

PUEBLOS DORADOS EN LOS MUNICIPIOS DE GUADUAS Y APULO, EN CUNDINAMARCA

**CONTRATO DE CONSULTORÍA
NO. ICCU-183 DE 2025**

**CONTRATISTA
CONSORCIO PD**

OBJETO: "ELABORAR LA TOTALIDAD DE LOS DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS A NIVEL DE ANTEPROYECTO Y PROYECTO DEFINITIVO PARA LA CUALIFICACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO Y URBANISMO TÁCTICO EN ÁREAS DETERMINADAS DE LOS MUNICIPIOS DE GUADUAS Y APULO, DE CONFORMIDAD CON LAS BASES DEL CONCURSO DE ARQUITECTURA PROMOVIDO POR EL INSTITUTO DE CAMINOS Y CONSTRUCCIONES DE CUNDINAMARCA - ICCU"

INFORME ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS MUNICIPIO DE APULO



Gobernación de
Cundinamarca



ICCU
INSTITUTO DE CAMINOS Y CONSTRUCCIONES DE CUNDINAMARCA

AM·PM
arquitectura

B
Borde
arquitectura

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

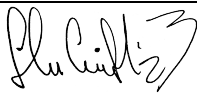
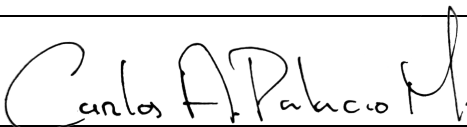
MEMORIA DEL PROYECTO

ENTREGA	REVISIÓN	OBSERVACIONES
ANTEPROYECTO	x	N/A
PROYECTO		
PROYECTO DEFINITIVO		

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Índice de Revisión	Sección Modificada	Fecha Modificación	Observaciones
1	VERSIÓN INICIAL	ABRIL 31/2025	N/A

REVISIÓN Y APROBACIÓN CONSULTORÍA

Número de revisión		No
Elaborado por:	Nombre	HAROLD CAMILO HERNÁNDEZ
	Firma	
Responsable de Consultoría	Nombre	CARLOS ANDRES PALACIO MEJIA
	Firma	

APROBACIÓN

Número de revisión		No
Responsable por aprobación	Nombre	
	Firma	

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	3
APULO.....	5
1 INTRODUCCION	5
2 OBJETIVOS	5
2.1 OBJETIVO GENERAL	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3 DIAGNÓSTICO GENERAL.....	6
3.1 SITUACIÓN LEGAL Y NORMATIVA.....	7
3.1.1 ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL AÑO 2000 (e.o.T.).....	7
3.1.2 ACERCA DE LA NORMATIVA QUE RIGE LA INFRAESTRUCTURA PEATONAL:	7
4 MARCO GEOLÓGICO GENERAL.....	8
5 EXPLORACION Y ENSAYOS	9
5.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LA NECESIDAD DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.....	9
5.2 INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS.....	9
5.3 DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS DE CAMPO	9
5.4 LOCALIZACION DE LOS TRABAJOS DE CAMPO	10
5.5 ENSAYOS DE LABORATORIO PAVIMENTOS	11
6 CARACTERIZACION GEOTECNICA	12
6.1 PROPIEDADES INDICE	12
6.1.1 Humedad Natural	12
6.1.2 Límites de Atterberg.....	12
6.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	14
6.2.1 Clasificación de suelos según USCS	15
6.3 CONDICIONES ESPECIALES DEL SUELO	15
6.3.1 Expansividad.....	15
6.4 CBR	16
6.5 Parámetros de diseño	17
6.6 PERFIL GEOTECNICO.....	18
7 ESPACIO PÚBLICO.....	19

