ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN BARRIOS DE LAS COMUNAS 1, 4, 5 y 9 EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA



INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

ELABORADO POR:

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
MAGÍSTER EN INGENIERÍA

OCTUBRE DE 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla de contenido

.....1
.....1
Introducción.....10
1 Objetivos.....11
1.1 Objetivo general.....11
1.2 Objetivos específicos.....11
2 Antecedentes.....12
2.1 Localización del proyecto.....12
2.2 Descripción del proyecto.....12
2.3 Zonificación Geotécnica.....14
2.3.1 Geología.....14
2.3.2 Geosismicidad.....16
3 Marco de referencia.....18
3.1 Condiciones geotécnicas especiales.....18
3.1.1 Expansividad.....18
3.1.1.1 Técnicas de mejoramiento de suelos expansivos.....19
3.1.2 Suelos colapsables.....20
3.2 Capacidad de carga relativa de soporte.....22
3.3 Análisis estadístico.....23
4 Metodología.....24
4.1 Trabajo de campo.....24
4.2 Ensayos de laboratorio.....24
4.3 Análisis de ingeniería.....24
5 Resultados.....25
5.1 Exploración del subsuelo.....25
5.1.1 Profundidad y ubicación de exploraciones.....25
5.1.2 Registro fotográfico de actividades en campo.....31
5.2 Caracterización geotécnica de los tramos viales.....36
5.2.1 Comuna 1, Barrios Holanda y Panamá.....36
5.2.1.1 Perfiles estratigráficos (barrios Holanda y Panamá).....36
5.2.1.2 Nivel freático (barrios Holanda y Panamá).....37
5.2.1.3 Modelo geotécnico (barrios Holanda y República de Panamá).....38
5.2.1.4 Descripción de la subrasante (barrios Holanda y Panamá).....38

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.2.1.5 Expansividad (barrios Holanda y Panamá) 39
5.2.1.6 Suelos colapsables (barrios Holanda y Panamá) 40
5.2.1.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Holanda y Panamá) 40
5.2.2 Comuna 5, Barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme 41
5.2.2.1 Perfiles estratigráficos (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme) 41
5.2.2.2 Nivel freático (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme) 43
5.2.2.3 Modelo geotécnico (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme) 43
5.2.2.4 Descripción de la subrasante (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme) 43
5.2.2.5 Expansividad (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme) 44
5.2.2.6 Suelos colapsables (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme) 46
5.2.2.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme) 46
5.2.3 Comuna 5, Barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina 47
5.2.3.1 Perfiles estratigráficos (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina) 47
5.2.3.2 Nivel freático (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina) 49
5.2.3.3 Modelo geotécnico (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina) 49
5.2.3.4 Descripción de la subrasante (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina) 50
5.2.3.5 Expansividad (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina) 51
5.2.3.6 Suelos colapsables (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina) 52
5.2.3.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina) 52
5.2.4 Comuna 4, Barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de septiembre, Los Araújos 53
5.2.4.1 Perfiles estratigráficos (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos) 53
5.2.4.2 Nivel freático (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos) 54
5.2.4.3 Modelo geotécnico (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos) 55
5.2.4.4 Descripción de la subrasante (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos) 55
5.2.4.5 Expansividad (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos) 56

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.2.4.6 Suelos colapsables (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos) 57
5.2.4.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)) 57
5.2.5 Comuna 4, Barrios Villa Melissa y Los Robles 58
5.2.5.1 Perfiles estratigráficos (barrios Villa Melissa y Los Robles) 58
5.2.5.2 Nivel freático (barrios Villa Melissa y Los Robles) 60
5.2.5.3 Modelo geotécnico (barrios Villa Melissa y Los Robles) 60
5.2.5.4 Descripción de la subrasante (barrios Villa Melissa y Los Robles) 60
5.2.5.5 Expansividad (barrios Villa Melissa y Los Robles) 61
5.2.5.6 Suelos colapsables (barrios Villa Melissa y Los Robles) 62
5.2.5.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Villa Melissa y Los Robles) 63
5.2.6 Comuna 9, Barrio Mocarí 63
5.2.6.1 Perfiles estratigráficos (barrios Mocarí) 63
5.2.6.2 Nivel freático (barrio Mocarí) 66
5.2.6.3 Modelo geotécnico (barrio Mocarí) 66
5.2.6.4 Descripción de la subrasante (barrio Mocarí) 66
5.2.6.5 Expansividad (barrio Mocarí) 68
5.2.6.6 Suelos colapsables (barrio Mocarí) 68
5.2.6.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrio Mocarí) 69
5.2.7 Comuna 9, barrio INEM 69
5.2.7.1 Perfiles estratigráficos (barrio INEM) 69
5.2.7.2 Nivel freático (barrio INEM) 71
5.2.7.3 Modelo geotécnico (barrio INEM) 71
5.2.7.4 Descripción de la subrasante (barrio INEM) 71
5.2.7.5 Expansividad (barrio INEM) 72
5.2.7.6 Suelos colapsables (barrio INEM) 73
5.2.7.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrio INEM) 73
6 Conclusiones 75
6.1 Barrios Holanda y Panamá 75
6.2 Barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme 75
6.3 Barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina 76
6.4 Barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de septiembre, Los Araújos 76
6.5 Barrios Villa Melissa y Los Robles 77

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERIA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

6.6 Barrio Mocarí 77
6.7 Barrio INEM 78
7 Recomendaciones 79
7.1 Geotécnicas y constructivas 79
8 Limitaciones del estudio geotécnico 80
Bibliografía 81

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de tramos viales a intervenir....13
Tabla 2. Parámetros sísmicos según NSR10....17
Tabla 3. Criterios para evaluar la expansividad según NSR10....18
Tabla 4.Potencial de expansión de un suelo en función de IP, LC y LL....18
Tabla 5.Potencial de expansión en función del IP y LL....18
Tabla 6. Valores de gravedad específica para diferentes tipos de suelo....21
Tabla 7. Esfuerzos desarrollados en la muestra patrón a diferentes penetraciones en el sistema internacional e inglés....22
Tabla 8. Clasificación de los suelos en función del CBR....23
Tabla 9. Percentil para determinar CBR en función de la variable transito....23
Tabla 10. Profundidad explorada y coordenadas de las exploraciones, Barrio Buenavista....25
Tabla 11. Ubicación de apiques en los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme....26
Tabla 12. Ubicación de apiques en los barrios Santander y Pastrana Borrero....27
Tabla 13. Ubicación de apiques en el barrio La Granja....27
Tabla 14. Ubicación de apiques en el barrio Villa Melissa....28
Tabla 15. Ubicación de apiques en el barrio Mocarí....29
Tabla 16. Ubicación de apiques en el barrio INEM....30
Tabla 17. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 105....36
Tabla 18. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 106....36
Tabla 19. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 107....37
Tabla 20. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 108....37
Tabla 21. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Holanda y Panamá....37
Tabla 22. Evaluación de expansividad para los barrios Holanda y Panamá....39
Tabla 23. Valores de presión de expansión para los barrios Holanda y Panamá....39
Tabla 24. Revisión de suelos colapsables (barrios Holanda y Panamá)....40
Tabla 25. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Holanda y Panamá)....40
Tabla 26. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 109....41
Tabla 27. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 110....41
Tabla 28. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 111....42
Tabla 29. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 112....42
Tabla 30. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 113....43
Tabla 31. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme....43
Tabla 32. Evaluación de expansividad para los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme....44
Tabla 33. Valores de presión de expansión para los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme....45
Tabla 34. Revisión de suelos colapsables (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)....46
Tabla 35. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)....46
Tabla 36. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 114....47
Tabla 37. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 136....48
Tabla 38. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 135....48
Tabla 39. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 115....48

INFORME DE EVALUACIÓN DE SUBRASANTE - COMUNAS 1, 4, 5 Y 9 MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 40. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 134 49
Tabla 41. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina.....49
Tabla 42. Evaluación de expansividad para los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina.....51
Tabla 43. Valores de presión de expansión para los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina.....51
Tabla 44. Revisión de suelos colapsables (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina).....52
Tabla 45. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Santander y Pastrana Borrero) 52
Tabla 46. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 116 53
Tabla 47. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 117 53
Tabla 48. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 118 54
Tabla 49. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 119 54
Tabla 50. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos 54
Tabla 51. Evaluación de expansividad para los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos.....56
Tabla 52. Valores de presión de expansión para los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos.....56
Tabla 53. Revisión de suelos colapsables (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos) 57
Tabla 54. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos) 57
Tabla 55. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 120 58
Tabla 56. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 121 59
Tabla 57. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 133 59
Tabla 58. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 122 59
Tabla 59. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 124 60
Tabla 60. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Villa Melissa y Los Robles 60
Tabla 61. Evaluación de expansividad para los barrios Villa Melissa y Los Robles 61
Tabla 62. Valores de presión de expansión para el barrio Villa Melissa y Los Robles.....62
Tabla 63. Revisión de suelos colapsables (barrios Villa Melissa y Los Robles).....63
Tabla 64. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Villa Melissa y Los Robles) .63
Tabla 65. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 143 64
Tabla 66. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 144 64
Tabla 67. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 145 64
Tabla 68. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 146 65
Tabla 69. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 147 65
Tabla 70. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 148 65
Tabla 71. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrio Mocarí 66
Tabla 72. Evaluación de expansividad para el barrio Mocari 68
Tabla 73. Valores de presión de expansión para el barrio Mocarí 68

INFORME DE EJECUCIÓN DE OBRAS SANEF COMUNAS 1, 4 Y 9 MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 74. Revisión de suelos colapsables (barrio Mocarí) 68
Tabla 75. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrio Mocarí) 69
Tabla 76. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 149 70
Tabla 77. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 150 70
Tabla 78. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 151 70
Tabla 79. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 152 71
Tabla 80. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrio INEM 71
Tabla 81. Evaluación de expansividad para el barrio INEM 72
Tabla 82. Valores de presión de expansión para el barrio INEM 73
Tabla 83. Revisión de suelos colapsables (barrio INEM) 73
Tabla 84. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios INEM) 73

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Índice de figuras

Figura 1. Imagen satelital del sector 12
Figura 2. Principales rasgos tectónicos de las cuencas del VIM y Sinú–San Jacinto 15
Figura 3. Mapa geológico regional 15
Figura 4. Placas tectónicas 16
Figura 5. Localización epicentral de sismos con magnitud mayor 16
Figura 6. Mapa de amenaza sísmica 17
Figura 7. Criterios para evaluar la expansividad según los criterios de Abduljauwad y Al-Sulaimani 19
Figura 8. Ubicación de apiques en los barrios Holanda y Republica de Panamá 25
Figura 9. Ubicación de apiques en los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme 26
Figura 10. Ubicación de apiques en los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina 27
Figura 11. Ubicación de apiques en los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de septiembre, Los Araujos 28
Figura 12. Ubicación de apiques en el barrio Villa Melissa 29
Figura 13. Ubicación de apiques en el barrio Mocarí 30
Figura 14. Ubicación de apiques en el barrio INEM 30
Figura 15. Registro fotográfico de las exploraciones 31
Figura 16. Modelo geotécnico, barrios Holanda y Panamá 38
Figura 17. Modelo geotécnico, barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme 45
Figura 18. Distribución normal para valores de CBR de diseño para los barrios 47
Figura 19. Modelo geotécnico, barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina 50
Figura 20. Modelo geotécnico, ... 55
Figura 21. Distribución normal para valores de CBR de diseño para los 58
Figura 22. Modelo geotécnico, barrio Villa Melissa y Los Robles 62
Figura 23. Modelo geotécnico, barrio Mocarí 67
Figura 24. Modelo geotécnico, ... 72

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Introducción

En el presente informe se expone los resultados de la exploración al sub suelo a través de calicatas exploratorias, así mismo la información obtenida en los ensayos de laboratorio realizados a las muestras de suelos extraídas, en condición alterada e inalterada, con lo cual, se elaboró los perfiles estratigráficos que permitieron la construcción de un modelo geotécnico, el cual, resume las condiciones hidráulicas y geomecánicas de los tramos viales donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido de 5.75 km de vías urbanas distribuidos en veintitrés (23) barrios de las comunas 1, 4, 5 y 9 en el municipio de Montería, departamento de Córdoba. Seguidamente se realizó un análisis de ingeniería que arrojó la evaluación de la capacidad relativa de carga del suelo de soporte. Así mismo, se expresan recomendaciones geotécnicas y constructivas según las condiciones geotécnicas especiales encontradas en el área de estudio.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

- Determinar las condiciones geomecánicas especiales, perfil sísmico y características geomecánicas del suelo de soporte ubicado en vías de barrios pertenecientes a las comunas 1, 4, 5 y 9, donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar los perfiles estratigráficos de cada una de las exploraciones en los tramos de vía a construir.
- Evaluar los riesgos por condiciones geotécnicas especiales.
- Determinar las propiedades geotécnicas relevantes para el diseño de la estructura de pavimento proyectada.
- Plantear recomendaciones generales para el correcto manejo geotécnico del sector ante la intervención proyectada.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

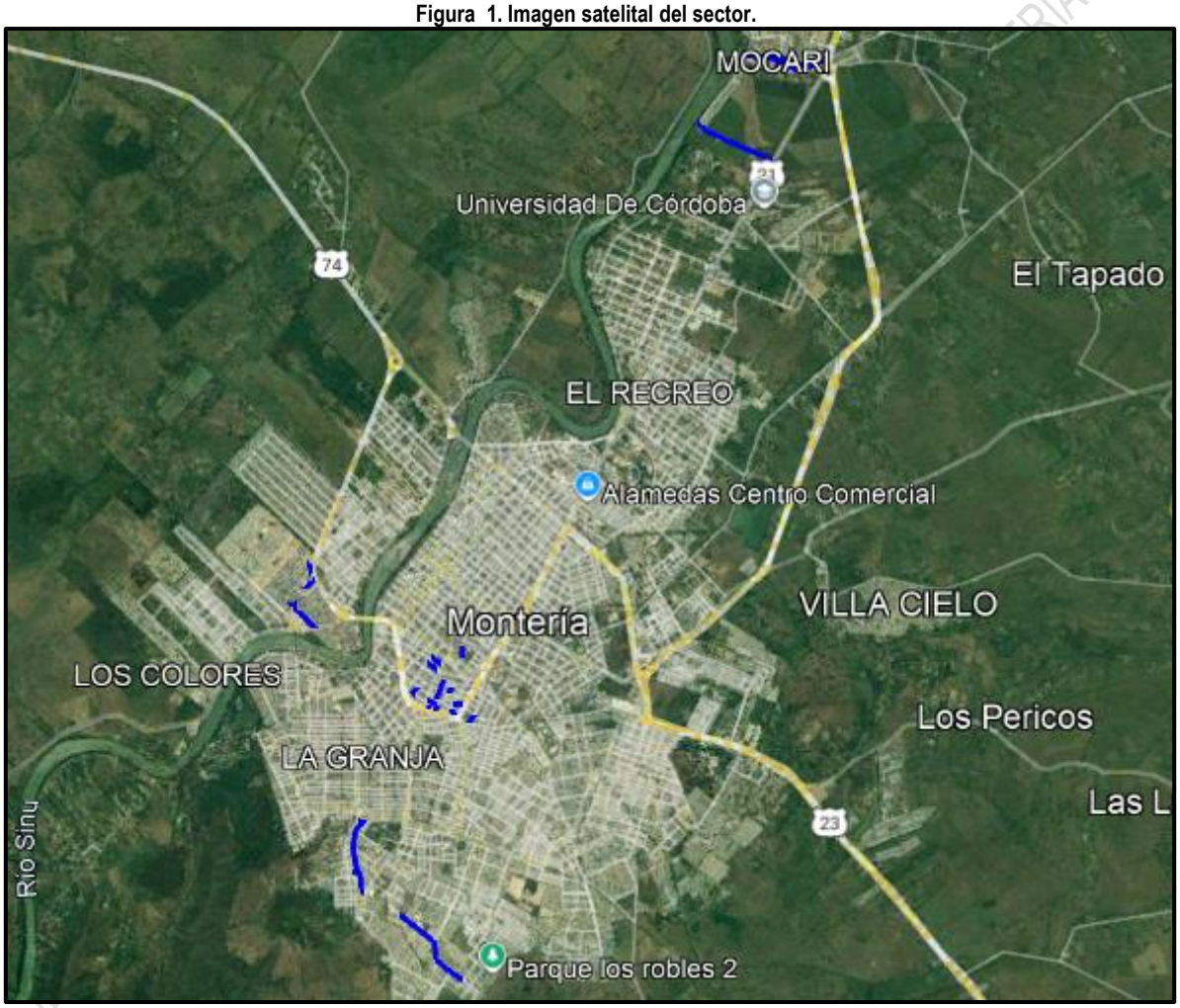
Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

2 Antecedentes

2.1 Localización del proyecto

El proyecto se encuentra localizado en los barrios Holanda, Panamá, Chuchurubí, Chambacú, Balboa, Lacharme, Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia, Urbina, Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos y Villa Melissa, Mocarí e INEM, pertenecientes a las comunas 1, 4, 5 y 9, zona urbana del municipio de Montería, Departamento de Córdoba.

Figura 1. Imagen satelital del sector.



Fuente: Google (2024) Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

2.2 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de pavimento rígido en concreto hidráulico en aproximadamente 3.90 km de vías urbanas, distribuidos en barrios de las comunas 1, 4, 5 y 9, como se muestra en la tabla 1. Como característica principal se evidencia la circulación en una sola calzada

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

en ambos sentidos, con un ancho variable según la geometría actual. La anterior descripción se realiza con base en la información suministrada por el solicitante y la visita de campo.

Tabla 1. Descripción de tramos viales a intervenir

Comuna	Barrios	Longitud del tramo (km)	Dirección
1	Holanda y República de Panamá	0.646	Calle 16ª entre las carreras 3W y 7AW
			Carrera 7W entre las calles 16ª y 17
			Carrera 7AW entre las calles 18 y 20
			Bajada de la carrera 8W
			Calle 19ª entre las calles 20 y carrera 8AW
5	Chuchurubí, Chambacú, Balboa, y Lacharme	0.553	Carrera 9ª entre las calles 23 y 24
			Carrera 10 entre las calles 22 y 22c
			Calle 17ª entre las carreras 8b y 9
			Calle 18 entre las carreras 8b y 9
			Carrera 8c entre las calles 14 y 15
			Calle 14 entre las carreras 8c y 8d
	Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina	0.793	Carrera 11 entre calles 15 y 16b
			Carrera 12 entre calles 16 y 16ª
			Calle 14 entre carreras 9 y 12
			Carrera 12 entre avenida circunvalar y calle 14
			Carrera 11 entre avenida circunvalar y calle 14
			Calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15
			Calle 15ª entre carreras 13 y 14
			Carrera 14B entre calles 13 y 15ª
4	Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos	0.849	Calle 4 entre carreras 8f y 8g
			Carrera 8G entre calle 4 y carrera 9
			Calle 6ª sur entre carreras 8f y 8g
	Villa Melissa	1.083	Doble calzada Villa Melissa entre carreras 12ª y 26ª
9	Mocarí e INEM	1.822	Calle 1 entre la carrera 2 y la vía Montería – Cereté
			Calle 94 entre la calle 39 y la carrera 2ª
			Calle 95 entre la carrera 4 y la vía Montería - Cereté

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

2.3 Zonificación Geotécnica

2.3.1 Geología

Para conocer un poco sobre la geología del sitio se hace necesario entender un poco el marco geológico regional y como se conforma la estructura de la cuenca caribe colombiana y la manera como esta ha evolucionado:

Aproximadamente a finales del Mesozoico se configuran dos estilos de márgenes continentales en el noroeste de Suramérica. En el cretácico tardío, hacia el oeste se desarrolló un margen activo sobre el actual Océano pacífico y ocurrió una colisión entre Suramérica y el límite este de la actual placa Caribe que ocasionó en el crecimiento de lo que ahora es la cordillera occidental de Colombia. De otra parte, hacia el norte de Suramérica se desarrolló un margen pasivo, que se ha relacionado con la extensión del mesozoico entre Norteamérica y Suramérica y por ende el desarrollo de la cuenca oceánica caribe.

Desde el cretácico tardío hasta el neógeno temprano, la placa pacífica comienza un movimiento continuo hacia el noreste a lo largo de una zona de fallas de orientación NE-SW. De esta manera se lleva a cabo el emplazamiento de la cordillera occidental y el casamiento de la cuenca caribe (terrenos del Sinú y san Jacinto).

La cuenca caribe colombiana es una cuenca de margen de placa, de edad cenozoica, estructurada de dos fajas o cinturones plegados adyacentes:

- El Cinturón Plegado de San Jacinto acrecionado al margen del norte de Colombia en el paleógeno. La mayor parte de su extensión aflora costa adentro. La porción norte se encuentra bajo el mar.
- El Cinturón Plegado del Sinú, el cual parece haber sido emplazado a lo largo de la margen oeste del Cinturón de San Jacinto y su edad probable es neógena. Únicamente su porción sur aflora costa adentro; dos terceras partes de su extensión hacen parte de la actual plataforma costera.

