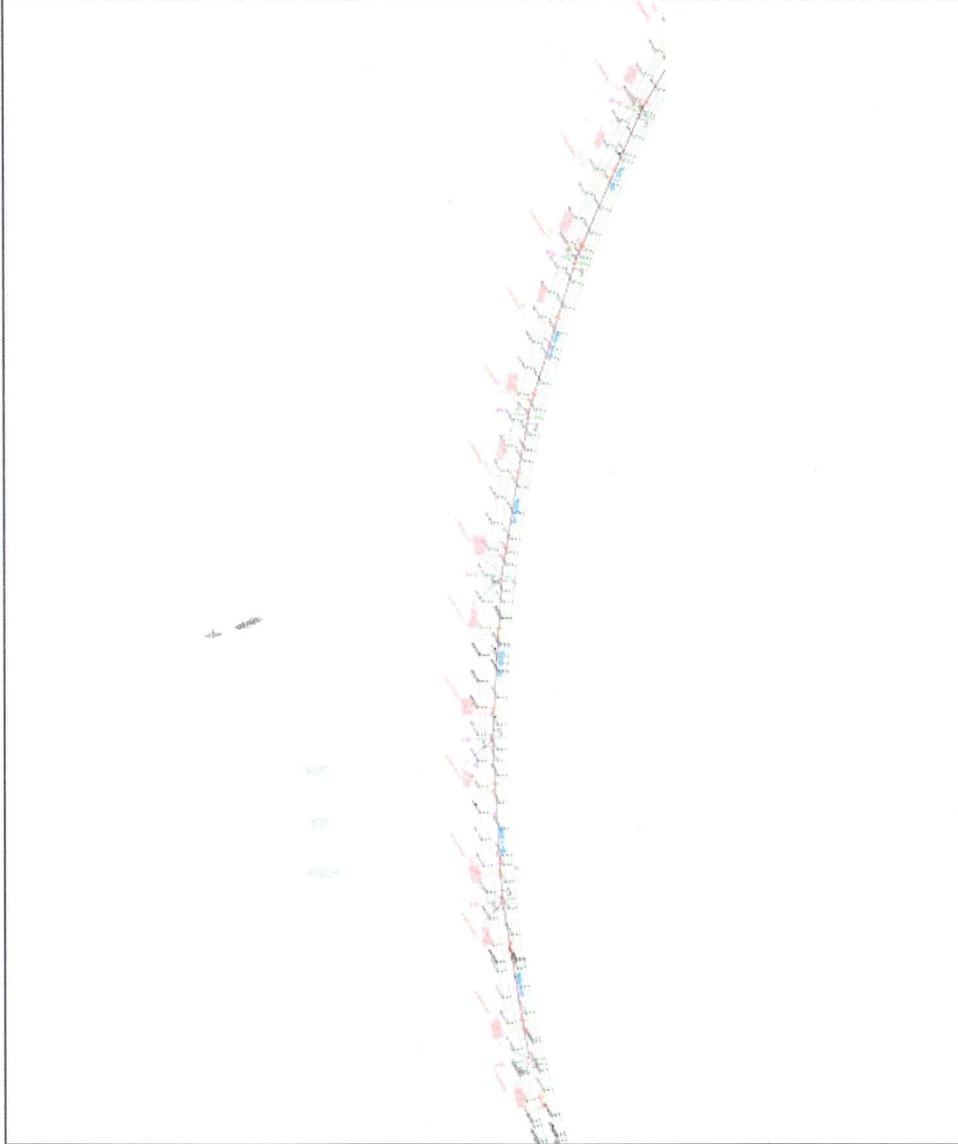
DGOP-RL12-14-LEV-14-001_026_C

25+190-24+785

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1
07/07/2015

Página
493/497



SYSTRA
MEXISTRA

METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO
DIAGNÓSTICO DEL TÚNEL DE LA LÍNEA 12
Informe final Parque de Los Venados-Eje central

| VERSIÓN | | APROBACIÓN | |
|---------|------------|-----------------|---------------------|
| Nº | Fecha | Proyecto | Motivo del Proyecto |
| 1 | 23/07/2015 | RL12-14-001_026 | LOCALIZACIÓN |
| | | ADT000 | MULTIUSUARIOS |