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

7.1	ANDENES	19
7.1.1	Alternativa 1	20
7.1.2	Alternativa 2	20
7.2	BORDILLO	22
8	DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE	22
8.1	Introducción.	22
8.2	Determinación del valor de capacidad portante.....	23
9	Determinación de asentamientos	24
9.1	Asentamientos.....	24
9.2	Coeficiente de reacción vertical kv y horizontal kh.....	24
10	ANCLAJE.....	25
11	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
11.1	CONCLUSIONES DE CARÁCTER GENERAL	25
11.2	EXCAVABILIDAD	26
11.3	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO PARA ANDENES.....	26
11.4	ADOQUINES.....	27
11.5	RECOMENDACIONES PARA LAS RAMPAS.....	27
11.6	LIMITACIONES	28
12	BIBLIOGRAFÍA	28

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

APULO

1 INTRODUCCION

El presente documento corresponde al estudio geotécnico y de pavimentos, en el marco del contrato ICCU-183 de 2025 cuyo objetivo es desarrollar los estudios y diseños definitivos para la renovación del espacio público en áreas priorizadas de los municipios de Guaduas y Apulo. Este documento se centrará en el municipio de **Apulo**, exponiendo los resultados de las actividades de campo, laboratorio y oficina, que permitan la caracterización geomecánica de los materiales téreos, naturales y antrópicos presentes en estas áreas priorizadas.

Con el fin de dar cumplimiento al objetivo del proyecto se presenta a continuación el informe el cual se compone de las generalidades, la condición geológica de la zona, la caracterización geotécnica del sitio de estudio con base en los resultados obtenidos en campo y en el laboratorio, la definición del perfil geotécnico promedio, la condición sísmica del área de estudio y los análisis geotécnicos. Finalmente, se presentan algunas conclusiones y recomendaciones que se deben tener en cuenta para la construcción del espacio público proyectado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio geotécnico y de pavimentos del espacio público en áreas priorizadas; donde se llevará a cabo la construcción de andenes en el municipio de Guaduas, profundizando en el conocimiento de las condiciones del terreno, estableciendo las condiciones geomecánicas de los materiales encontrados.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el perfil estratigráfico del terreno donde se realizará el proyecto.
- Estimar los parámetros geomecánicos y físicos de los materiales encontrados durante la auscultación con métodos directos y ensayos de laboratorio.
- Adelantar la exploración geotécnica.
- Llevar a cabo los análisis y ensayos para dar las recomendaciones pertinentes según la propuesta de urbanismo.

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

3 DIAGNÓSTICO GENERAL



Plano de áreas de intervención para Apulo. Ref.: Elaboración propia Componente Arquitectura

Apulo, oficialmente municipio de Apulo, está ubicado en el departamento de Cundinamarca, dentro de la provincia del Tequendama. Se sitúa a 110 km de Bogotá y cuenta con un clima cálido promedio de 26 °C, lo que lo ha convertido en un destino turístico tradicional para los habitantes de la capital (Gobernación de Cundinamarca). El nombre "Apulo" proviene del vocablo indígena "Apula", que se interpreta como "agua que fluye de lo alto", aludiendo a su riqueza hídrica.

El municipio fue habitado originalmente por pueblos de la nación Panche. Durante la Colonia, fue punto de paso del capitán Hernán Venegas Carrillo, y más tarde, en 1889, con la llegada del ferrocarril, se consolidó como centro de descanso. Fue fundado oficialmente como municipio en 1949 bajo el nombre de Rafael Reyes, pero en 1975 recuperó su denominación tradicional tras un plebiscito.

Apulo conserva importantes atractivos naturales como el cerro Guacaná y la laguna de Salcedo, además de estructuras de valor histórico como la antigua estación del ferrocarril y el antiguo casino municipal. Su economía gira en torno al turismo, la agricultura y la ganadería, y celebra fiestas religiosas y tradicionales como la Semana Santa y el Día de los Reyes (Gobernación de Cundinamarca).

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

3.1 SITUACIÓN LEGAL Y NORMATIVA

3.1.1 ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL AÑO 2000 (E.O.T.)