En el Cinturón Plegado del Sinú, así como en la culminación sur y norte del cinturón de san Jacinto, se desarrollan amplios sinclinales en relación con los mayores cabalgamientos, estas estructuras, por sus características representan cuencas longitudinales de hundimiento.

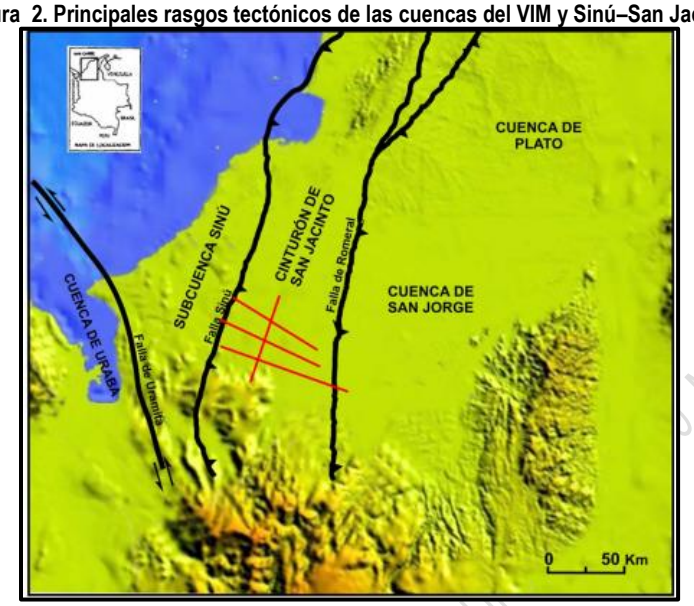
La geología del sitio indica la presencia de depósitos aluviales del período cuaternario (Plesitoceno). Geológicamente el sector se encuentra en la zona de ubicación del Cinturón Plegado del Sinú y el Cinturón de San Jacinto, más específicamente en el segundo. Estos dos cinturones se han formado por la ubicación geográfica que tiene esta zona del país, en donde la complejidad estructural y sedimentaria es producto de la estrecha interrelación y evolución tectono sedimentaria de la esquina noroccidental de Suramérica, donde la interacción de las placas tectónicas del Caribe y de Suramérica ha jugado un papel preponderante. Como resultado de la convergencia de estas placas desde finales del Mesozoico se han formado estas dos franjas plegadas, conocidas como Cinturón del Sinú, en la

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1 - 5 Y 9 MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

parte más occidental costera, y el Cinturón Fragmentado de San Jacinto, en la parte oriental del área, limitadas por el lineamiento del Sinú, como se puede observar en la figura 2.

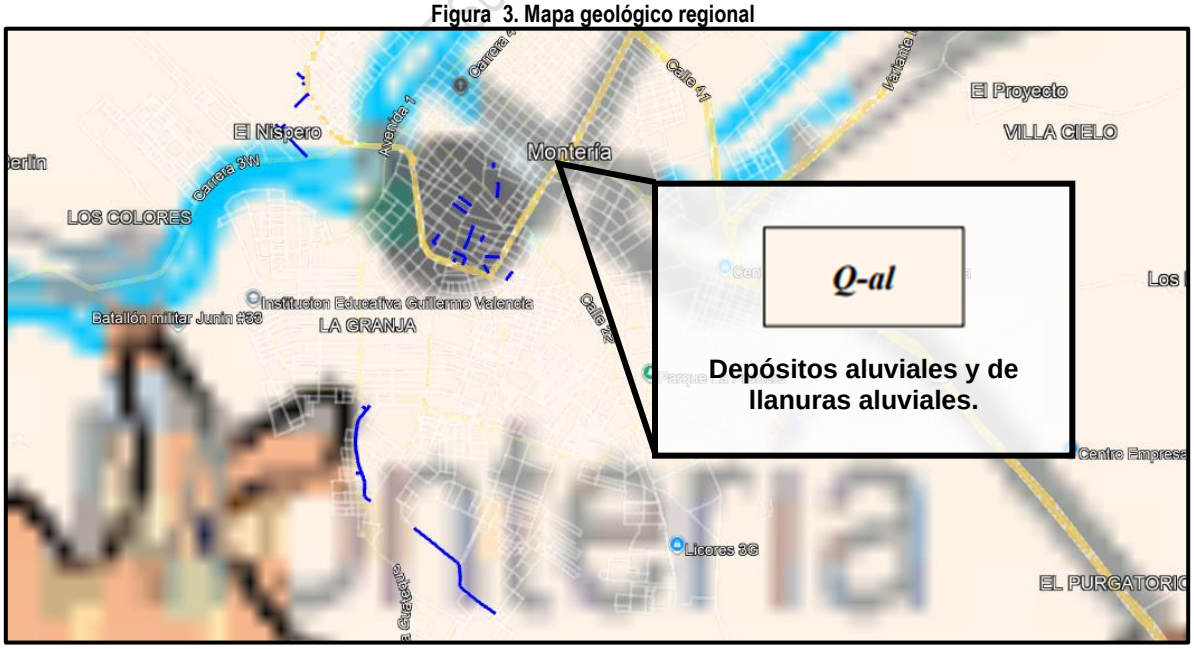
Figura 2. Principales rasgos tectónicos de las cuencas del VIM y Sinú–San Jacinto



Fuente: (Geokinetics International Inc, 2009)

Los depósitos que conforman los suelos del sitio son de naturaleza aluvial, producto de la sedimentación que ha producido el río Sinú y sus caños a lo largo de su existencia geológica (ver figura 3). Son principalmente de características limo-arcillosas de consistencia media y baja con intercalaciones de depósitos arenosos sueltos, limpios y finos.

Figura 3. Mapa geológico regional



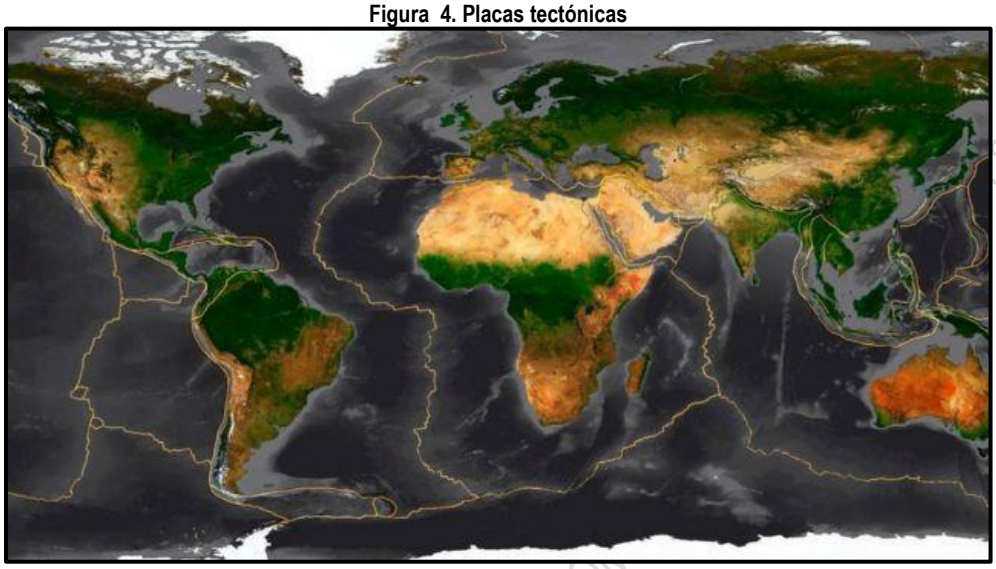
Fuente: (Gómez & Montes, 2020)

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

2.3.2 Geosismicidad

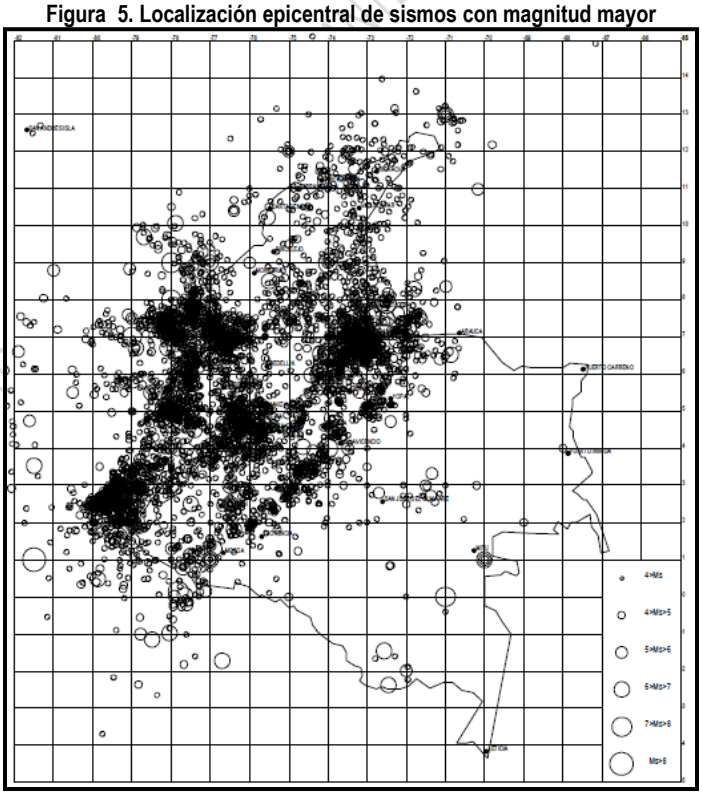
Esta zona presenta una tectónica importante relacionada con la acción de las placas tectónicas Caribe y Suramérica.

Figura 4. Placas tectónicas



Fuente: (Woo, 2017)

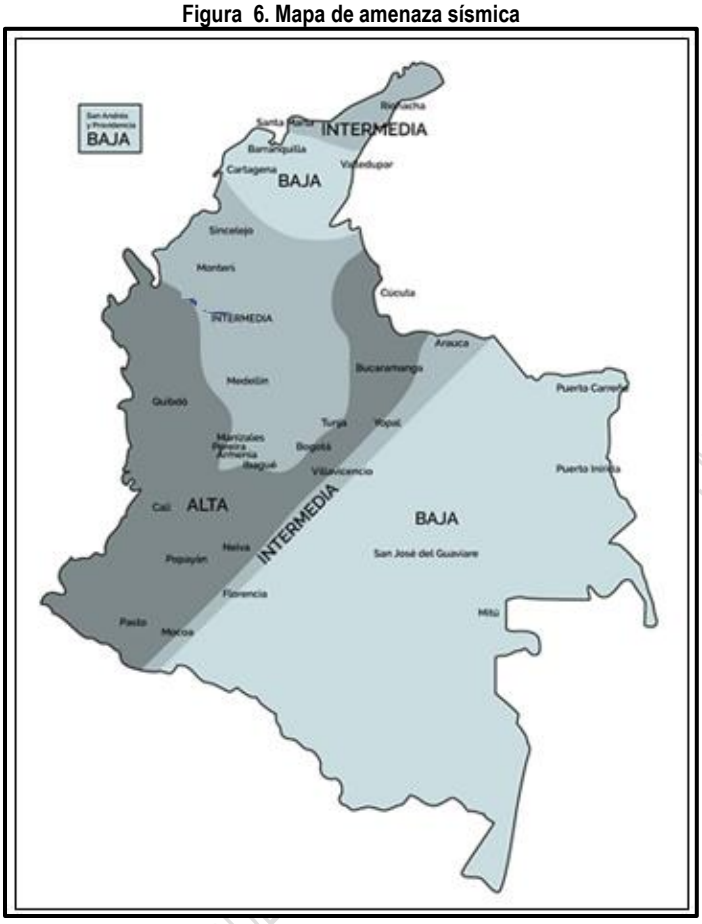
Figura 5. Localización epicentral de sismos con magnitud mayor



Fuente: (NSR, 2010)

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 6. Mapa de amenaza sísmica



Fuente: (Guzmán Garzón)

De acuerdo con lo descrito en la NSR10, el sitio en donde se realizará el proyecto (Municipio de Montería) se encuentra ubicado en una zona de amenaza intermedia.

Tabla 2. Parámetros sísmicos según NSR10

Zona de Amenaza Sísmica	A_a Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva	A_v Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva	A_e Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para diseño de seguridad limitada	A_d Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de diseño
Intermedia	0,10	0,15	0,06	0,04

Fuente: (NSR, 2010)

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

3 Marco de referencia

3.1 Condiciones geotécnicas especiales

3.1.1 Expansividad

El término expansividad puede definirse como la capacidad de un suelo de experimentar cambios volumétricos o de generar presión (si el suelo está confinado) al modificarse las condiciones de humedad. Existen varios criterios para evaluar la expansividad de una manera indirecta a través de la determinación del límite líquido, límite de contracción e índice de plasticidad. A continuación, se muestra en las tablas 6, 7 y 8 los criterios expuestos por la NSR-10 en el capítulo H.9.1.3, también se muestra los criterios de Chen (1987) y Djedid et al (2001) publicado por Rondon y Reyes (2022) y finalmente el criterio de INVIAS (2013a)

Tabla 3. Criterios para evaluar la expansividad según NSR10

Potencial de expansión	Expansión en consolidómetro [%]	Límite líquido LL [%]	Límite de contracción LC, [%]	Índice de plasticidad IP, [%]
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32
Alto	20 - 30	50 - 63	6 – 12	23 – 45
Medio	10 - 20	39 - 50	8 – 18	12 – 34
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20

Fuente: (NSR, 2010)

Tabla 4.Potencial de expansión de un suelo en función de IP, LC y LL

Potencial de expansión	IP [%]	LC [%]	LL [%]
Alto	> 25	7 - 12	50 - 70
Moderado	15 – 25	10 - 15	35 - 50
Bajo	< 18	> 15	20 - 35

Fuente: tomado de Chen (1987) y Djedid et al (2001)

Tabla 5.Potencial de expansión en función del IP y LL

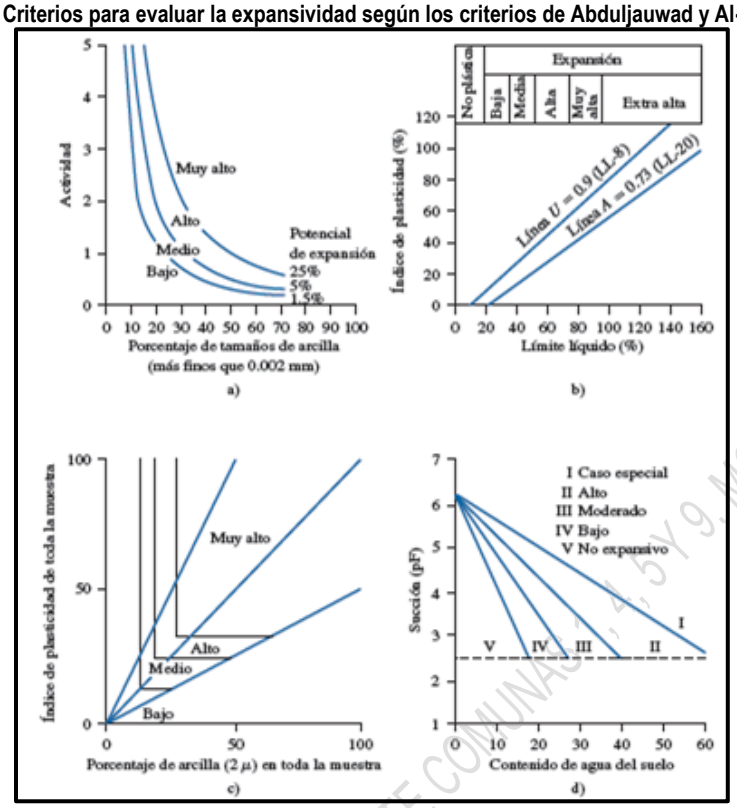
Potencial de expansión	LL [%]	IP [%]
Alto	> 60	> 35
Moderado	50 – 60	25 – 35
Bajo	< 50	< 25

Fuente: INVIAS (2013a) e INV. E-132

Otra forma de realizar la evaluación de la susceptibilidad a la expansión de materiales de grano fino es a través de los resultados de los límites de Atterberg y la ubicación de estos en la carta de plasticidad y siguiendo los criterios de Abduljauwad y Al-Sulaimani.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 7. Criterios para evaluar la expansividad según los criterios de Abduljauwad y Al-Sulaimani



Fuente: (DAS, Principios de Ingeniería de cimentaciones, 2012)

La predicción del potencial y presión de expansión es muy importante en el diseño de cimientos en suelos expansivos. Komornik y David (Komornik, 1969) realizaron pruebas de presión de expansión en muestras de suelo inalteradas y con base en análisis estadísticos de regresión desarrollaron la siguiente expresión:

$$LogP_{ex} = -2.132 + 0.021LL + 6.65 \times 10^{-4}\gamma_d - 0.027W_n \quad (1)$$

Donde:

P_{ex}: presión de expansión, [kgf / cm^2]

LL: límite líquido. [%]

γ_d: peso unitario seco, [kgf / m^3]

W_n: contenido de humedad, [%]

3.1.1.1 Técnicas de mejoramiento de suelos expansivos

3.1.1.1.1 Sustitución

Consiste en el remplazo o retiro de suelo expansivo por material granular que no presente cambios volumétricos por la fluctuación de humedad, este procedimiento es viable para áreas que representan

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

un volumen de remplazo pequeño. Las ventajas que presenta esta técnica se relacionan a continuación:

- La capa de remplazo (material granular) funciona como frontera contra la ascensión capilar del suelo.
- El costo de sustituir o reemplazar el suelo expansivo es menor que el desarrollo de una estabilización química (cal o cemento)
- El material de aporte o sustituto (material granular) compacto presenta mayor capacidad de soportar cargas.

Cuando se implemente esta técnica, se deberá describir el tipo de material sustituto, área y profundidad hasta la cual se deba realizar el reemplazo.

3.1.1.1.2 Estabilización química

Esta técnica consiste en la adición de agentes estabilizadores como la cal o el cemento, los cuales reaccionan en presencia de agua, generando una reorientación de las cargas eléctricas lo cual, se expresa como una modificación del material produciendo una disminución del índice de plasticidad e índice de contracción. La adición de cal o cemento es porcentual con base al peso seco del suelo a estabilizar. La principal desventaja de esta técnica es la logística de equipos para garantizar un proceso de mezcla intima entre el suelo y el agente estabilizador.

3.1.1.1.3 Compactación

Esta técnica busca el mejoramiento de la resistencia a partir de la reducción de vacíos en la masa de suelo a través de medios mecánicos. Esta técnica presenta diferencia significativa en los métodos según el tipo de suelo. Para suelos de características granulares se recomienda la vibración (rodillos lisos), mientras que para suelos cohesivos se recomienda la compresión (pata de cabra).

3.1.1.1.4 Humedecimiento o Presaturación

Consiste en desarrollar un proceso de hidratación con el objeto de inducir la expansión y luego mantener constante el contenido de agua o la humedad y de esta manera generar cambios volumétricos tolerables que no representen daño a las estructuras.

La mayor desventaja de este método de mejoramiento está asociado a las bajas permeabilidades de los suelos de grano fino (arcillas y limos), lo cual, genera un alto costo debido al tiempo que se requiera para generar un aumento del grado de saturación del suelo

3.1.2 Suelos colapsables

Determinados tipos de suelos pueden sufrir una disminución de volumen a la que se asocia un asentamiento sin necesidad de que les sea aplicada ninguna carga vertical, lo cual, es debido al proceso de una saturación sobrevenida.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE CUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2021

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

- Composición mineralógica con presencia de elementos solubles en agua: el acceso de agua a la estructura del material supondrá un proceso de disolución de parte de la estructura, colapsando el resto para reordenarse hasta alcanzar un grado de empaquetado conforme al estado de tensiones en que se encuentre el terreno.
- Textura granular con una estructura soportada por la matriz, en la cual los elementos de la fracción gruesa se encuentran separados y unidos entre ellos por elementos de granulometría fina (partículas de limos o arcillas) que pueden verse alterados por la saturación del material.
- Falta de compacidad de determinados suelos, de granulometría muy fina y baja plasticidad (limos): algunas formaciones de limos sedimentados en régimen eólico y bajo clima árido pueden sufrir un proceso de colapso si su humedad supera un determinado límite, por encima del cual las tensiones capilares (que juegan un papel esencial en el mantenimiento de la estructura) se desequilibran.
- Fenómenos asociados a procesos de pérdidas de la granulometría más fina (limo, arcilla) por erosión interna o por lavado inducido por un gradiente hidráulico sobrevenido (por bombeo de un pozo, por ejemplo.)