Referencia:
L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

DGOP-RL12-14-LEV-14-001_026_C
25+295-25+190

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

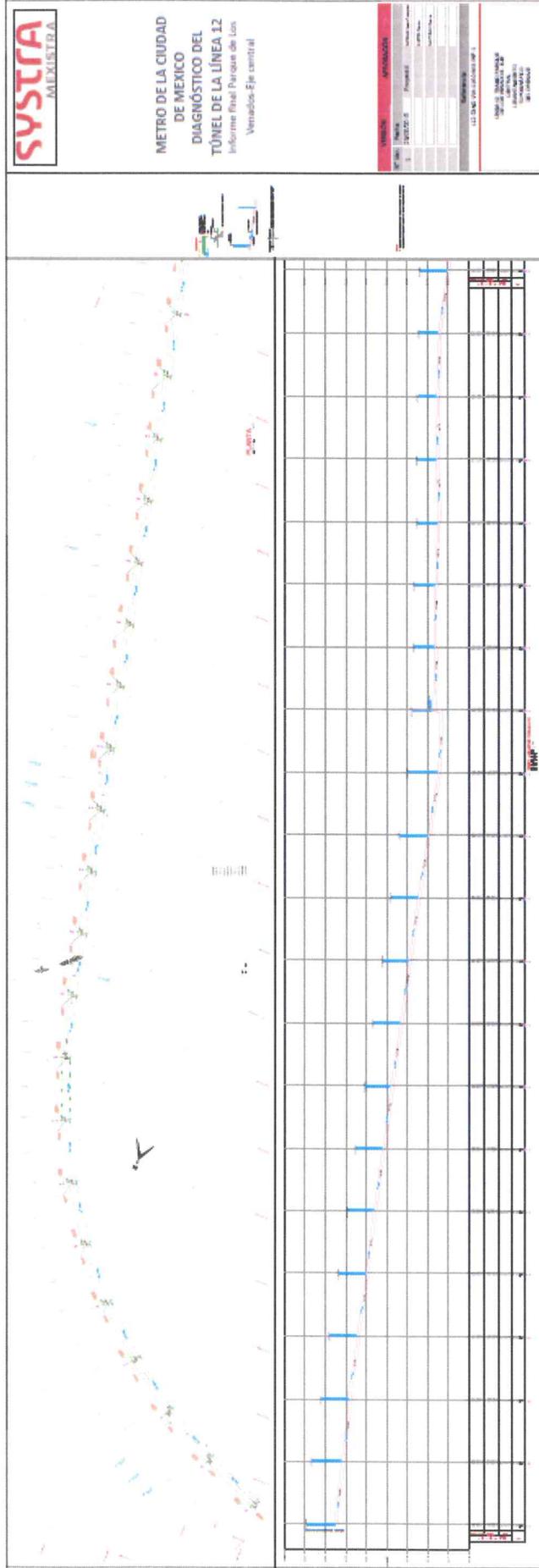
L12-DIAG-VIA-1179-MX-INF-1

07/07/2015

Página
494/497



14.39 Línea 12_Eje Central - Parque Venados_drenaje 1



[Handwritten signature]

Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

[Handwritten signature]

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
495/497

SYSTRA
MEXISTRA

METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO
DIAGNÓSTICO DEL TÚNEL DE LA LÍNEA 12
Informe final Parque de Los Venados-Eje central

| | |
|----------------------|---------------------|
| PROYECTO | OPORTUNIDAD |
| Nº DE PROYECTO | PROYECTO |
| FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE APROBACIÓN |
| ELABORADO POR | REVISADO POR |
| APROBADO POR | FECHA DE APROBACIÓN |

112-DIAG-VIA-1179-MX-1

SYSTRA
MEXISTRA

Final del documento



Metro de la Ciudad de México
Diagnóstico del túnel de la línea 12
Informe final

L12-DIAG-VIA-1179-MX-
INF-1

07/07/2015

Página
497/497