El cual define los usos del suelo para los diferentes sectores de las zonas rural y urbana, se establecen las reglamentaciones urbanísticas correspondientes, se define la estructura ambiental y la estructura vial en las zonas urbanizables o zonas de expansión y se complementan y establecen los instrumentos necesarios para la gestión de un desarrollo urbano y rural integral, ordenado y equitativo de las zonas de expansión y conservación en el municipio. Siendo clave para los lineamientos normativos del diseño, por lo cual se dividen en dos: Infraestructura Peatonal y Fachadas:

3.1.2 ACERCA DE LA NORMATIVA QUE RIGE LA INFRAESTRUCTURA PEATONAL:

Estrategia de Funcionamiento espacial: 4. Definir dentro del plan vial, la proyección de la avenida principal con especificaciones que permitan construir amplias zonas verdes y ubicación de símbolos culturales.

Artículo 103. - INTERVENCIONES EN EL ESPACIO PÚBLICO: Las intervenciones en calzadas y andenes en el sector Antiguo de Guaduas y en su área de influencia deben ceñirse a especificaciones especiales adecuadas a su carácter histórico. Las intervenciones deben contar con la aprobación de la oficina de Planeación o Junta de Protección del Sector Antiguo. En las demás áreas diferentes a la del Sector Antiguo de Guaduas y su área de influencia se debe respetar lo dispuesto en el plan vial y lo que no se contemple allí se ceñirá a la reglamentación del manejo de espacio público de acuerdo con el decreto reglamentario de la ley 388 No. 1504 de 1998.

Artículo 105. – ANDENES: Todo proyecto de adecuación, ampliación o construcción nueva, tanto de entidades oficiales como de particulares, debe contemplar la reparación obligatoria de los elementos del espacio público que se deterioren durante la ejecución de la obra o a causa de ella. Parágrafo 1o. La reparación de andenes debe mantener la continuidad en la altura y tratamiento, sin cambios de nivel ni de dimensión. Parágrafo 2o. Para facilitar el acceso de vehículos al interior de predios que lo requieran, se deben estudiar soluciones que no impliquen la construcción de rampas que alteren en forma brusca la continuidad en los andenes. En los casos en que la altura del andén lo permita, sólo las huellas para las ruedas del vehículo se deben marcar en el sardinel.

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

4 MARCO GEOLÓGICO GENERAL

El municipio de Apulo, ubicado en el departamento de Cundinamarca, Colombia, presenta una geología caracterizada por una compleja estructura tectónica y una diversidad de formaciones sedimentarias del Cretácico.

El área urbana de Apulo se asienta sobre varias formaciones del Grupo Villeta, que abarcan desde el Aptiano hasta el Cenomaniano. Las principales unidades geológicas son:

- **Formación Trincheras (Aptiano Temprano):** Constituida por lutitas calcáreas, areniscas y calizas, esta formación se depositó en un ambiente de plataforma marina bien oxigenada. Es notable por su riqueza fosilífera, incluyendo ammonites y otros invertebrados marinos. La formación fue definida y nombrada en 1969 por Cáceres y Etayo, tomando como localidad tipo la Quebrada Trincheras en Apulo.
- **Formación Socotá (Aptiano Tardío):** Caracterizada por una secuencia inferior de areniscas calcáreas y una parte superior de lutitas, esta formación también se depositó en un ambiente de plataforma marina. Contiene fósiles de ammonites y otros organismos marinos. La formación fue definida y nombrada en 1969 por Cáceres y Etayo, tomando como localidad tipo la vereda Socotá en Apulo.
- **Formación Hiló (Albiano Tardío – Cenomaniano Temprano):** Compuesta principalmente por lutitas orgánicas, calizas y limolitas, con intercalaciones de bancos de arenisca. Esta formación se depositó en un ambiente de plataforma abierta, representando una máxima transgresión marina. Es rica en fósiles de ammonites y otros invertebrados marinos. La formación fue definida y nombrada en 1931 por Hubach, tomando como localidad tipo el caserío Boquerón de Hiló en Anapoima.