La estimación de la condición de colapso en una masa de suelo se da cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido. La NSR-10 en el titulo H, permite el uso de las siguientes expresiones para evaluar el potencial de colapso en una masa de suelo.

El suelo es estable cuando:

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrit}} > 1 \qquad (2)$$

El suelo es colapsable cuando:

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrit}} \leq 1 \qquad (3)$$

Donde:

$$\gamma_{dcrit} = \frac{\gamma_w}{\left(\frac{1}{G_s}\right) + LL} \qquad (4)$$

γ_w : peso unitario del agua, [kN / m^3]

G_s: gravedad específica, [adimensional]. Los valores de gravedad específica se pueden obtener a partir de las siguientes consideraciones:

Tabla 6. Valores de gravedad específica para diferentes tipos de suelo

Tipo de suelo	G_s
Arena de cuarzo	2.64-2.66
Limo	2.67-2.73
Arcilla	2.70-2.90

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNA 4, 5

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Yeso	2.60-2.75
Loes	2.65-2.73
Turbo	1.30-1.90

Fuente: (DAS, Principios de Ingeniería de cimentaciones, 2012)

LL: límite líquido, [%]

γ_d: es el peso unitario seco, [kN / m^3]. Se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_t}{(1+\omega)} \quad (5)$$

3.2 Capacidad de carga relativa de soporte

El ensayo de CBR por sus siglas en ingles [California Bearing Ratio], el cual, fue desarrollo por Stanton y Porte en 1929, se fundamenta en la comparación de los esfuerzos desarrollados sobre una muestra de suelo a unas penetraciones o profundidades específicas, con respecto a los esfuerzos desarrollados a las mismas profundidades en una muestra patrón o modelo.

En el caso de muestras inalteradas de suelo de subrasante, el esfuerzo se desarrolla a través de un pistón o vástago de 19.40 cm^2 [3 in^2] de área. La velocidad de aplicación de carga es del orden de 1.27mm/min. Así mismo, se realiza las anotaciones de la carga necesaria para desarrollar penetraciones de 2.50 mm [0.10 in].

El valor de CBR se expresa a través de la relación porcentual entre el esfuerzo para alcanzar 2.50 mm [0.10 in] y 5.00 mm [0.20 in] de penetración en la muestra de suelo y el esfuerzo experimentado en la muestra patrón o modelo a las penetraciones de 2.50 mm [0.10 in] y 5.00 mm [0.20 in]. A continuación, se muestra en la tabla 5, los esfuerzos desarrollados en la muestra patrón o modelo a diferentes penetraciones en el sistema internacional e inglés.

Tabla 7. Esfuerzos desarrollados en la muestra patrón a diferentes penetraciones en el sistema internacional e inglés

Penetración		Esfuerzo	
[mm]	[in]	[MPa]	[psi]
2.50	0.10	6.90	1000
5.00	0.20	10.30	1500
7.50	0.30	13.00	1900
10.00	0.40	15.80	2300
12.50	0.50	17.90	2600

$$CBR_{2.50[0.10]} = \frac{\sigma Suelo_{2.50[0.10]}}{6.90MPa\ [1000psi]} \quad (6)$$

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

$$CBR_{5.00[0.20]} = \frac{\sigma Suelo_{5.00[0.20]}}{10.30MPa\ [1500psi]} \quad (7)$$

Generalmente el valor de CBR en cada muestra inalterada ensayada corresponde al obtenido a una penetración de 2.50 mm [0.10 in]. Este ensayo debe realizarse en estado de humedad natural [humedad en la que se extrajo la muestra] y para una humedad de saturación, la cual se cree que se alcanza después de cuatro días de inmersión en agua, lo descrito anteriormente intenta simular la condición más crítica. En el periodo de inmersión en agua de las muestras inalteradas para CBR se puede obtener información de la expansión que puede experimentar el suelo de subrasante.

Con base a los valores de CBR se puede categorizar los suelos de subrasante según el desempeño mecánico. A continuación, en la tabla 7 se muestra la categorización:

Tabla 8. Clasificación de los suelos en función del CBR

CBR [%]	Clasificación general	Usos
0 - 3	Muy pobre	Subrasante
3 - 7	Pobre a regular	Subrasante
7 - 20	Regular	Afirmados y subbase
20 - 50	Bueno	Subbase y base
> 50	Excelente	Base

Fuente: Rondón y Reyes (2022)

3.3 Análisis estadístico

Para la selección del valor de CBR de diseño se adopta el criterio de sección homogénea de diseño, la cual, permite realizar diseños por tramos de características similares en términos de tránsito y condiciones hidráulicas e hidrológicas. Lo anterior se obtiene a través de diferentes métodos estadísticos tales como el uso de percentiles, promedio aritmético entre otros.

Para la selección del percentil de diseño se hace necesario determinar el número de eje equivalente de 8.2 toneladas que circularan en el carril de diseño en el periodo de diseño. A continuación, se muestra en la tabla 9 la correspondencia entre la variable tránsito y el percentil de diseño para determinar el CBR de la subrasante de la sección homogénea de diseño.

Tabla 9. Percentil para determinar CBR en función de la variable transito

Número de ejes de 8.2 toneladas [N]	Percentil de diseño [%]
$< 10^4$	60
10^4 - 10^6	75
$> 10^6$	87.5

Fuente: (Rondón Quintana & Reyes Lizcano, 2022)

La otra forma es realizar un promedio aritmético a través de los valores de CBR obtenido en las muestras inalteradas de la potencial subrasante del tramo vial.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMPLEMENTARIA 1 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

4 Metodología

Con el objeto de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados, el presente informe se fraccionó en tres etapas, las cuales se describen a continuación:

4.1 Trabajo de campo

Para la correcta caracterización de los tramos viales donde se proyecta la construcción de pavimento rígido en concreto hidráulico, se proponen las siguientes actividades metodológicas en campo:

- Ubicación de las exploraciones
- Construcción de perfil estratigráfico en campo
- Registro de presencia de nivel freático
- Registro fotográfico de las actividades de campo
- Observaciones puntuales del sitio

4.2 Ensayos de laboratorio

En esta etapa se busca determinar las propiedades físicas y mecánicas de los tipos de suelos encontrados en los apiques, para lo cual, se estima el desarrollo de los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis Granulométrico (I.N.V.E 213- 13)
- Humedad Natural (I.N.V.E 122- 13)
- Límites de Atterberg (I.N.V.E 125- 13, I.N.V.E 126- 13)
- Peso Específico (I.N.V.E 152- 13)
- Capacidad Relativa de Soporte CBR inalterado (I.N.V.E – 148 -13)
- Expansión axial en muestra de CBR inalterado (I.N.V.E – 148 -13)
- Relación de soporte del suelo en el laboratorio (I.N.V.E – 148 – 13)

4.3 Análisis de ingeniería

En esta etapa se realiza una evaluación, teniendo en cuenta las condiciones geomecánicas de los estratos encontrados durante la exploración, lo cual, soportado a través de los diferentes ensayos de laboratorio, tiene como propósito de suministrar las recomendaciones que han de sugerirse en el diseño y construcción de la estructura proyectada. Lo anterior se puede alcanzar mediante las siguientes actividades metodológicas:

- Construcción del perfil estratigráfico de cada una de las exploraciones realizadas
- Construcción del modelo geotécnico.
- Evaluación de riesgo geotécnico por condiciones especiales (expansión y colapsabilidad)
- Valores de parámetros geomecánicos seleccionados.
- Recomendaciones geotécnicas y constructivas.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE CON LINEAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERIA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5 Resultados

5.1 Exploración del subsuelo

Se realizaron treinta y tres (33) apiques en los tramos viales donde se proyecta la construcción de pavimento rígido en concreto hidráulico en barrios de las comunas 1, 4, 5 y 9, en el municipio de Montería. A las muestras extraídas fueron realizados diferentes ensayos de laboratorio. Estas perforaciones se realizaron con herramientas manuales.

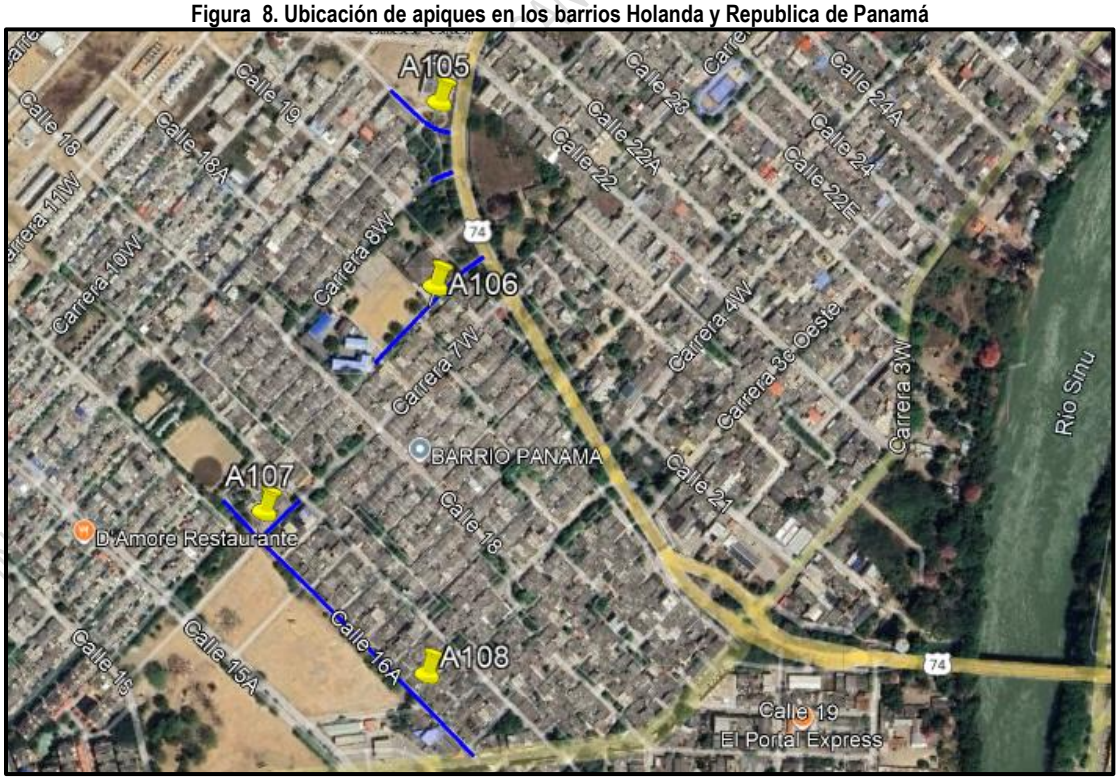
5.1.1 Profundidad y ubicación de exploraciones

Con base en la información suministrada por el solicitante se desarrollaron 33 apiques distribuidos en los tramos viales propuestos. En la tabla 10 se relacionan las profundidades exploradas y las coordenadas que permiten la ubicación de los apiques en los barrios Holanda y República de Panamá.

Tabla 10. Profundidad explorada y coordenadas de las exploraciones, Barrio Buenavista

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
Holanda y República de Panamá	APIQUE 105	1.50	8°45'21.78"N	75°53'49.78"O
	APIQUE 106	1.50	8°45'16.03"N	75°53'49.90"O
	APIQUE 107	1.50	8°45'9.00"N	75°53'55.31"O
	APIQUE 108	1.50	8°45'3.93"N	75°53'50.17"O

Figura 8. Ubicación de apiques en los barrios Holanda y Republica de Panamá



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

En la tabla 11 se relacionan las coordenadas y profundidades de los apiques realizados en los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme.

Tabla 11. Ubicación de apiques en los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme	APIQUE 109	1.50	8°45'0.76"N	75°53'1.64"O
	APIQUE 110	1.50	8°44'53.36"N	75°53'0.61"O
	APIQUE 111	1.50	8°44'51.36"N	75°53'8.76"O
	APIQUE 112	1.50	8°44'50.25"N	75°53'10.93"O
	APIQUE 113	1.50	8°44'41.90"N	75°53'16.39"O

Figura 9. Ubicación de apiques en los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

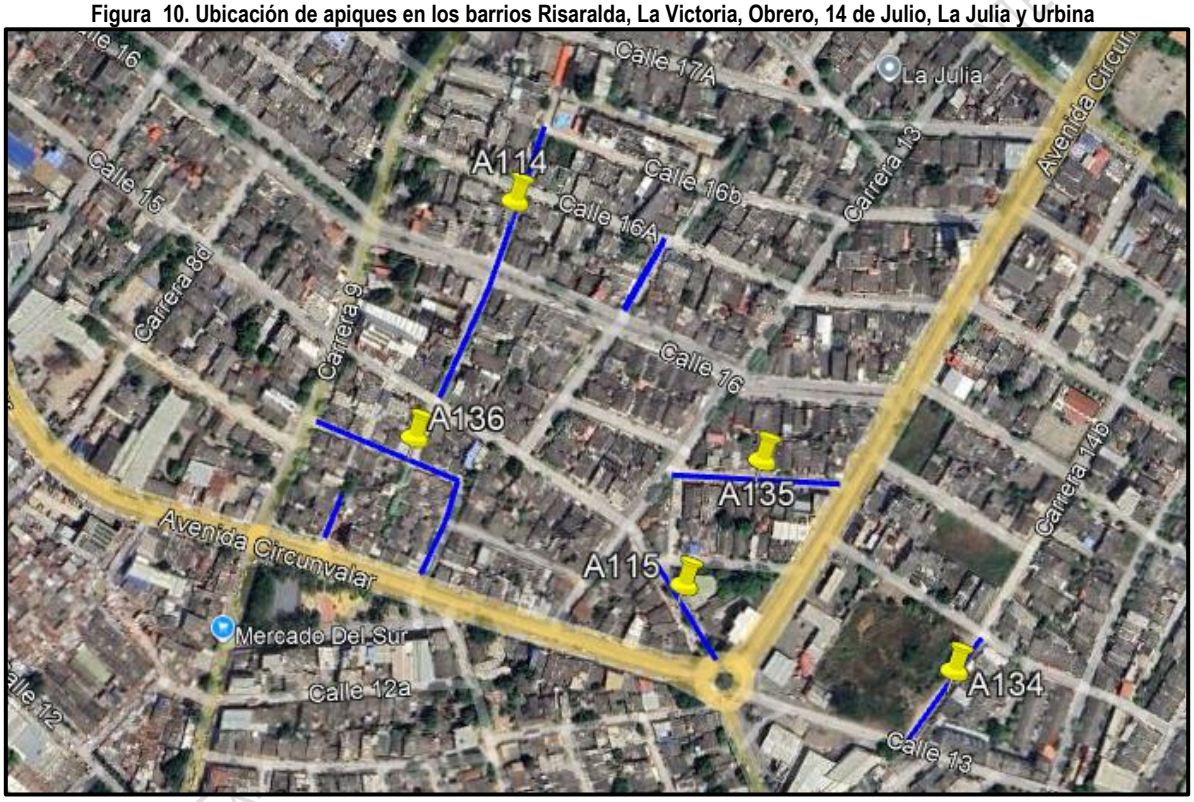
Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

En la tabla 12 se relacionan las coordenadas y profundidades de los apiques realizados en los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina.

Tabla 12. Ubicación de apiques en los barrios Santander y Pastrana Borrero

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia, Urbina	APIQUE 114	1.50	8°44'43.18"N	75°53'7.45"O
	APIQUE 136	1.50	8°44'37.91"N	75°53'9.68"O
	APIQUE 115	1.50	8°44'34.67"N	75°53'3.59"O
	APIQUE 135	1.50	8°44'37.45"N	75°53'1.86"O
	APIQUE 135	1.50	8°44'32.81"N	75°52'57.50"O

Figura 10. Ubicación de apiques en los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

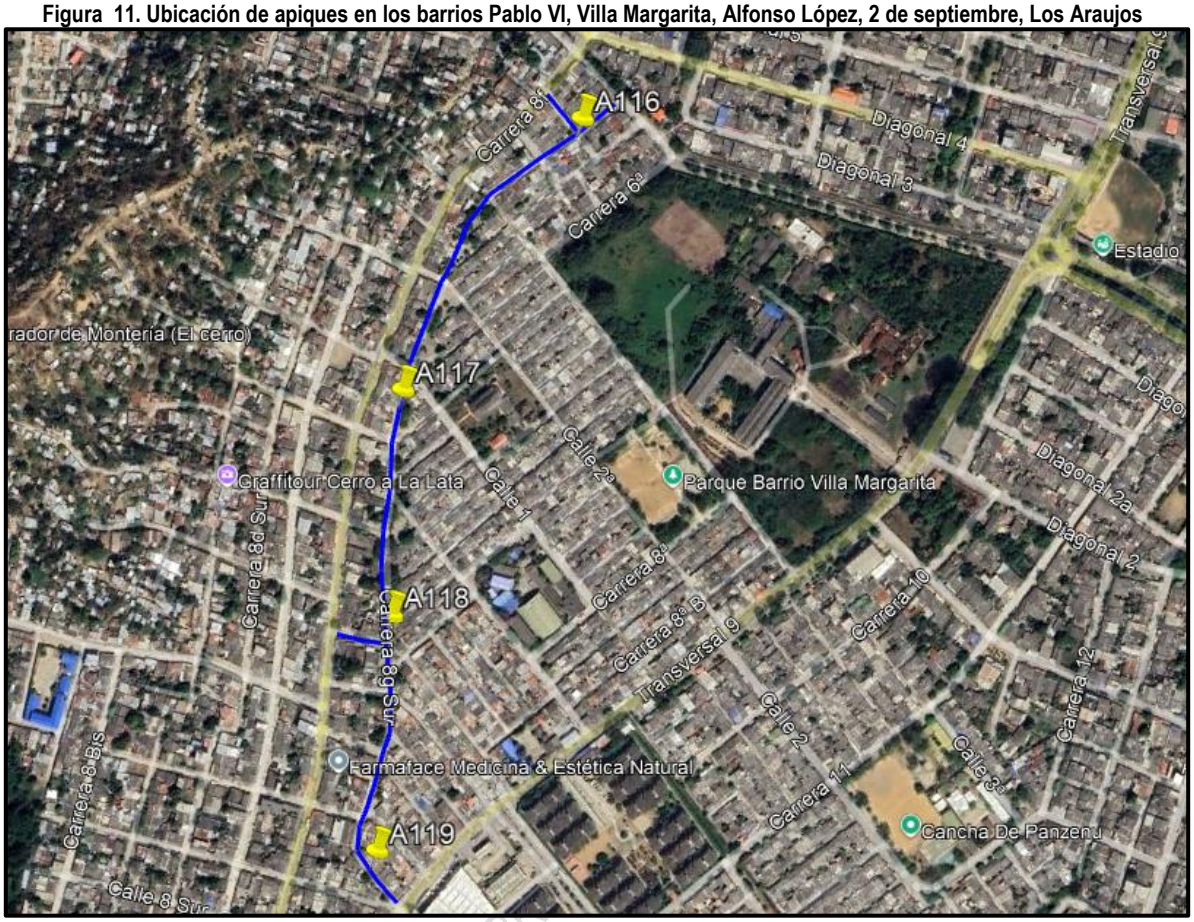
En la tabla 13 se relacionan las coordenadas y profundidades de los apiques realizados en los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre y Los Araujos.

Tabla 13. Ubicación de apiques en el barrio La Granja

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos	APIQUE 116	1.50	8°43'59.34"N	75°53'33.05"O
	APIQUE 117	1.50	8°43'50.44"N	75°53'35.87"O
	APIQUE 118	1.50	8°43'44.14"N	75°53'34.37"O
	APIQUE 119	1.50	8°43'37.53"N	75°53'32.88"O

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 11. Ubicación de apiques en los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de septiembre, Los Araujos



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

En la tabla 14 se relacionan las coordenadas y profundidades de los apiques realizados en el barrio Villa Melissa.

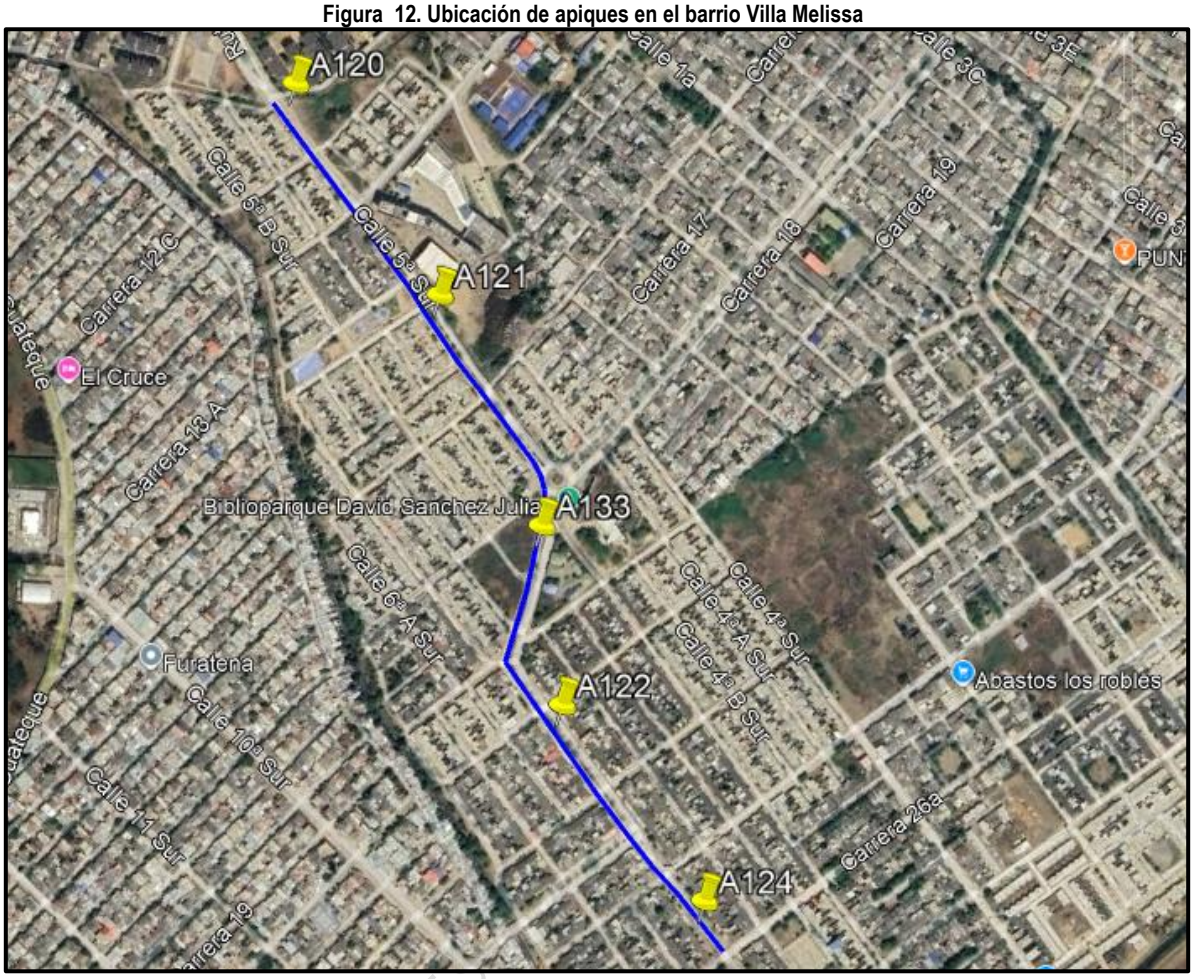
Tabla 14. Ubicación de apiques en el barrio Villa Melissa

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
Villa Melissa	APIQUE 120	1.50	8°43'30.29"N	75°53'20.54"O
	APIQUE 121	1.50	8°43'25.30"N	75°53'14.45"O
	APIQUE 133	1.50	8°43'19.39"N	75°53'9.45"O
	APIQUE 122	1.50	8°43'14.30"N	75°53'7.31"O
	APIQUE 124	1.50	8°43'9.75"N	75°53'1.41"O

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 12. Ubicación de apiques en el barrio Villa Melissa



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

En la tabla 15 se relacionan las coordenadas y profundidades de los apiques realizados en el barrio Mocarí.

Tabla 15. Ubicación de apiques en el barrio Mocarí

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
Mocarí	APIQUE 143	1.50	8°48'3.05"N	75°51'4.60"O
	APIQUE 144	1.50	8°48'2.18"N	75°51'11.05"O
	APIQUE 145	1.50	8°48'5.11"N	75°51'18.68"O
	APIQUE 146	1.50	8°48'0.63"N	75°51'12.81"O
	APIQUE 147	1.50	8°48'3.75"N	75°51'18.95"O
	APIQUE 148	1.50	8°48'5.01"N	75°51'26.34"O

INFORME DE EXPLORACIÓN DE

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 13. Ubicación de apiques en el barrio Mocarí



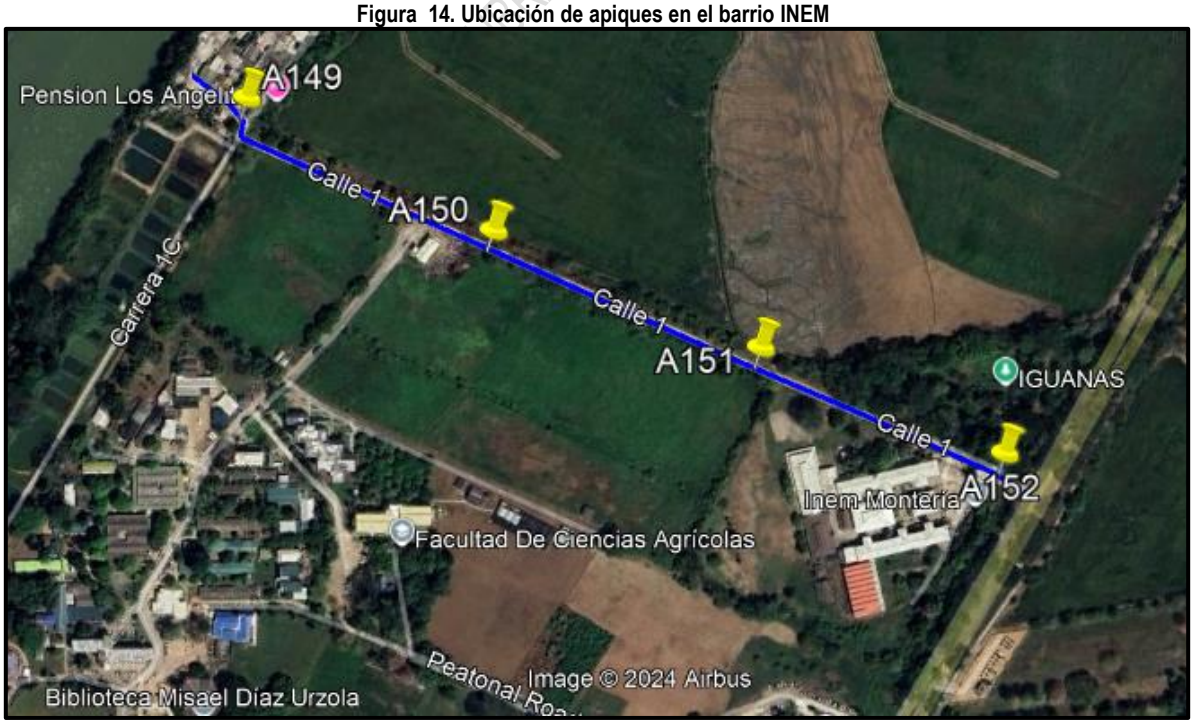
Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

En la tabla 16 se relacionan las coordenadas y profundidades de los apiques realizados en el barrio INEM.

Tabla 16. Ubicación de apiques en el barrio INEM

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
INEM	APIQUE 149	1.50	8°47'42.05"N	75°51'42.69"O
	APIQUE 150	1.50	8°47'38.27"N	75°51'35.58"O
	APIQUE 151	1.50	8°47'34.93"N	75°51'27.86"O
	APIQUE 152	1.50	8°47'31.91"N	75°51'20.82"O

Figura 14. Ubicación de apiques en el barrio INEM



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

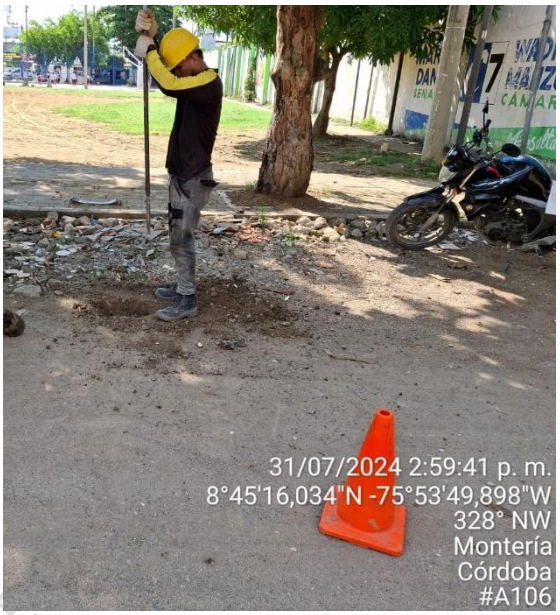
Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.1.2 Registro fotográfico de actividades en campo

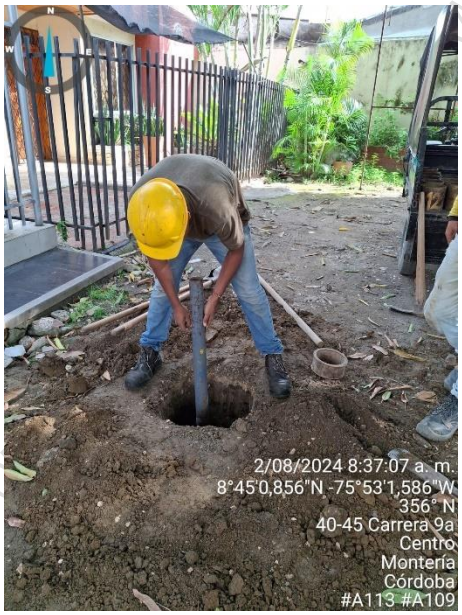
A continuación, se muestra a través del registro fotográfico la evidencia del desarrollo de los apiques,

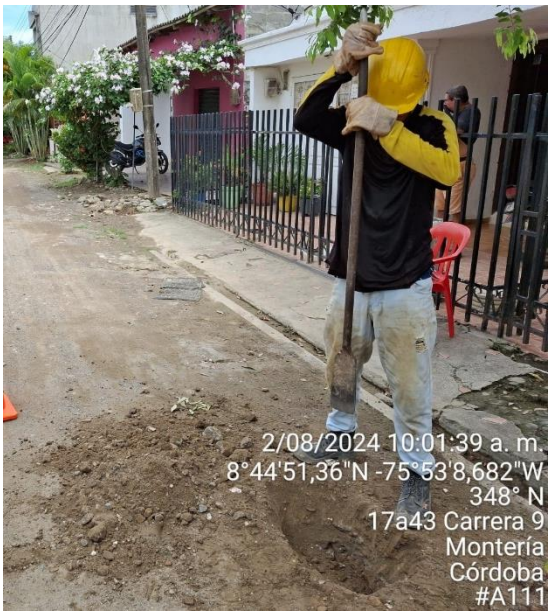
Figura 15. Registro fotográfico de las exploraciones





Barrios Holanda y Panamá





Barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com



Barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme





Barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 De Julio, La Julia Y Urbina.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com



Barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 De Julio, La Julia Y Urbina.





Barrios Pablo Vi, Villa Margarita, Alfonso López, 2 De Septiembre, Los Araujos

INFORME MENSUAL DE LA CONSULTORÍA PARA LA ASISTENCIA TÉCNICA A LA SUPERVISIÓN DE LAS OBRAS DE PAVIMENTACIÓN DE LA CALLE 4 ENTRE CARRERA 8F2 Y CARRERA 8G SUR #3-19, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com





Barrios Pablo Vi, Villa Margarita, Alfonso López, 2 De Septiembre, Los Araujos





Barrio Villa Melissa

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com





Barrio Mocarí





Barrio INEM

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.2 Caracterización geotécnica de los tramos viales

5.2.1 Comuna 1, Barrios Holanda y Panamá

5.2.1.1 Perfiles estratigráficos (barrios Holanda y Panamá)

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cuatro perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido

APIQUE No 105

Tabla 17. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 105

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
31/07/2024	105	CLL 19A - CRA 9 OESTE	0.00-0.13		ARENA LIMOSA COLOR GRIS			53,6	38,6	21,2	15,1	0	0	NP	0	A-1-b	SM						
			0.13-0.46		ARENA LIMOSA COLOR ROJIZO			87,6	79,5	54,2	40,2	0	0	NP	1	A-4	SM						
B\ PANAMÁ			0.46-0.83		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS CON VETAS ROJIZAS	24,01	43,20	100	100	98,9	85,3	34	27	7	10	A-4	ML	86,5	107,2	123,8	12,7	4,9	0,06
			0.83-1.30		ARENA LIMOSA - PRESENCIA DE RESIDUOS URBANOS			54	43,1	22,9	19,2	37	29	8	0	A-2-4	SM						

APIQUE No 106

Tabla 18. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 106

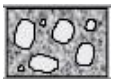
FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
31/07/2024	106	CRA 7AW ENTRE CLL18-CLL20	0.00-0.56		GRAVA LIMOSA COLOR CAFÉ - PRESENCIA DE RESIDUOS URBANOS Y			29,9	21,9	16,4	12,2	0	0	NP	0	A-1-a	GM						
			0.56-0.90		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN	19,48	26,64	100	99,8	97,7	90,5	32	23	9	11	A-4	CL	90,3	107,9	114,4	8,4	3,3	0,02
B\ PANAMÁ			0.90-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO			100	100	100	92,7	41	30	11	-43	A-7-5	ML						

FORMATO EXPLORACIÓN - CALICATAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

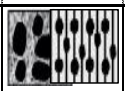
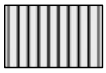
APIQUE No 107

Tabla 19. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 107

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
31/07/2024 B\ HOLANDA	107	CRA 7W - CLL 16A	0.00-0.40		GRAVA BIEN GRADADA COLOR MARRÓN - PRESENCIA DE RESIDUOS URBANOS Y ESCOMBRO			29,7	22,2	13,0	1,8	0	0	NP	0	A-1-a	GW						
			0.40-0.80		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS	15,26	25,28	100	99,1	97,9	88,4	31	20	11	11	A-4	CL	102,2	117,8	128,1	12,7	10,7	0,08
			0.80-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN CON VETAS GRISES			100	99,7	99,2	92,5	33	22	11	12	A-7-5	ML						

APIQUE No 108

Tabla 20. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 108

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
31/07/2024 B\ HOLANDA	108	CLL 16 A - CRA 3W	0.00-0.20		GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA COLOR MARRÓS OSCURO - - PRESENCIA DE			31,6	25,0	14,0	5,1	0	0	NP	0	A-1-a	GP-GM						
			0.20-0.50		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN OSCURO - PRESENCIA DE			100	100	95,5	67,7	30	20	10	7	A-4	CL						
			0.50-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS CON VETAS ROJIZAS	14,40	27,14	100	100	95	73	33	24	9	8	A-4	ML	103,3	118,1	131,3	10,7	5,8	0,06

5.2.1.2 Nivel freático (barrios Holanda y Panamá)

No se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias hasta la profundidad alcanzada.

Tabla 21. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Holanda y Panamá

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 105	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 106	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 107	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

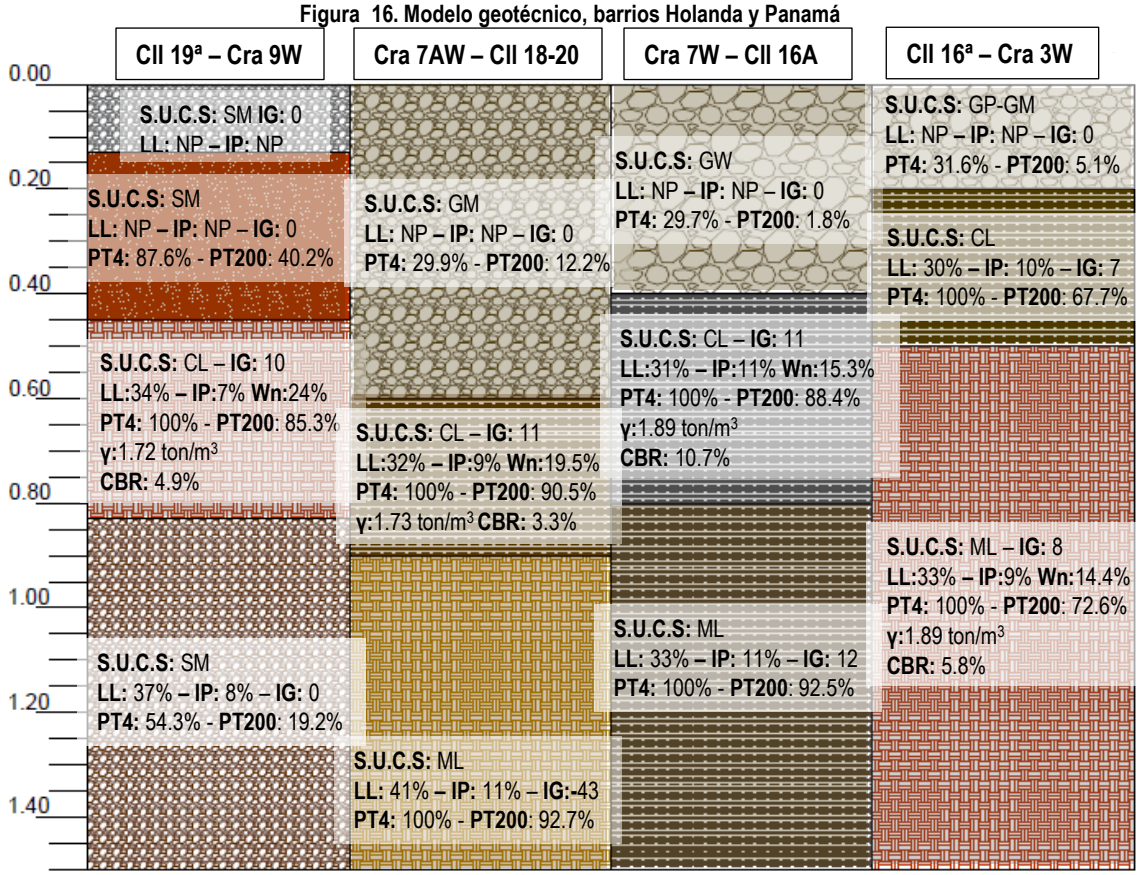
Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE 108	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

5.2.1.3 Modelo geotécnico (barrios Holanda y República de Panamá)

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio.

Figura 16. Modelo geotécnico, barrios Holanda y Panamá



No se evidenció nivel freático

5.2.1.4 Descripción de la subrasante (barrios Holanda y Panamá)

En la calle 19ª con carrera 9W, sitio donde se realizó el apique 105, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.13 m, color gris, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, seguido por material granular tipo arena color rojizo, con espesor de 0.30 m, el cual no presentó plasticidad y clasificó como SM, posteriormente, se encontró material de grano fino tipo limo color gris con vetas rojizas, con índice de plasticidad de 7% y límite líquido de 34%, con un espesor de 0.47 m; finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material granular tipo arena color café oscuro, con índice de plasticidad de 8% y límite líquido de 37%, el cual clasificó según el S.U.C.S como SM.

En la carrera 7AW entre calles 18-20, sitio donde se realizó el apique 106, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.56 m, color café con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GM, luego,

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

hasta 0.90 m se encontró material de grano fino tipo arcilla color marrón, índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 32%, el cual clasificó según el S.U.C.S como CL, posteriormente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo limo color café claro, con índice de plasticidad de 11% y límite líquido de 41%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue ML.

En la carrera 7W con calle 16a, sitio donde se realizó el apique 107, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.40 m, color marrón con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GW, luego, hasta 0.80 m se encontró material de grano fino tipo arcilla color gris, con índice de plasticidad de 11% y límite líquido de 31%, el cual clasificó según el S.U.C.S como CL, posteriormente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo arcilla color marrón con vetas grises, con índice de plasticidad de 11% y límite líquido de 33%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue CL.

En la calle 16ª con carrera 3W, sitio donde se realizó el apique 108, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.20 m, color marrón con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GP-GM, luego, hasta 0.50 m se encontró material de grano fino tipo arcilla color marrón, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 30%, el cual clasificó según el S.U.C.S como CL, finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo limo color gris con vetas rojizas, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 33%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue ML.

5.2.1.5 Expansividad (barrios Holanda y Panamá)

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 22. Evaluación de expansividad para los barrios Holanda y Panamá

	Apique 105	Apique 106	Apique 107	Apique 108
Límite líquido [%]	34.00	32.00	31.00	33.00
Índice de plasticidad [%]	7.00	9.00	11.00	9.00
Potencial de expansión	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Expansión libre [%]	0.06	0.02	0.08	0.06

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.

Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en cada apique, los cuales se muestran a continuación,

Tabla 23. Valores de presión de expansión para los barrios Holanda y Panamá

	Apique 105	Apique 106	Apique 107	Apique 108
Límite líquido [%]	34.00	32.00	31.00	33.00
Humedad natural [%]	24.01	19.48	15.26	14.40
Densidad seca [t/m³]	1.39	1.45	1.64	1.65
Presión de expansión [kN/m²]	6.089	6.687	8.964	9.116

INFORME DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO CONTRATO 1445 DE 2019 MONTERÍA 2020

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Espesor de relleno [m]	0.326	0.358	0.479	0.487

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 6.089 – 9.116 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con espesores de 0.35 m y 0.50 m en los barrios Holanda y Panamá, respectivamente, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

5.2.1.6 Suelos colapsables (barrios Holanda y Panamá)

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en los tramos intervenidos en el barrio Holanda.