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

5 EXPLORACION Y ENSAYOS

En el presente capítulo se describe la de exploración geotécnica, la metodología a seguir para realizarla ejecución de dicha exploración y las cantidades que se llevaron a cabo.

5.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LA NECESIDAD DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

De acuerdo con las necesidades del proyecto se propuso la ejecución de apiques en aras de caracterizar los estratos de conformación de la subrasante para espacio público y dado el caso vías que se tengan proyectadas adecuar, esto permitirá contar con información detallada y específica acerca del suelo de soporte de las estructuras de pavimento y espacio público que se tiene proyectado construir.

5.2 INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS

Para determinar las propiedades del subsuelo de conformación de la subrasante, se realizó una campaña de apiques y ensayos de laboratorio en puntos estratégicos de cada tramo de intervención, cada apique se llevó a cabo con el objetivo de obtener muestras representativas de los suelos, permitiendo la evaluación de la estratigrafía del terreno y las propiedades mecánicas de los materiales presentes. Los apiques se distribuyeron conforme a los criterios adaptados de las especificaciones técnicas del IDU puesto que no hay una normativa en la cual se estandarice a nivel nacional la exploración mínima que se debe llevar a cabo para la intervención que se propone en el proyecto.

Se establecen las siguientes profundidades de exploración, conforme a la “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO” adaptada para el proyecto, en este se define una frecuencia de exploración para tramos de vías con longitudes mayores a 100 m como:

$$\#Exploraciones = \frac{Longitud * 2}{100}$$

Cada apique contó con una exploración media de 1.5m.

5.3 DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

Con el fin de obtener información detallada de los suelos de conformación de la subrasante se propone la ejecución de apiques en aras de identificar los estratos, el tipo y la capacidad de los suelos de la subrasante.

Se llevó un registro detallado de la exploración los cuales se presentan en el **ANEXO I**. Los registros de las perforaciones se diligenciarán de manera completa para cada uno de los puntos exploratorios; estos registros incluyen la siguiente información:

- Nomenclatura, localización, cota de inicio y terminación del punto exploratorio.
- Columna estratigráfica o de una superficie de corte expuesta, en la cual se incluye la descripción y profundidad de cada tipo de material encontrado.

- Número y profundidad de las muestras tomadas.
- Profundidad del nivel freático o niveles de agua en cada punto exploratorio; en general, incluir todas las observaciones sobre las condiciones de agua (Zonas acuíferas, drenaje subterráneo, etc.).

De manera complementaria al registro de perforación se tomaron fotografías de la localización y ejecución de cada apique, las cuales se presentan en el **ANEXO 2**.

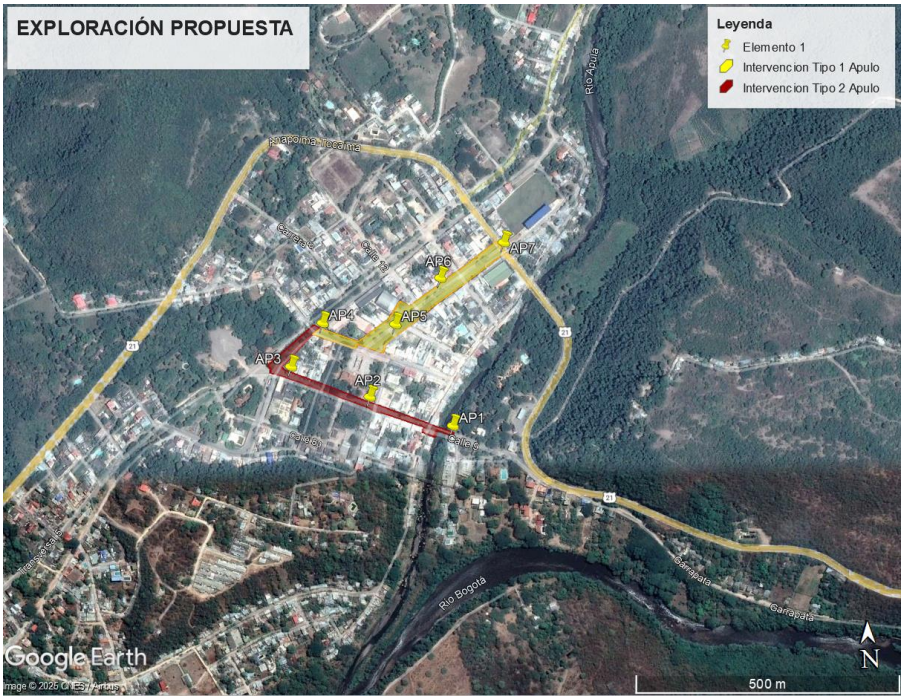
5.4 LOCALIZACION DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