Tabla 24. Revisión de suelos colapsables (barrios Holanda y Panamá)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
105	16,85	24,01	13,59	2,70	34,00	13,81	Colapsable
106	16,97	19,48	14,20	2,80	32,00	14,49	Colapsable
107	18,53	15,26	16,07	2,80	31,00	14,70	Estable
108	18,57	14,40	16,23	2,70	33,00	14,01	Estable

5.2.1.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Holanda y Panamá)

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión,

Tabla 25. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Holanda y Panamá)

APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft^3)			CBR (%)	
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
A105	CBR 105	24.01	43.20	86.5	107.2	123.8	12.7	4.9
A106	CBR 106	19.48	26.64	90.3	107.9	114.4	8.4	3.3
A107	CBR 107	15.26	25.28	102.2	117.8	128.1	12.7	10.7
A108	CBR 108	14.40	27.14	103.3	118.1	131.3	10.7	5.8

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, en los tramos correspondientes al barrio Holanda, como CBR de diseño se seleccionó el valor promedio en la condición sumergida, el cual fue de 4.1%. Por su parte, para el barrio Panamá el valor seleccionado fue 8%.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.2.2 Comuna 5, Barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

5.2.2.1 Perfiles estratigráficos (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cinco perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido.

APIQUE No 109

Tabla 26. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 109

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
2/08/2024 B\ CHUCHURUBÍ	109	CRA 9A - CLL 23-24	0.00-0.50		ARENA LIMOSA COLOR MARRÓN - RELLENO			83,4	74,8	43,6	30,8	0	0	NP	0	A-2-4	SM						
			0.50-0.68		ARENA LIMOSA COLOR GRIS			88,8	81,1	52,8	38,2	0	0	NP	1	A-4	SM						
			0.68-1.30		LIMO DE ALTA PLASTICIDAD COLO MARRÓN	24,56	31,12	100	99,2	95,1	91,9	53	36	17	-5	A-7-5	MH	95,3	118,7	124,9	4,0	2,7	0,02

NAF: 1.20 m

APIQUE No 110

Tabla 27. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 110

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
2/08/2024 B\ CHAMBACÚ	110	CRA 10 - CLL 22C	0.00-0.36		GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS - MAT. RELLENO +			49,9	38,6	18,7	11,9	0	0	NP	0	A-1-a	GP-GM						
			0.36-0.70		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN CON VETAS ROJIZAS	18,63	20,83	99,4	95,7	90,0	81,7	37	28	9	9	A-4	ML	104,9	124,4	126,7	15,1	4,4	0,06
			0.70-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ			100	99,7	98,8	95,3	35	20	15	15	A-6	CL						

EXPLORACIÓN DE SUELOS 1, 4, 5 Y 9 MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 111

Tabla 28. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 111

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
2/08/2024	111	CLL 18 - CRA 8B-9	0.00-0.45		ARENA LIMOSA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS Y MARRÓN - PRESENCIA DE			76,7	64,1	23,0	10,6	0	0	NP	0	A-1-b	SP-SM						
B\ BALBOA			0.45-0.65		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN			94,8	90,1	70,5	55,0	38	20	18	7	A-4	CL						
			0.65-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS	20,58	26,32	97,3	92,1	77,9	62,1	39	29	10	5	A-4	ML	94,5	114,0	119,4	4,9	3,6	0,04

APIQUE No 112

Tabla 29. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 112

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
2/08/2024	112	CLL 17A - CRA 8B-9	0.00-0.20		ARENA LIMOSA BIEN GRADADA COLOR GRIS - PRESENCIA DE RESIDUOS			67,1	54,2	25,4	8,7	0	0	NP	0	A-1-b	SW-SM						
			0.20-0.50		ARENA LIMOSA COLOR MARRÓN - PRESENCIA DE SOBRETAMAÑOS			54,1	46,6	22,2	15,5	0	0	NP	0	A-1-b	SM						
B\ BALBOA			0.50-0.90		GRAVA LIMOSA COLOR MARRÓN CLARO - RELLENO + ESCOMBRO			28,8	22,8	15,6	12,5	0	0	NP	0	A-1-a	GM						
			0.90-1.30		LIMO DE ALTA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN CON VETAS ROJAS	20,05	27,65	100	100	99,9	98,7	54	38	16	-3	A-7-5	MH	98,4	118,2	125,7	12,9	4,0	0,04

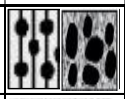
INFORME DEFINITIVO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA 2024 - CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA - CONVIAL SAS - MJS INGENIERÍA VIAL - CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1, 4, 5 Y 9

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 113

Tabla 30. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 113

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
2/08/2024 B\ LACHARME	113	CRA 8C - CLL 14-15	0.00-0.60		GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA COLOR HABANO - PRESENCIA DE			27,4	21,5	13,1	9,5	0	0	NP	0	A-1-a	GP-GM						
			0.60-0.90		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR ROJIZO CON VETAS GRISES - PRESENCIA DE			100	98,9	96,7	93,9	30	21	9	12	A-4	CL						
			0.90-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN CON VETAS GRISES	29,73	43,53	100	97,9	94,7	81,5	32	22	10	9	A-4	CL	85,2	110,5	122,3	11,6	5,8	0,08

5.2.2.2 Nivel freático (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

Se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias a las siguientes profundidades,

Tabla 31. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 109	1.20 m	1.16 m
APIQUE 110	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 111	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 112	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 113	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

5.2.2.3 Modelo geotécnico (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio (ver figura 17).

5.2.2.4 Descripción de la subrasante (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

En la carrera 9ª entre calles 23-24, sitio donde se realizó el apique 109, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.50 m, color marrón, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, seguido por material granular tipo arena color gris, con espesor de 0.18 m, el cual no presentó plasticidad y clasificó como SM, finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo limo color marrón, con índice de plasticidad de 17% y límite líquido de 53%, el cual clasificó según el S.U.C.S como MH.

En la carrera 10 con calle 22c, sitio donde se realizó el apique 110, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.36 m, color gris con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GP-GM, luego, hasta 0.70 m

INFORME DE EVALUACIÓN DE SUBRASANTES COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

se encontró material de grano fino tipo limo color marrón con vetas rojizas, índice de plasticidad de 18% y límite líquido de 38%, el cual clasificó según el S.U.C.S como CL, posteriormente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo limo color gris, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 39%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue ML.

En la calle 18 con carrera 8b-9, sitio donde se realizó el apique 111, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.45 m, color gris y marrón con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SP-SM, luego, hasta 0.65 m se encontró material de grano fino tipo arcilla color marrón, con índice de plasticidad de 18% y límite líquido de 38%, el cual clasificó según el S.U.C.S como CL, posteriormente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo limo color gris, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 39%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue ML.

En la calle 17ª entre carreras 8b-9, sitio donde se realizó el apique 112, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.20 m, color gris con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SW-SM, seguido por material granular tipo arena color marrón con sobre tamaños, con un espesor de 0.30 m, el cual no presentó plasticidad y clasificó como SM, posteriormente, con un espesor de 0.40 m, se encontró material granular tipo grava color marrón claro, con presencia de escombros, el cual no presentó plasticidad y clasificó como GM, finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino color marrón con vetas grises, que según el S.U.C.S clasificó como MH, con índice de plasticidad de 16% y límite líquido de 54%

En la carrera 8c entre calles 14-15, sitio donde se realizó el apique 113, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.60 m, color habano con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GP-GM, luego, hasta 0.90 m se encontró material granular tipo arcilla color rojizo con vetas grises, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 30%, el cual clasificó según el S.U.C.S como CL, finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo arcilla color marrón con vetas grises, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 32%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue CL.

5.2.2.5 Expansividad (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 32. Evaluación de expansividad para los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

	Apique 109	Apique 110	Apique 111	Apique 112	Apique 113
Límite líquido [%]	53.00	37.00	39.00	54.00	32.00
Índice de plasticidad [%]	17.00	9.00	10.00	16.00	10.00
Potencial de expansión	Alto	Bajo	Bajo	Alto	Bajo
Expansión libre [%]	0.02	0.06	0.04	0.04	0.08

INFORME DE EXPLORACIÓN DEL SUBRASANTE CONVIAL 45 (9) MONTERÍA.DOCX

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material de los apiques 109 y 112 presentan una posibilidad de expansión alta, por su parte, los apiques 110, 111 y 113 presentan expansión baja.

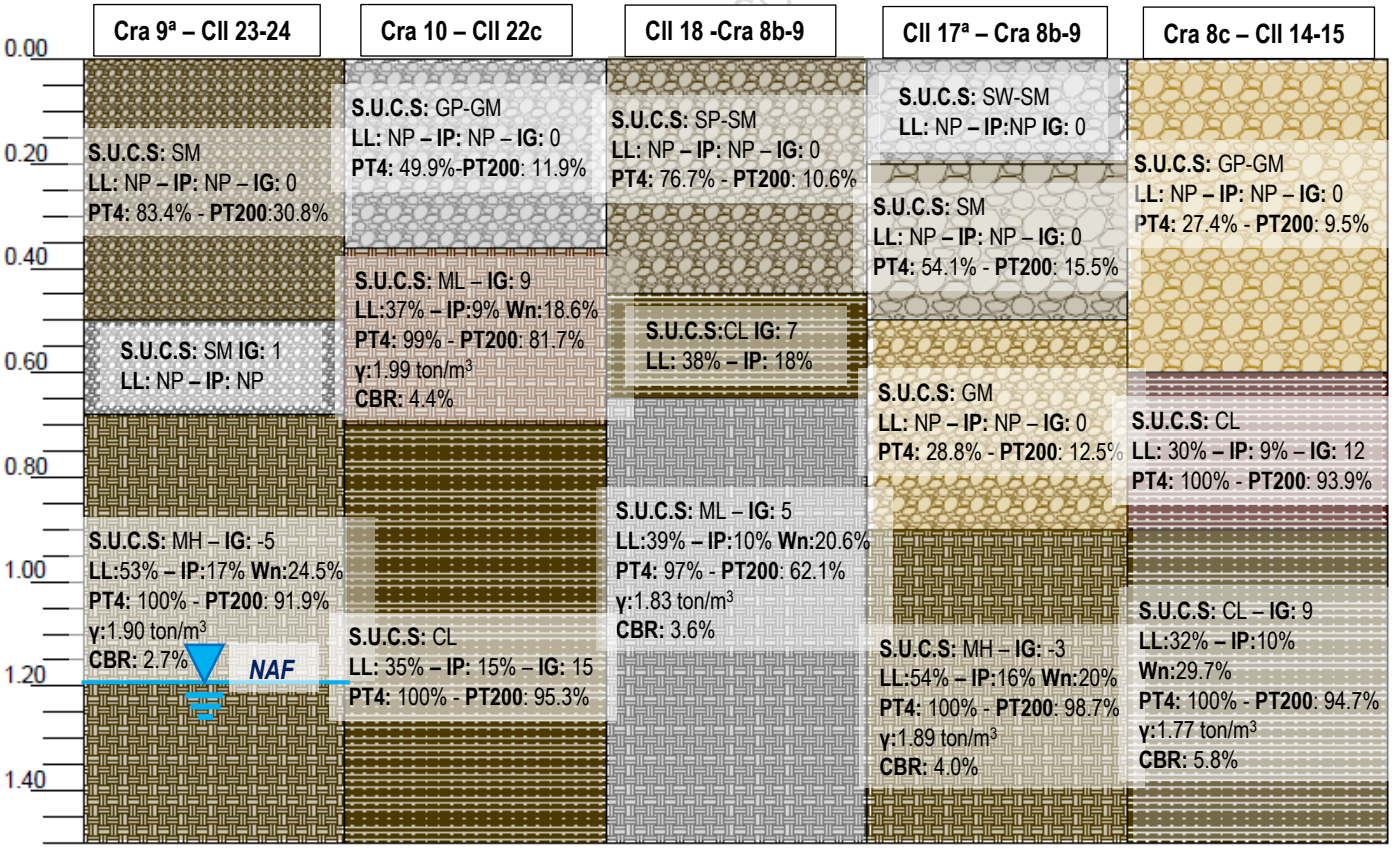
Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en cada apique, los cuales se muestran a continuación,

Tabla 33. Valores de presión de expansión para los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

	Apique 109	Apique 110	Apique 111	Apique 112	Apique 113
Límite líquido [%]	53.00	37.00	39.00	54.00	32.00
Humedad natural [%]	24.56	18.63	20.58	20.05	29.73
Densidad seca [t/m³]	1.53	1.68	1.51	1.58	1.37
Presión de expansión [kN/m²]	7.611	9.538	7.350	8.244	5.878
Espesor de relleno [m]	0.407	0.510	0.393	0.441	0.314

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 5.878 – 9.538 kN/m2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.40 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

Figura 17. Modelo geotécnico, barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme



Se evidenció nivel freático en el apique 109 a 1.20 m de profundidad

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.2.2.6 *Suelos colapsables (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)*

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en la carrera 8c entre calles 14-15.

Tabla 34. Revisión de suelos colapsables (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
109	18,66	24,56	14,98	2,70	53,00	10,90	Estable
110	19,56	18,63	16,49	2,70	37,00	13,25	Estable
111	17,92	20,58	14,86	2,70	39,00	12,90	Estable
112	18,58	20,05	15,48	2,70	54,00	10,78	Estable
113	17,38	29,73	13,39	2,80	32,00	14,49	Colapsable

5.2.2.7 *Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)*

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión,

Tabla 35. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

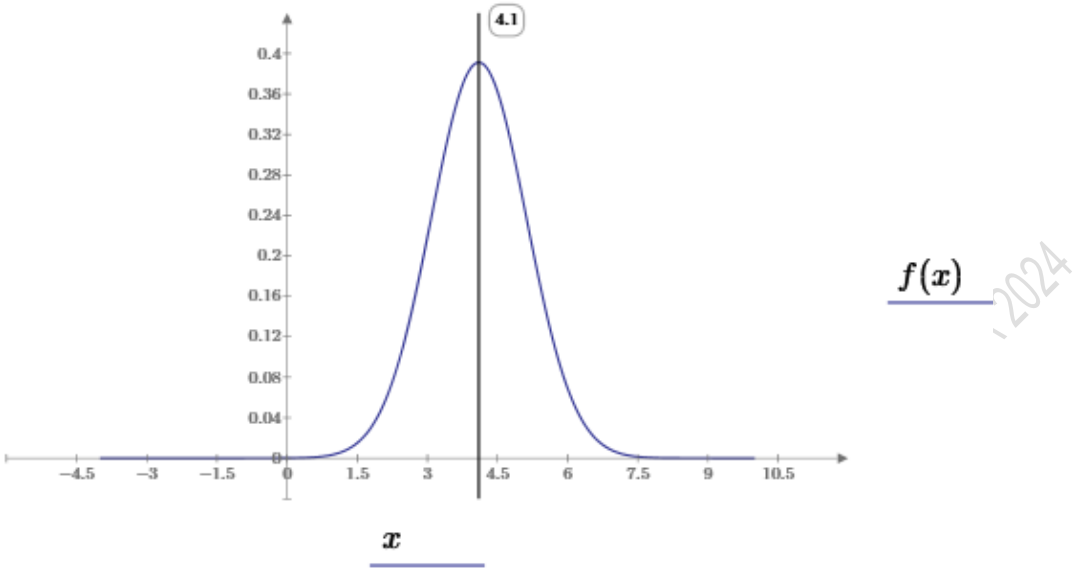
APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft³)			CBR (%)	
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
A109	CBR 109	24.56	31.12	95.3	118.7	124.9	4.0	2.7
A110	CBR 110	18.63	20.83	104.9	124.4	126.7	15.1	4.4
A111	CBR 111	20.58	26.32	94.5	114.0	119.4	4.9	3.6
A112	CBR 112	20.05	27.65	98.4	118.2	125.7	12.9	4.0
A113	CBR 113	29.73	43.53	85.2	110.5	122.3	11.6	5.8

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 4.1%. A continuación, se muestra la gráfica de distribución normal para los valores de CBR sumergido.

INFORME DE EXHORTACIÓN DE LA COMUNA 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 18. Distribución normal para valores de CBR de diseño para los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme



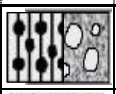
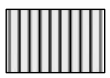
5.2.3 Comuna 5, Barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina

5.2.3.1 Perfiles estratigráficos (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cinco perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido,

APIQUE No 114

Tabla 36. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 114

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
2/08/2024	114	CRA 11 - CLL16- CLL16A	0.00-0.42		GRAVA LIMOSA BIEN GRADADA COLOR GRIS - PRESENCIA DE RESIDUOS			42,4	24,7	13,8	5,2	0	0	NP	0	A-1-a	GW-GM								
B\ LA VICTORIA			0.42-0.64		ARENA ARCILLOSA COLOR GRIS CON VETAS MARRÓN			84,3	75,1	63,9	49,7	28	19	9	3	A-4	SC								
			0.64-1.10		ARENA LIMOSA COLOR GRIS - ESCOMBROS		9,97	84,3	54,7	43,1	26,9	37	28	9	0	A-2-4	SM				125,8			20%	
			1.10-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS OSCURO			99,9	99,3	98,1	91,3	41	32	9	-42	A-5	ML								

NAF: 1.22 m

EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 5, ... 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 136

Tabla 37. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 136

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
14/08/2024 B\ RISARALDA	136	CLL 14 ENTRE CRA9-CRA12	0.00-0.80		ARENA LIMOSA COLOR GRIS			54,5	47,9	35,0	30,4	0	0	NP	0	A-2-4	SM								
			0.80-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS OSCURO	14,77	20,40	87,3	73,9	62,5	59,5	38	29	9	5	A-4	ML	99,6	114,3	119,9		9,3	5,3		0,10

NAF: 1.25 m

APIQUE No 135

Tabla 38. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 135

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
14/08/2024 B\ 14 DE JULIO	135	CLL 15A ENTRE CRA13-CRA14	0.00-0.70		ARENA LIMOSA COLOR MARRÓN			62,1	47,5	34,6	28,5	0	0	NP	0	A-2-4	SM								
			0.70-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CON VETAS GRISES	15,74	22,20	100	98,5	95,7	90,0	34	22	12	12	A-4	CL	97,6	113,0	119,3		10,7	4,9		0,12

APIQUE No 115

Tabla 39. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 115

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
2/08/2024 B\ RISARALDA	115	CLL 15 ENTRE AV. CRNVLR - CLL15	0.00-0.80		ARENA LIMOSA COLOR GRIS - PRESENCIA DE RESIDUOS URBANOS		10,46	56,3	41,6	28,6	17,6	0	0	NP	0	A-1-b	SM				134,7			30%	
			0.80-0.97		ARENA ARCILLOSA COLOR MARRÓN Y GRIS			66,6	54,3	49,3	45,0	25	16	9	2	A-4	SC								
			0.97-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS OSCURO			95,9	92,3	87,9	69,3	27	17	10	7	A-4	CL								

NAF: 1.10 m

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUELOS PARA EL PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE LA CICLORRUTA EN LAS COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 134

Tabla 40. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 134

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
14/08/2024	134	CRA 14B ENTRE CLL 13-CLL15A	0.00-0.50		ARENA LIMOSA COLOR MARRÓN CLARO			65,6	57,0	47,6	37,3	0	0	NP	0	A-4	SM								
B\ URBINA			0.50-0.80		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CON VETAS GRISES	13,53	17,66	100	100	96,9	88,9	35	22	13	12	A-6	CL	101,3	115,0	119,2		10,7	5,8		0,08
			0.80-1.30		LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS			100	96,5	88,3	83,7	26	20	6	10	A-4	ML-CL								

5.2.3.2 Nivel freático (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

Se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias a las siguientes profundidades.

Tabla 41. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 114	1.22 m	1.18 m
APIQUE 136	1.25 m	1.24 m
APIQUE 135	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 115	1.10 m	1.08 m
APIQUE 134	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

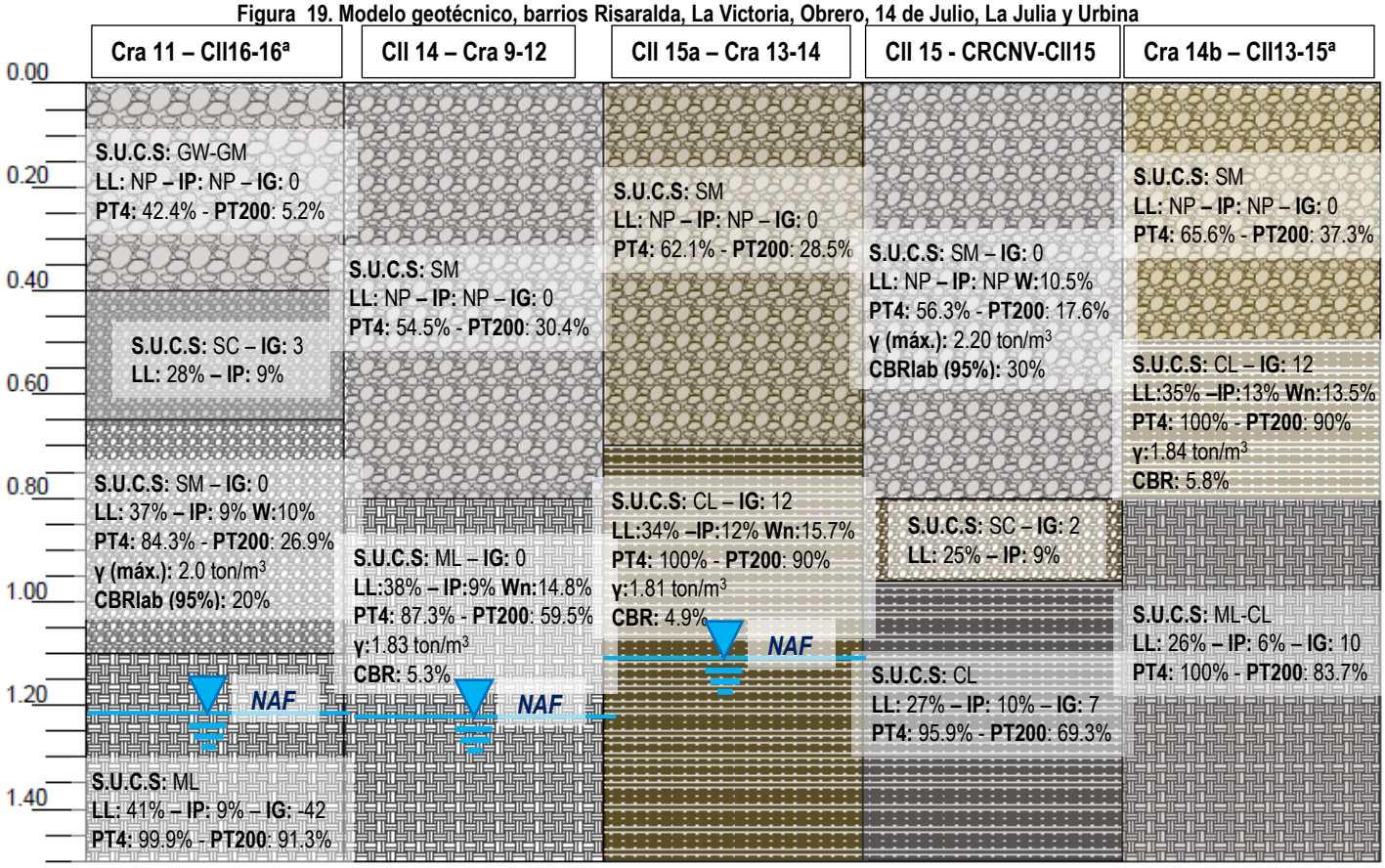
5.2.3.3 Modelo geotécnico (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio. (ver figura 19)

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 6, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 19. Modelo geotécnico, barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina



Se evidenció nivel freático

5.2.3.4 Descripción de la subrasante (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

En la carrera 11 entre calles 16-16a, sitio donde se realizó el apique 114, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.42 m, color gris con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GW-GM, posteriormente, hasta 0.64 m de profundidad se encontró material granular tipo arena color gris con vetas marrón, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 28%, seguido por material granular tipo arena color gris, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 37%, finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo limo como gris oscuro con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 41%.

En la calle 14 entre carreras 9 – 12, sitio donde se realizó el apique 136, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.80 m, color gris, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, hasta la profundidad explorada se encontró material fino tipo limo color gris oscuro, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 38%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue ML.

En la calle 15ª entre carreras 13 – 14, sitio donde se realizó el apique 135, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.70 m, color marrón, el cual, según el sistema

INFORME DE EXPLORACIÓN DE CUBRA

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, hasta la profundidad explorada se encontró material fino tipo arcilla color café con vetas grises, con índice de plasticidad de 12% y límite líquido de 34%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue CL.

En la calle 15 entre avenida circunvalar con calle 15, sitio donde se realizó el apique 115, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.80 m, color gris, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, seguido por material granular tipo arena hasta 0.97 m, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 25%, finalmente hasta la profundidad explorada se encontró material fino tipo arcilla color gris oscuro, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 27%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue CL.

En la carrera 14b entre calle 13 – 15ª, sitio donde se realizó el apique 134, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.50 m, color marrón claro, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, seguido por material fino tipo arcilla hasta 0.80 m, con índice de plasticidad de 13% y límite líquido de 35%, finalmente hasta la profundidad explorada se encontró material fino tipo limo-arcilla color gris, con índice de plasticidad de 6% y límite líquido de 26%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue ML-CL

5.2.3.5 Expansividad (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 42. Evaluación de expansividad para los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina

	Apique 114	Apique 136	Apique 135	Apique 115	Apique 134
Límite líquido [%]	37.00	38.00	34.00	25.00	35.00
Índice de plasticidad [%]	9.00	9.00	12.00	9.00	13.00
Potencial de expansión	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Expansión libre [%]	-	0.10	0.12	-	0.08

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.

Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en los apiques 136, 135 y 134, como se muestra a continuación,

Tabla 43. Valores de presión de expansión para los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina

	Apique 136	Apique 135	Apique 134
Límite líquido [%]	38.00	34.00	35.00
Humedad natural [%]	14.77	15.74	13.53
Densidad seca [t/m³]	1.60	1.56	1.62
Presión de expansión [kN/m²]	8.46	7.94	8.72
Espesor de relleno [m]	0.45	0.43	0.47

INFORME DE EXPLORACIÓN DE PUNTOS CERCANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 7.94 – 8.46 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.45 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

5.2.3.6 Suelos colapsables (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que no hay presencia de suelos colapsables.

Tabla 44. Revisión de suelos colapsables (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
136	17,97	14,77	15,66	2,80	38,00	13,31	Estable
135	17,77	15,74	15,35	2,70	34,00	13,81	Estable
134	18,08	13,53	15,92	2,75	35,00	13,75	Estable

5.2.3.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión, así mismo los valores de CBR compactado en laboratorio con material de relleno del sitio para un porcentaje del 95%.

Tabla 45. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Santander y Pastrana Borrero)

APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft^3)				CBR (%)		
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)
A114	CBR 114	-	9.97	-	-	-	125.8	-	-	20.00
A136	CBR 136	14.77	20.40	99.6	114.3	119.9	-	9.3	5.3	-
A135	CBR 135	15.74	22.20	97.6	113.0	119.3	-	10.7	4.9	-
A115	CBR 115	-	10.46	-	-	-	134.7	-	-	30.00
A134	CBR 134	13.53	17.66	101.3	115.0	119.2	-	10.7	5.8	-

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, se escogió como CBR de diseño el valor promedio en condición sumergida, 5.3%. En las zonas donde se encontró relleno en material granular hasta más de 0.70 m de profundidad, es decir en la carrera 11 entre calles 16 – 16ª y la calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15, si una vez realizados los cortes indicados en el diseño geométrico de la vía, se estima que acorde al perfil estratigráfico, el espesor del relleno existente es mínimo 0.20 m, se recomienda que sea utilizado como mejoramiento en la estructura de pavimento, puesto que al realizar el CBR de laboratorio del mismo se obtuvieron valores entre 20% - 30% para un porcentaje de compactación del 95%.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

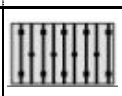
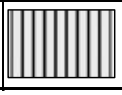
5.2.4 Comuna 4, Barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de septiembre, Los Araújos

5.2.4.1 Perfiles estratigráficos (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cuatro perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido

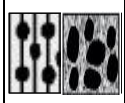
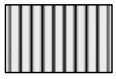
APIQUE No 116

Tabla 46. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 116

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	116	CRA 8g - CLL 4	0.00-0.50		ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ - PRESENCIA DE RESIDUOS Y ESCOMBROS			67,5	54,4	33,9	25,6	0	0	NP	0	A-2-4	SM						
B\ PABLO VI			0.50-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO CON VETAS GRISES Y ROJIZAS	16,55	21,32	100	95,2	92,3	81,3	33	24	9	9	A-4	ML	87,7	102,3	106,5	13,3	8,0	0,04

APIQUE No 117

Tabla 47. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 117

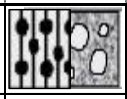
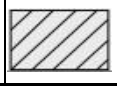
FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	117	CRA 8g - CLL 1	0.00-0.70		GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA CAFÉ - MAT. RELLENO + ESCOMBROS			40,2	28,7	10,7	7,0	0	0	NP	0	A-1-a	GP-GM						
B\ ALFONSO LÓPEZ - VILLA MARGARITA			0.70-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS	18,22	28,96	99	97	92,4	79,5	36	26	10	9	A-4	ML	93,5	110,5	120,6	12,7	7,6	0,06

DE EXPLORACIÓN DE SUE... COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 202...

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 118

Tabla 48. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 118

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	118	CRA 8g - CLL 3a SUR	0.00-0.60		GRAVA LIMOSA BIEN GRADADA CAFÉ - RELLENO + ESCOMBROS			42,4	22,1	15,7	6,1	0	0	NP	0	A-1-a	GW-GM						
B\ 2 DE SEPTIEMBRE			0.60-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO	15,48	22,19	90	78,9	70,5	63,1	29	18	11	6	A-4	CL	90,0	103,9	109,9	11,3	8,0	0,06

APIQUE No 119

Tabla 49. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 119

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	119	CRA 8g - CRA 9	0.00-0.35		GRAVA BIEN GRADADA COLOR ROJIZO			28,6	22,9	4,3	0,0	0	0	NP	0	A-1-a	GW						
B\ LOS ARAUJOS			0.35-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ			100	99,3	96,1	85,2	34	22	12	11	A-6	CL						

5.2.4.2 *Nivel freático (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)*

No se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias hasta la profundidad alcanzada.

Tabla 50. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 116	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 117	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 118	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 119	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

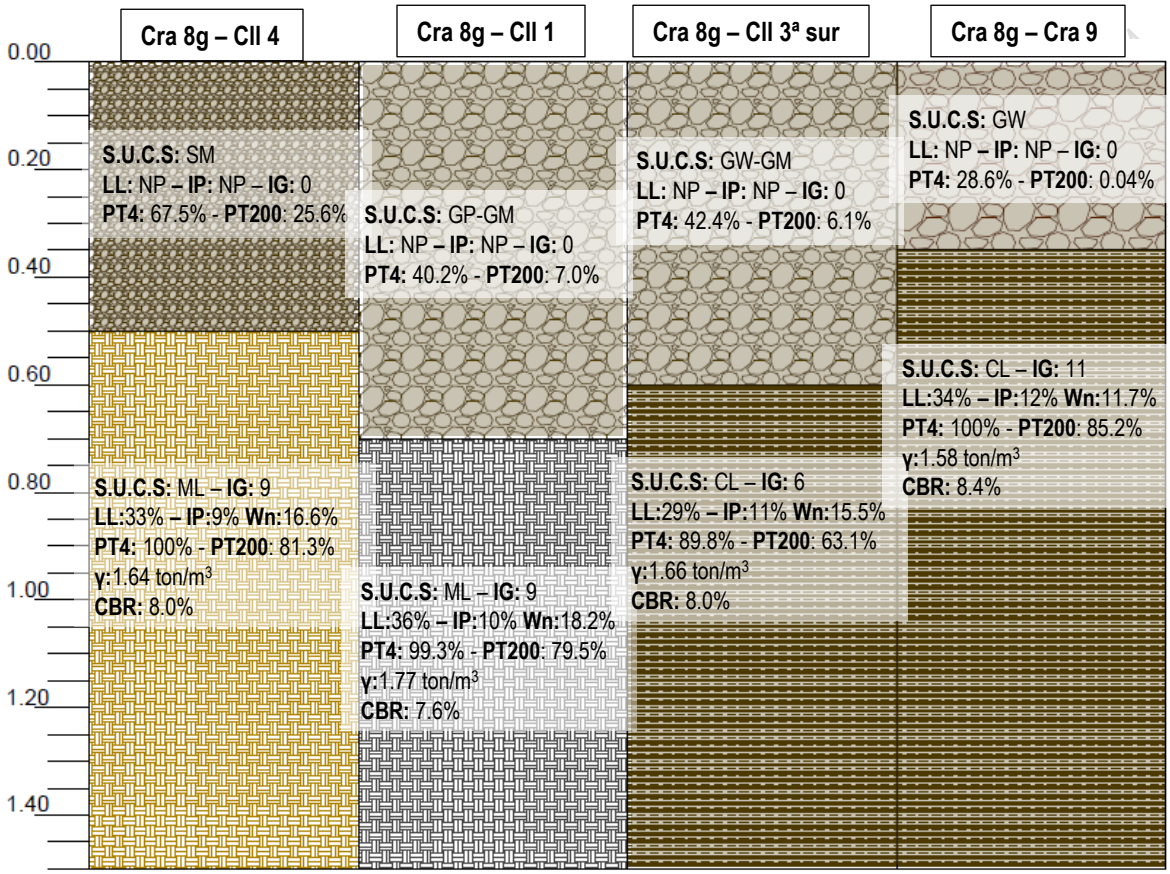
INFORME DE EXPLORACIÓN D... ...TE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.2.4.3 Modelo geotécnico (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio.

Figura 20. Modelo geotécnico, barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos



No se evidenció nivel freático

5.2.4.4 Descripción de la subrasante (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

En la carrera 8g con calle 4, sitio donde se realizó el apique 116, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo arena color café de 0.50 m de espesor con presencia de residuos urbanos y escombros, el cual no presentó plasticidad y clasificó según el S.U.C.S como SM, seguidamente, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo limo color café con vetas grises y rojizas, que según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como ML, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 33%.

En la carrera 8g con calle 11, sitio donde se realizó el apique 117, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo grava color café de 0.70 m de espesor con presencia de escombros, el cual no presentó plasticidad y clasificó según el S.U.C.S como GP-GM, seguidamente, hasta la profundidad

INFORME DE EXPLORACIÓN

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

explorada se encontró material de grano fino tipo limo color gris, que según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como ML, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 36%.

En la carrera 8g con calle 3ª sur, sitio donde se realizó el apique 118, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo grava color café de 0.60 m de espesor con presencia de escombros, el cual no presentó plasticidad y clasificó según el S.U.C.S como GW-GM, seguidamente, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo arcilla color café claro, que según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como CL, con índice de plasticidad de 11% y límite líquido de 29%.

En la carrera 8g con transversal 9, sitio donde se realizó el apique 119, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo grava color rojizo de 0.35 m de espesor, el cual no presentó plasticidad y clasificó según el S.U.C.S como GW, seguidamente, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo arcilla color café, que según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como CL, con índice de plasticidad de 12% y límite líquido de 34%.

5.2.4.5 Expansividad (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 51. Evaluación de expansividad para los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos

	Apique 116	Apique 117	Apique 118	Apique 119
Límite líquido [%]	33.00	36.00	29.00	34.00
Índice de plasticidad [%]	9.00	10.00	11.00	12.00
Potencial de expansión	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Expansión libre [%]	0.04	0.06	0.06	0.04

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.

Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en cada apique, los cuales se muestran a continuación,

Tabla 52. Valores de presión de expansión para los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos

	Apique 116	Apique 117	Apique 118	Apique 119
Límite líquido [%]	33.00	36.00	29.00	34.00
Humedad natural [%]	16.55	18.22	15.48	11.66
Densidad seca [t/m³]	1.41	1.50	1.44	1.42
Presión de expansión [kN/m²]	6.304	7.239	6.592	6.424
Espesor de relleno [m]	0.337	0.387	0.353	0.344

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBSUELO PARTE CONJUNTAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 6.304 – 7.239 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.35 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

5.2.4.6 Suelos colapsables (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables.

Tabla 53. Revisión de suelos colapsables (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
116	16,08	16,55	13,80	2,70	33,00	14,01	Colapsable
117	17,38	18,22	14,70	2,70	36,00	13,43	Estable
118	16,33	15,48	14,14	2,80	29,00	15,16	Colapsable
119	15,51	11,66	13,89	2,80	34,00	14,07	Colapsable

5.2.4.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos))

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión,

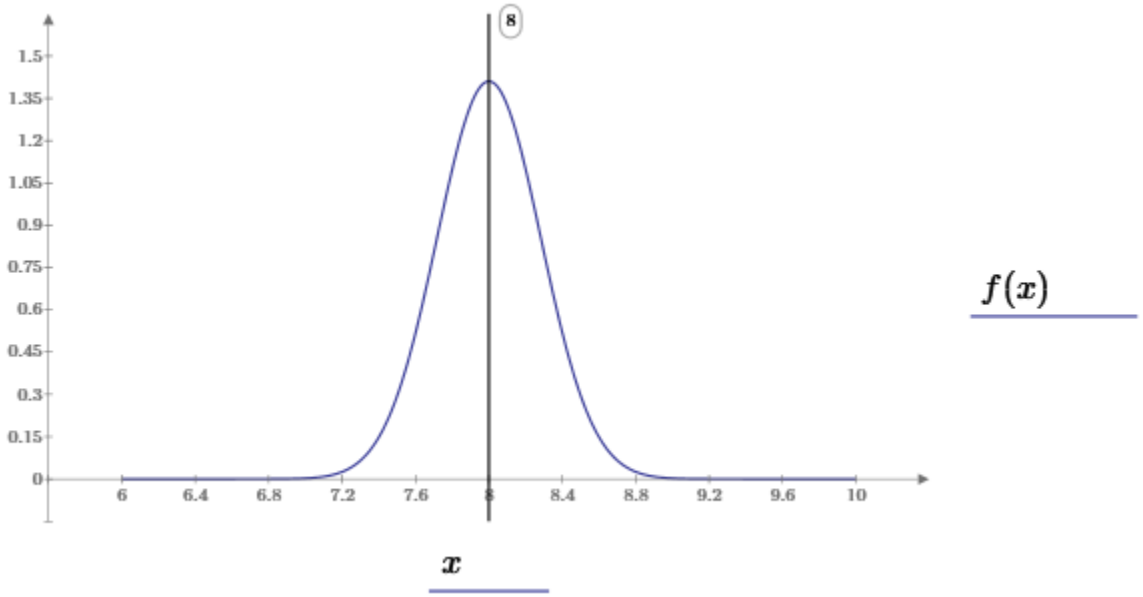
Tabla 54. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft^3)			CBR (%)	
Nº APIQUE	Nº CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
A116	CBR 116	16.55	21.32	87.7	102.3	106.5	13.3	8.0
A117	CBR 117	18.22	28.96	93.5	110.5	120.6	12.7	7.6
A118	CBR 118	15.48	22.19	90.0	103.9	109.9	11.3	8.0
A119	CBR 119	11.66	30.98	83.3	98.6	115.7	15.3	8.4

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 8.0%. A continuación, se muestra la gráfica de distribución normal para los valores de CBR sumergido,

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 21. Distribución normal para valores de CBR de diseño para los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos



5.2.5 Comuna 4, Barrios Villa Melissa y Los Robles

5.2.5.1 Perfiles estratigráficos (barrios Villa Melissa y Los Robles)

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cinco perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido.

APIQUE No 120

Tabla 55. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 120

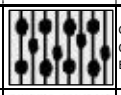
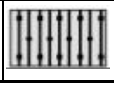
FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.				
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	120	DOBLE CALZADA - CRA12a	0.00-0.90		ARENA BIEN GRADADA COLOR CAFÉ + ESCOMBROS		6,94	51,6	35,8	12,6	3,9	0	0	NP	0	A-1-a	SW				128,9			25%	
B\ VILLA MELISSA			0.90-1.20		ARENA ARCILLOSA BIEN GRADADA COLOR CAFÉ OSCURO			65,8	49,9	22,9	8,2	30	19	11	0	A-2-6	SW-SC								

FORMATO DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMÚN

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

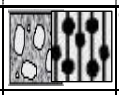
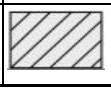
APIQUE No 121

Tabla 56. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 121

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	121	DOBLE CALZADA - CRA 14-14a	0.00-0.50		GRAVA LIMOSA CAFÉ CLARO + ESCOMBROS			33,8	28,9	24,1	17,4	0	0	NP	0	A-1-b	GM								
B\ VILLA MELISSA			0.50-1.00		ARENA LIMOSA COLOR NEGRO		7,90	54,7	43,5	33,5	28,8	0	0	NP	0	A-2-4	SM				129,4			24%	

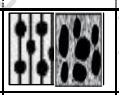
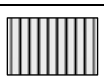
APIQUE No 133

Tabla 57. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 133

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
14/08/2024	133	DOBLE CALZADA - CRA 18-CLL5a sur	0.00-0.70		GRAVA LIMOSA BIEN GRADADA - PRESENCIA DE RESIDUOS URBANOS			44,0	26,2	10,1	5,6	0	0	NP	0	A-1-a	GW-GM								
B\ VILLA MELISSA			0.70-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ	18,54	27,16	97,7	94,3	86,4	69,3	36	24	12	8	A-2-4	CL	85,8	101,8	109,2		9,3	7,3		0,10

APIQUE No 122

Tabla 58. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 122

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	122	DOBLE CALZADA - CRA 23	0.00-0.70		GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA - PRESENCIA DE ESCOMBROS			18,6	13,1	9,3	6,8	0	0	NP	0	A-1-a	GP-GM								
B\ VILLA MELISSA			0.70-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ PSCURO	21,23	29,44	99,2	97,9	94,8	85,9	39	29	10	10	A-4	ML	85,8	104,0	111,0		9,8	7,6		0,10

FORMATO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS - COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 124

Tabla 59. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 124

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	124	DOBLE CALZADA - CRA 25B-26a	0.00-0.50		ARENA LIMOSA COLOR MARRÓN CLARO			74,6	64,4	27,4	12,1	0	0	NP	0	A-1-b	SM								
B\ LOS ROBLES			0.50-0.70		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO			100	98,5	96,2	89,0	38	26	12	12	A-6	ML								
			0.70-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO CON VETAS GRISES	22,39	31,92	100	100	85,8	82,2	42	24	18	-29	A-7-6	CL	83,4	102,1	110,1		10,7	6,7		0,14

5.2.5.2 *Nivel freático (barrios Villa Melissa y Los Robles)*

No se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias hasta la profundidad alcanzada.

Tabla 60. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Villa Melissa y Los Robles

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 120	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 121	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 133	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 122	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 124	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

5.2.5.3 *Modelo geotécnico (barrios Villa Melissa y Los Robles)*

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio. (ver figura 22).

5.2.5.4 *Descripción de la subrasante (barrios Villa Melissa y Los Robles)*

En la doble calzada del barrio Villa Melissa con carrera 12ª, sitio donde se realizó el apique 120, se evidenció capa de rodadura en material granular color café con presencia de escombros de 0.90 m de espesor, el cual no presentó plasticidad y según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SW, posteriormente, hasta la profundidad explorada se encontró material granular tipo arena color café oscuro, que no presentó plasticidad y según el S.U.C.S clasificó como SW-SC.

En la doble calzada del barrio Villa Melissa con carrera 14 – 14ª, sitio donde se realizó el apique 121, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo grava color café claro con presencia de escombros de 0.50 m de espesor, el cual no presentó plasticidad y según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GM, posteriormente, hasta la profundidad explorada se

INFORME DE EVALUACIÓN DE SUBRASANTES COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

encontró material granular tipo arena color negro, que no presentó plasticidad y según el S.U.C.S clasificó como SM.

En la doble calzada del barrio Villa Melissa con carrera 18 – Cll 5ª sur, sitio donde se realizó el apique 133, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo grava color café, con presencia de residuos urbanos, de 0.70 m de espesor, el cual no presentó plasticidad y según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GW-GM, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo arcilla color café, con índice de plasticidad de 12% y límite líquido de 36%, que clasificó según el S.U.C.S como CL.

En la doble calzada del barrio Villa Melissa con carrera 23, sitio donde se realizó el apique 122, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo grava color café, con presencia de escombros, de 0.70 m de espesor, el cual no presentó plasticidad y según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GP-GM, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo limo color café oscuro, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 39%, que clasificó según el S.U.C.S como ML.

En la doble calzada del barrio Villa Melissa entre carrera 25B – 26ª, sitio donde se realizó el apique 124, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo arena, color marrón claro, hasta 0.50 m de profundidad, el cual no presentó plasticidad y clasificó según el S.U.C.S como SM, seguido por material cohesivo tipo limo color café oscuro, con índice de plasticidad de 12% y límite líquido de 38%, cuya clasificación fue ML, finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo arcilla color café claro con vetas grises, con índice de plasticidad de 18% y límite líquido de 42%, que clasificó según el S.U.C.S como CL.

5.2.5.5 Expansividad (barrios Villa Melissa y Los Robles)

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 61. Evaluación de expansividad para los barrios Villa Melissa y Los Robles

	Apique 120	Apique 121	Apique 133	Apique 122	Apique 124
Límite líquido [%]	NL	NL	36.00	39.00	38.00
Índice de plasticidad [%]	NP	NP	12.00	10.00	12.00
Potencial de expansión	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Expansión libre [%]	-	-	0.10	0.10	0.14

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.

Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en cada apique, los cuales se muestran a continuación,

INFORME DE CARACTERIZACIÓN SUBRASANTE SOLINS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

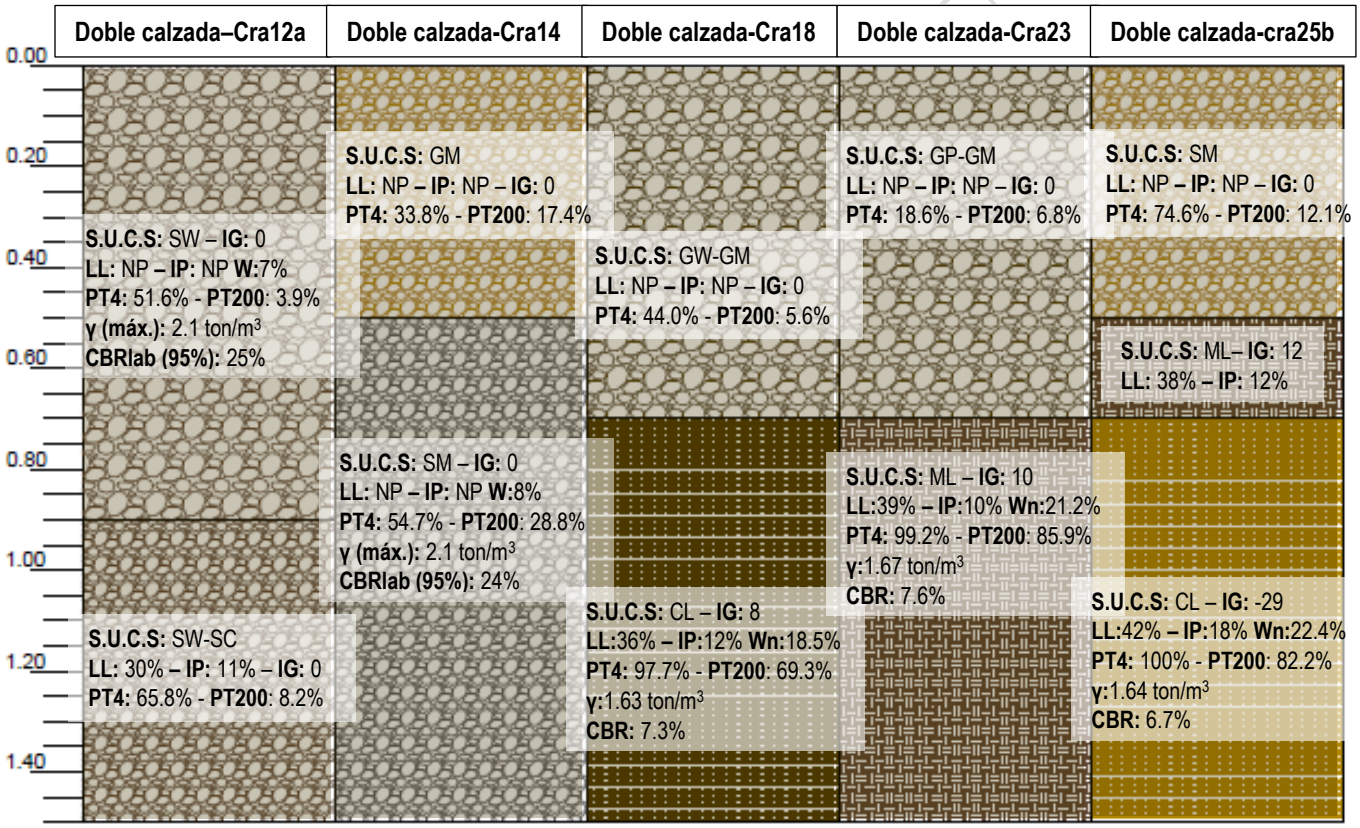
Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 62. Valores de presión de expansión para el barrio Villa Melissa y Los Robles

	Apique 120	Apique 121	Apique 133	Apique 122	Apique 124
Límite líquido [%]	NL	NL	36.00	39.00	38.00
Humedad natural [%]	-	-	18.54	21.23	22.39
Densidad seca [t/m³]	-	-	1.38	1.37	1.34
Presión de expansión [kN/m²]	-	-	6.022	5.930	5.657
Espesor de relleno [m]	-	-	0.322	0.317	0.302

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 5.657 – 6.022 kN/m², se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor mínimo de 0.35 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

Figura 22. Modelo geotécnico, barrio Villa Melissa y Los Robles



No se evidenció nivel freático

5.2.5.6 Suelos colapsables (barrios Villa Melissa y Los Robles)

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en la doble calzada del barrio Villa Melissa con carrera 18.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 63. Revisión de suelos colapsables (barrios Villa Melissa y Los Robles)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
133	16,00	18,54	13,50	2,80	36,00	13,68	Colapsable
122	16,35	21,23	13,48	2,70	39,00	12,90	Estable
124	16,05	22,39	13,12	2,70	38,00	13,07	Estable

5.2.5.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Villa Melissa y Los Robles)

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión, así mismo los valores de CBR compactado en laboratorio con material de relleno del sitio para un porcentaje del 95%.

Tabla 64. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Villa Melissa y Los Robles)

APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft³)				CBR (%)		
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)
A120	CBR 120	-	6.94	-	-	-	128.9	-	-	25%
A121	CBR 121	-	7.90	-	-	-	129.4	-	-	24%
A133	CBR 133	18.54	27.16	85.8	101.8	109.2	-	9.3	7.3	-
A122	CBR 122	21.23	29.44	85.8	104.0	111.0	-	9.8	7.6	-
A124	CBR 124	22.39	31.92	83.4	102.1	110.1	-	10.7	6.7	-

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 7.0%. En las zonas donde se encontró relleno en material granular hasta más de 0.70 m de profundidad, es decir en la doble calzada del barrio Villa Melissa entre carreras 12ª – 14ª, si una vez realizados los cortes indicados en el diseño geométrico de la vía, se estima que acorde al perfil estratigráfico, el espesor del relleno existente es mínimo 0.20 m, se recomienda que sea utilizado como mejoramiento en la estructura de pavimento, puesto que al realizar el CBR de laboratorio del mismo se obtuvieron valores entre 24% - 25% para un porcentaje de compactación del 95%.

5.2.6 Comuna 9, Barrio Mocarí

5.2.6.1 Perfiles estratigráficos (barrios Mocarí)

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron seis perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron

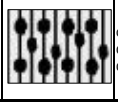
INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE - CALLES 4, 5 Y 9, MONTERÍA 202

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido,

APIQUE No 143

Tabla 65. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 143

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	143	CLL 95 - ENTRE CRA 5D VÍA CRT-MTR	0.00-0.30		ARENA LIMOSA COLOR HÁBANO CLARO			51	40	26	19	0	0	NP	0	A-1-b	SM								
B\MOCARÍ			0.30-1.10		GRAVA LIMOSA COLOR CAFÉ OSCURO		8.16	29	25	18	13	0	0	NP	0	A-1-a	GM				126.3			20%	

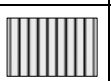
APIQUE No 144

Tabla 66. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 144

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	144	CLL 95 - CRA 5AB	0.00-0.50		ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ			77.6	69.3	54.5	48.8	0	0	NP	3	A-4	SM								
B\MOCARÍ			0.50-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO	17.14	23.66	100	99.2	97.4	89.3	34	24	10	11	A-4	ML	101.7	119.2	125.8		17.3	10.7		0.06

APIQUE No 145

Tabla 67. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 145

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	145	CLL 95 - CRA 4B	0.00-0.20		ARENA LIMOSA COLOR HÁBANO CLARO			58.5	40.3	22.1	15.4	0	0	NP	0	A-1-b	SM								
			0.20-0.50		ARENA LIMOSA COLOR NEGRO			81.3	70.6	51.0	44.6	0	0	NP	2	A-4	SM								
B\MOCARÍ			0.50-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO	17.71	25.27	100	99.8	99.1	94.9	33	25	8	12	A-4	ML	91.7	108.0	114.9		12.4	8.0		0.04

INFORME DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA PARA EL DISEÑO DE LA VARIANTE SANTA CRUZ DE LORICA, CÓRDOBA, COMPRENDIDA ENTRE LAS CONEXIONES VIALES CON LAS VÍAS CRT-MTR Y CLL 95 - CRA 5D, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 146

Tabla 68. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 146

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	146	CLL 94 - CRA 5	0.00-0.45		ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ			54.4	40.7	21.8	15.1	0	0	NP	0	A-1-b	SM								
B\MOCARÍ			0.45-1.30		LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO	20.08	29.26	100	100	99.2	90.9	28	22	6	11	A-4	ML-CL	80.1	96.2	103.6		8.0	4.9		0.10

APIQUE No 147

Tabla 69. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 147

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	147	CLL 94 - CRA 4	0.00-0.30		ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ OSCURO			67.3	55.0	30.2	20.9	0	0	NP	0	A-1-b	SM								
B\MOCARÍ			0.30-0.60		GRAVA LIMOSA COLOR ROJIZO			34.8	28.5	17.1	12.0	0	0	NP	0	A-1-a	GM								
			0.60-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO	15.75	22.03	97.2	95.4	93.2	83.3	28	20	8	10	A-4	CL	103.4	119.7	126.2		23.6	12.9		0.06

APIQUE No 148

Tabla 70. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 148

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	148	CLL 94 - CRA 2A	0.00-0.65		ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CLARO			56.4	44.6	22.3	15.9	0	0	NP	0	A-1-b	SM								
B\MOCARÍ			0.65-1.30		LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO	21.42	28.69	96.7	93.9	83.6	72.7	26	19	7	8	A-4	ML-CL	97.6	118.5	125.6		12.9	9.3		0.08

INFORME DE EXPLORACIÓN DE FUENTES COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.2.6.2 Nivel freático (barrio Mocarí)

No se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones hasta la profundidad explorada.

Tabla 71. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrio Mocarí

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 143	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 144	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 145	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 146	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 147	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 148	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

5.2.6.3 Modelo geotécnico (barrio Mocarí)

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio. (ver figura 23)

5.2.6.4 Descripción de la subrasante (barrio Mocarí)

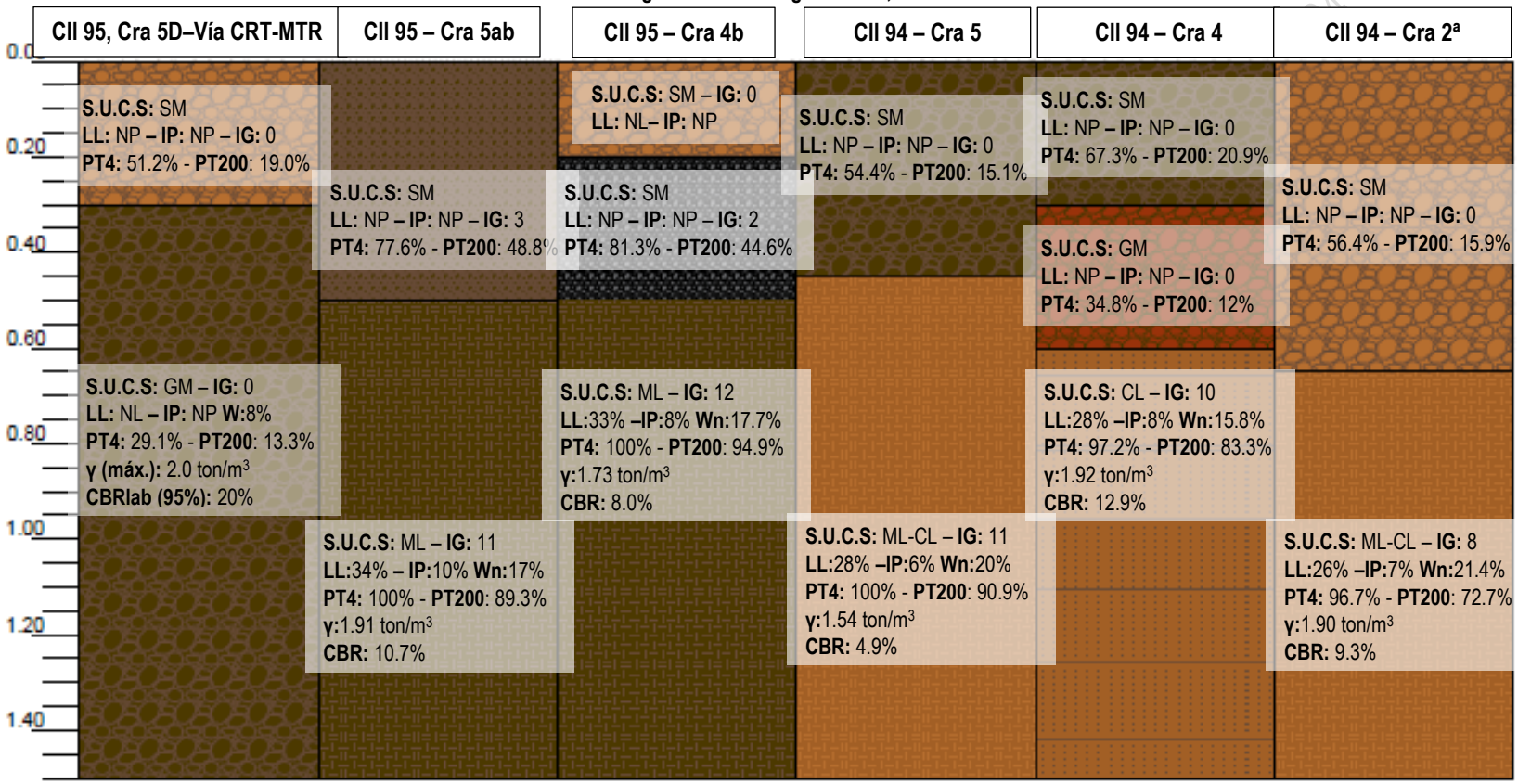
En la calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté, sitio donde se realizaron los apiques 143, 144 y 145, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor entre 0.30 – 0.50 m, color café, habano claro y negro, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, posteriormente, en el apique 143 hasta 1.10 m de profundidad se encontró material granular tipo grava color café oscuro, el cual no presentó plasticidad y clasificó como GM. Por otra parte, en los apiques 144 y 145, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo limo, con índice de plasticidad entre 8% - 10% y límite líquido entre 33% - 34%, el cual clasificó como ML y ML-CL.

En la calle 94 entre la calle 93 y la carrera 2a, sitio donde se realizaron los apiques 146, 147 y 148, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo arena con un espesor entre 0.30 – 0.65 m, color café, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, posteriormente, en los apiques 146 y 148, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo limo arcilloso, color café claro, con índice de plasticidad entre 6%-7% y límite líquido entre 26%-28%, cuya clasificación fue ML-CL. En el apique 148, entre 0.30 m – 0.60 m, se encontró material granular tipo grava, color rojizo, el cual no presentó plasticidad y clasificó como GM, seguido hasta la profundidad explorada por material de grano fino tipo arcilla, con índice de plasticidad de 8% y límite líquido de 28%, el cual clasificó CL

INFORME DE EXPLORACIÓN DE OBRAS DE LAS COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 23. Modelo geotécnico, barrio Mocarí



No se evidenció nivel freático

INFORME DE EXPLO

5.2.6.5 *Expansividad (barrio Mocarí)*

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 72. Evaluación de expansividad para el barrio Mocari

	Apique 143	Apique 144	Apique 145	Apique 146	Apique 147	Apique 148
Límite líquido [%]	NP	34.00	33.00	28.00	28.00	26.00
Índice de plasticidad [%]	NP	10.00	8.00	6.00	8.00	7.00
Potencial de expansión	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Expansión libre [%]	-	0.06	0.04	0.10	0.06	0.08

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja. Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en los apiques, como se muestra a continuación,

Tabla 73. Valores de presión de expansión para el barrio Mocarí

	Apique 143	Apique 144	Apique 145	Apique 146	Apique 147	Apique 148
Límite líquido [%]	NP	34.00	33.00	28.00	28.00	26.00
Humedad natural [%]	-	17.14	17.71	20.08	15.75	21.42
Densidad seca [t/m^3]	-	1.63	1.47	1.28	1.66	1.56
Presión de expansión [kN/m^2]	-	8.83	6.91	5.14	9.28	7.88
Espesor de relleno [m]	-	0.47	0.37	0.28	0.49	0.42

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 5.14 – 9.28 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.45 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

5.2.6.6 *Suelos colapsables (barrio Mocarí)*

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en la calle 94 con carrera 5.

Tabla 74. Revisión de suelos colapsables (barrio Mocarí)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
144	18,74	17,14	16,00	2,70	34,00	13,81	Estable
145	16,97	17,71	14,42	2,70	33,00	14,01	Estable
146	15,12	20,08	12,59	2,75	28,00	15,24	Colapsable
147	18,82	15,75	16,26	2,80	28,00	15,40	Estable
148	18,63	21,42	15,34	2,75	54,00	10,86	Estable

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE Y FUENTES 1, 2 Y 3 MONTERÍA 2024

5.2.6.7 *Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrio Mocarí)*

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión, así mismo los valores de CBR compactado en laboratorio con material de relleno del sitio para un porcentaje del 95%.

Tabla 75. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrio Mocarí)

APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft³)				CBR (%)		
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)
A143	CBR 143	-	8.16	-	-	-	126.3	-	-	20.00
A144	CBR 144	17.14	23.66	101.7	119.2	125.8	-	17.3	10.7	-
A145	CBR 145	17.71	25.27	91.7	108.0	114.9	-	12.4	8.0	-
A146	CBR 146	20.08	29.26	80.1	96.2	103.6	-	8.0	4.9	-
A147	CBR 147	15.75	22.03	103.4	119.7	126.2	-	23.6	12.9	-
A148	CBR 148	21.42	28.69	97.6	118.5	125.6	-	12.9	9.3	-

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, se escogió como CBR de diseño el valor promedio en condición sumergida, 9.3%. En la zonas donde se encontró relleno en material granular hasta más de 0.70 m de profundidad, es decir en la calle 95 entre carrera 5d y la vía Cereté - Montería, si una vez realizados los cortes indicados en el diseño geométrico de la vía, se estima que acorde al perfil estratigráfico, el espesor del relleno remanente es mínimo 0.20 m, se recomienda que sea utilizado como mejoramiento en la estructura de pavimento, puesto que al realizar el CBR de laboratorio del mismo se obtuvo un valor de 20% para un porcentaje de compactación del 95%.

5.2.7 Comuna 9, barrio INEM

5.2.7.1 *Perfiles estratigráficos (barrio INEM)*

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cuatro perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9 M

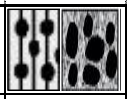
APIQUE No 149

Tabla 76. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 149

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	149	CLL 1 - CRA 2A	0.00-0.65		ARENA LIMOSA COLOR MARRÓN - RELLENO			65,5	52,9	32,3	26,1	0	0	NP	0	A-2-4	SM						
B\ INEM			0.65-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO	14,36	24,76	100	95,0	75,9	66,6	34	21	13	8	A-6	CL	86,7	99,1	108,2	12,9	8,9	0,06

APIQUE No 150

Tabla 77. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 150

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	150	CLL 1 - K0+300	0.00-0.55		GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA COLOR CAFÉ			18,1	13,4	9,5	7,3	0	0	NP	0	A-1-a	GP-GM						
B\ INEM			0.55-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO	21,40	33,45	100	98,5	92,3	88,1	40	19	21	17	A-6	CL	108,3	131,4	144,5	15,6	11,1	0,10

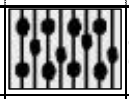
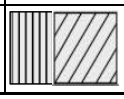
APIQUE No 151

Tabla 78. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 151

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	151	CLL 1 - K0+550	0.00-0.55		ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ			62,2	50,0	36,9	27,5	0	0	NP	0	A-2-4	SM						
B\ INEM			0.55-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO	16,75	24,28	91,0	88,6	80,3	75,4	35	25	10	8	A-6	ML	111,2	129,8	138,2	15,1	11,6	0,06

APIQUE No 152

Tabla 79. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 152

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	152	CLL 1 - K0+800	0.00-0.40		GRAVA LIMOSA COLOR NEGRO			37,3	27,2	18,0	15,7	0	0	NP	0	A-1-b	GM						
B\ INEM			0.40-1.30		LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ	22,63	31,12	100	100	100	89,0	27	20	7	11	A-4	ML-CL	89,2	109,4	117,0	12,9	10,7	0,10

5.2.7.2 *Nivel freático (barrio INEM)*

No se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias hasta la profundidad alcanzada.

Tabla 80. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrio INEM

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 149	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 150	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 151	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 152	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

5.2.7.3 *Modelo geotécnico (barrio INEM)*

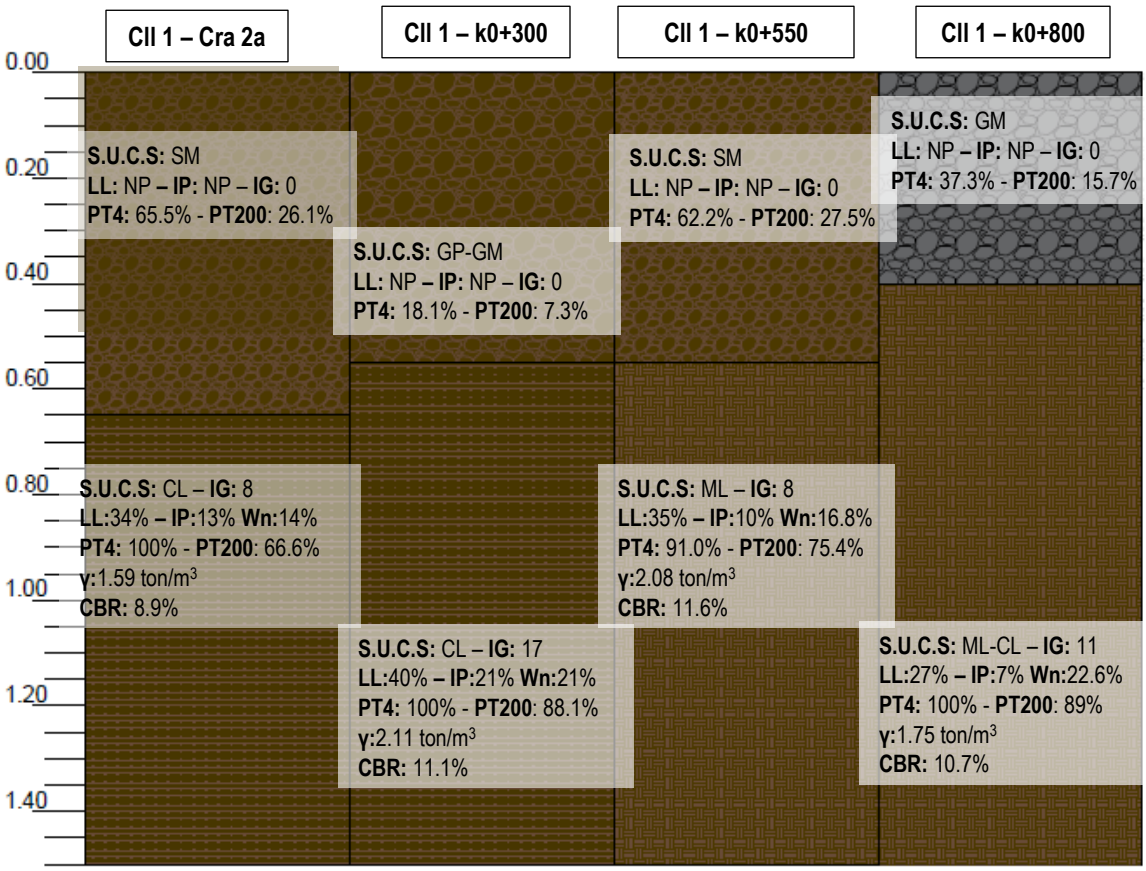
Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio. (ver figura 24).

5.2.7.4 *Descripción de la subrasante (barrio INEM)*

En la calle 1 entre carrera 2 y la vía Cereté - Montería, sitio donde se realizaron los apiques 149, 150, 151 y 152, se evidenció capa de rodadura en material granular color marrón y negro, con un espesor variable entre 0.40 m – 0.65 m, el cual no presentó plasticidad y clasificó según el S.U.C.S como SM, GP-GM y GM, seguidamente, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo arcilla, limo y limos arcillosos color café, que según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificaron como CL, ML y ML-CL, con índice de plasticidad entre 7% - 21% y límite líquido entre 27% - 40%.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUELOS APIQUES 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Figura 24. Modelo geotécnico, barrio INEM



No se evidenció nivel freático

5.2.7.5 Expansividad (barrio INEM)

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 81. Evaluación de expansividad para el barrio INEM

	Apique 149	Apique 150	Apique 151	Apique 152
Límite líquido [%]	34.00	40.00	35.00	27.00
Índice de plasticidad [%]	13.00	21.00	10.00	7.00
Potencial de expansión	Bajo	Medio-Bajo	Bajo	Bajo
Expansión libre [%]	0.06	0.10	0.06	0.10

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión media - baja.

Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en cada apique, los cuales se muestran a continuación,

Tabla 82. Valores de presión de expansión para el barrio INEM

	Apique 149	Apique 150	Apique 151	Apique 152
Límite líquido [%]	34.00	40.00	35.00	27.00
Humedad natural [%]	14.36	21.40	16.75	22.63
Densidad seca [t/m³]	1.39	1.73	1.78	1.43
Presión de expansión [kN/m²]	6.125	10.294	11.119	6.457
Espesor de relleno [m]	0.328	0.550	0.595	0.345

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 6.457 – 11.119 kN/m², se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.50 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

5.2.7.6 Suelos colapsables (barrio INEM)

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que no hay presencia de suelos colapsables.

Tabla 83. Revisión de suelos colapsables (barrio INEM)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
149	15,59	14,36	13,63	2,70	53,00	10,90	Estable
150	20,66	21,40	17,02	2,70	40,00	12,73	Estable
15	20,41	16,75	17,48	2,70	39,00	12,90	Estable
152	17,21	22,63	14,03	2,70	54,00	10,78	Estable

5.2.7.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrio INEM)

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión,

Tabla 84. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios INEM)

APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft³)			CBR (%)	
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
A149	CBR 149	14.36	24.76	86.7	99.1	108.2	12.9	8.9
A150	CBR 150	21.40	33.45	108.3	131.4	144.5	15.6	11.1

INFORME DE EXPLO... DE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

A151	CBR 151	16.75	24.28	111.2	129.8	138.2	15.1	11.6
A152	CBR 152	22.63	31.12	89.2	109.4	117.0	12.9	10.7

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 10.44%.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

6 Conclusiones

En los siguientes numerales se encuentran las conclusiones para cada zona de estudio.

6.1 Barrios Holanda y Panamá

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 17 – 19 del numeral 5.2.1.1, de igual forma se muestra en la figura 16 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.1.4.
- No se evidenció nivel freático en los apiques realizados.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.
- Al obtener valores de presión de expansión entre 6.089 – 9.116 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con espesores de 0.35 m y 0.50 m en los barrios Holanda y Panamá, respectivamente, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en los tramos intervenidos en el barrio Holanda.
- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, en los tramos correspondientes al barrio Holanda, como CBR de diseño se seleccionó el valor promedio en la condición sumergida, el cual fue de 4.1%. Por su parte, para el barrio Panamá el valor seleccionado fue 8%.

6.2 Barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 26 – 30 del numeral 5.2.2.1, de igual forma se muestra en la figura 17 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.2.4.
- Se evidenció nivel freático en el apique 109, ubicado en el barrio Chuchurubí a 1.20 m de profundidad.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material de los apiques 109 y 112 presentan una posibilidad de expansión alta, por su parte, los apiques 110, 111 y 113 presentan expansión baja.
- Al obtener valores de presión de expansión 5.878 – 9.538 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.40 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Para los suelos encontrados en los apiques, se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en la carrera 8c entre calles 14-15.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 4.1%. (ver figura 18).

6.3 Barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 36 – 40 del numeral 5.2.3.1, de igual forma se muestra en la figura 17 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.3.4.
- Se evidenció nivel freático a 1.22 m, 1.25 m y 1.10 m en los apiques 114, 136 y 115 respectivamente.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.
- Al obtener valores de presión entre 7.94 – 8.46 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.45 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Para los suelos encontrados en los apiques se pudo establecer que no hay presencia de suelos colapsables.
- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, se escogió como CBR de diseño el valor promedio en condición sumergida, 5.3%. En las zonas donde se encontró relleno en material granular hasta más de 0.70 m de profundidad, es decir en la carrera 11 entre calles 16 – 16ª y la calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15, si una vez realizados los cortes indicados en el diseño geométrico de la vía, se estima que acorde al perfil estratigráfico, el espesor del relleno remanente es mínimo 0.20 m, se recomienda que sea utilizado como mejoramiento en la estructura de pavimento, puesto que al realizar el CBR de laboratorio del mismo se obtuvieron valores entre 20% - 30% para un porcentaje de compactación del 95%.

6.4 Barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de septiembre, Los Araújos

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 46 – 49 del numeral 5.2.4.1, de igual forma se muestra en la figura 20 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.4.4.
- No se evidenció nivel freático en los apiques realizados.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.
- Al obtener valores de presión de expansión entre 6.304 – 7.289 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.35 m, con el fin de contrarrestar

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 11, 14, 15 Y 17 MONTERÍA 2024

los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

- Para los suelos encontrados en los apiques se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en los apiques 116, 118 y 119.
- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 8.0%. (ver figura 21).

6.5 Barrios Villa Melissa y Los Robles

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 55 – 59 del numeral 5.2.5.1, de igual forma se muestra en la figura 22 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.5.4.
- No se evidenció nivel freático en los apiques realizados.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.
- Al obtener valores de presión de expansión entre 5.657 – 6.022 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor mínimo de 0.35 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Para los suelos encontrados en los apiques se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en la doble calzada del barrio Villa Melissa con carrera 18.
- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 7.0%. En las zonas donde se encontró relleno en material granular hasta más de 0.70 m de profundidad, es decir en la doble calzada del barrio Villa Melissa entre carreras 12ª – 14ª, si una vez realizados los cortes indicados en el diseño geométrico de la vía, se estima que acorde al perfil estratigráfico, el espesor del relleno remanente es mínimo 0.20 m, se recomienda que sea utilizado como mejoramiento en la estructura de pavimento, puesto que al realizar el CBR de laboratorio del mismo se obtuvieron valores entre 24% - 25% para un porcentaje de compactación del 95%.

6.6 Barrio Mocarí

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 65 – 70 del numeral 5.2.6.1, de igual forma se muestra en la figura 23 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.6.4.
- No se evidenció nivel freático en los apiques realizados.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9 MONTERÍA 2024

- Al obtener valores de presión de expansión entre 55.14 – 9.28 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.45 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Para los suelos encontrados en los apiques se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en la calle 94 con carrera 5.
- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, se escogió como CBR de diseño el valor promedio en condición sumergida, 9.3%. En la zonas donde se encontró relleno en material granular hasta más de 0.70 m de profundidad, es decir en la calle 95 entre carrera 5d y la vía Cereté - Montería, si una vez realizados los cortes indicados en el diseño geométrico de la vía, se estima que acorde al perfil estratigráfico, el espesor del relleno remanente es mínimo 0.20 m, se recomienda que sea utilizado como mejoramiento en la estructura de pavimento, puesto que al realizar el CBR de laboratorio del mismo se obtuvo un valor de 20% para un porcentaje de compactación del 95%.

6.7 Barrio INEM

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 76 – 79 del numeral 5.2.7.1, de igual forma se muestra en la figura 24 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.7.4.
- No se evidenció nivel freático en los apiques realizados.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión media - baja.
- Al obtener valores de presión de expansión entre 6.457 – 11.119 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.50 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Para los suelos encontrados en los apiques se pudo establecer que no hay presencia de suelos colapsables.
- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 10.44%.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

7 Recomendaciones

7.1 Geotécnicas y constructivas

Debido a los valores obtenidos en la evaluación de la capacidad relativa de soporte en condiciones de inmersión, las características granulométricas y expansivas encontradas, se recomienda realizar un mejoramiento de la subrasante, el cual consiste en escarificar el material existente, luego adicionar material granular de afirmado, compactar y nivelar hasta conformar una capa con los espesores descritos para cada zona, este material debe estar encapsulado en geotextil NT 2500 o similar, la anterior descripción se debe realizar a través de un proceso de compactación, en el cual se debe alcanzar por lo menos el 95% de la densidad seca máxima alcanzada en el ensayo de compactación modificado realizado en el laboratorio.

El material del mejoramiento debe tener un valor de CBR mínimo de 15% y además debe cumplir con las especificaciones descritas en el artículo INV 300 -22 y INV 311 – 22 de la norma INVIAS.

El mejoramiento propuesto en material de afirmado se deberá realizar siempre que la estructura nueva quede en contacto con el suelo en estado natural encontrado durante la exploración.

Si durante el proceso de excavación o corte se evidencia suelos saturados altamente deformables, se recomienda realizar un reemplazo con el objeto de mitigar deformaciones en el suelo natural de soporte, el cual, consiste en la colocación de piedra gruesa (rajón) de mejoramiento en un espesor no inferior a 0,500m (500mm).

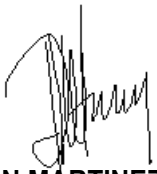
El proceso de reemplazo consiste en la colocación y posterior apisonamiento de piedra rajón, esto se debe realizar hasta que se evidencie un soporte firme y que no presente deformaciones excesivas.
Seguidamente realizar un sello en la parte superior de la capa de piedra rajón, el cual consiste en colocar una capa en material granular con un espesor de 0,10m (100mm), lo cual busca cerrar los intersticios presentes entre las partículas de piedra rajón.

Una vez finalizado el proceso de sello, se recomienda el paso de una volqueta sencilla cargada, con La finalidad de verificar la ausencia de las altas deformaciones observadas inicialmente.
Si esta verificación es satisfactoria, se continuará con la construcción la estructura de pavimento según los diseños especificados.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 2 Y 9, MONTERÍA 2024

8 Limitaciones del estudio geotécnico

Las recomendaciones realizadas en el presente informe se basan en las condiciones de campo observadas, los resultados de laboratorio y el análisis de ingeniería anteriormente descrito. Si durante la construcción del proyecto llegaran a presentarse condiciones diferentes a las enunciadas y asumidas como típicas, o surgiese cualquier dificultad imprevista, esta situación deberá ser informada oportunamente a fin de realizar los ajustes y evaluaciones pertinentes.



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
Ingeniero Civil
Especialista En Geotecnia
Magíster En Ingeniería

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024

Bibliografía

Bray, Jonathan D & Sancio, Rodolfo B. (September de 2006). Assessment of the Liquefaction Susceptibility of Fine-Grained Soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 1165-1177.

BUDHU, M. (2010). *SOIL MECHANICS AND FOUNDATIONS.* John Wiley & Sons, Inc.

CORONADO, C., VILLAFAÑE, R., & RIOS, L. (s.f.). *Resistencia de los Suelos a la licuación. .* Colombia.

Covo, A. I. (2003). *Introducción a la mecánica de suelos.* Cartagena.

DAS, B. M. (2012). *Principios de Ingeniería de cimentaciones.* México: International Thomson.

DAS, B. M. (2012). *Principios de Ingeniería de cimentaciones.* México: International Thomson.

ECOPETROL. (2002). *Interpretación de Radar Sinú- San Jacinto.*

Geokinetics International Inc. (2009). *INTERPRETACIÓN PROGRAMA SÍSMICO 2D SINÚ SAN JACINTO SUR 2008.*

Gómez, J., & Montes, N. (2020). Mapa Geológico de Colombia en Relieve 2020. Escala 1:1000000. Bogotá, Colombia.

Gonzalez, Alvaro J. (1999). ESTIMATIVOS DE PARAMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL SPT. *X JORNADAS GEOTECNICAS DE LA INGENIERIA COLOMBIANA - SCI -SCG* -, 1-12.

Gregory, G. H., & Cross, S. A. (2007). Correlation of CBR with shear strength parameters. *International Conference on Low-Volume Roads.* Austin, Texas.

Guzmán Garzón, C. (s.f.). Inventan aislador sísmico. *Revista Universidad EAFIT edición 170*.

Hernández Avila, R. (2011). *Cimientos de Concreto Reforzado.* Sincelejo.

Komornik, A. D. (1969). Prediction of swelling pressure of clays., (págs. 209-225).

NSR. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.* Bogotá D.C.

Rondón Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2022). *Pavimentos, Materilaes, Construcción y Diseño.* Bogotá: ECOE Ediciones.

Vera Centeno, J. (2019). *Correlación Empírica Entre La Velocidad De La Onda De Corte Y La Resistencia A La Penetración Estándar En Suelos De La Ciudad De Puebla.* Puebla: Benemétria Universida Autónoma De Pueble.

Woo, M. (2017). Por qué las placas tectónicas y sus movimientos son indispensables para la vida. *BBC Earth*.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9, MONTERÍA 2024