Con el propósito de recopilar información detallada y representativa de los estratos de conformación de la subrasante se determinó una frecuencia de exploración de 250.0 m, así las cosas, se propone la ejecución de siete (7) apiques, cada uno con una profundidad de 1.5 metros.

Tabla 1 Cantidad de exploración propuesto pavimentos

Municipio	Nombre	Tipo	Profundidad (m)	Este	Norte
APULO	AP1	Apique	1.5	74°35'34.05"O	4°31'4.56"N
APULO	AP2	Apique	1.5	74°35'39.10"O	4°31'6.50"N
APULO	AP3	Apique	1.5	74°35'43.86"O	4°31'8.49"N
APULO	AP4	Apique	1.5	74°35'41.85"O	4°31'11.10"N
APULO	AP5	Apique	1.5	74°35'37.40"O	4°31'10.89"N
APULO	AP6	Apique	1.5	74°35'34.55"O	4°31'13.64"N
APULO	AP7	Apique	1.5	74°35'30.59"O	4°31'15.69"N

Localización de la exploración.



	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

5.5 ENSAYOS DE LABORATORIO PAVIMENTOS

Una vez definidas las cantidades requeridos para el componente de pavimentos, se procede a establecer la cantidad y tipo de ensayos de laboratorio necesarios. Estos ensayos son fundamentales para realizar un análisis detallado de la subrasante, permitiendo caracterizar sus propiedades físicas y mecánicas.

Este enfoque sistemático y normativo asegura que las decisiones de diseño de las estructuras de pavimento las cuales estén respaldadas por datos precisos y consistentes, minimizando los riesgos técnicos y económicos asociados al proyecto.

Tabla 2 Ensayos de laboratorio pavimentos.

ENSAYOS DE LABORATORIO		
DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO. Norma técnica: INVE-122-13 NTC-1495-13 ASTM D2216-19.	UN	7
DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ DE 75 UM (N° 200) EN LOS AGREGADOS PÉTREOS MEDIANTE LAVADO. Norma técnica: INV E 214-13 NTC 78-1995	UN	7
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS. Norma técnica: INVE-125-13 INVE-126-13 NTC-4630-99 ASTM D4318-17e1 (18).	UN	7
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (METODO I). Norma técnica: INVE-148-13 NTC-2122-13 ASTM D1883-21.	UN	4

Los ensayos de laboratorio se encuentran en el **ANEXO 3**.

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

6 CARACTERIZACION GEOTECNICA

En este capítulo se presentan la caracterización geomecánica de los materiales existentes en la zona de estudio, la cual se realizó teniendo en cuenta la exploración geotécnica, los resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio antes mencionados.

6.1 PROPIEDADES INDICE

A continuación, se presenta una descripción de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados a las muestras extraídas, para definir su caracterización física en términos de contenidos de humedad, granulometría y límites de consistencia.

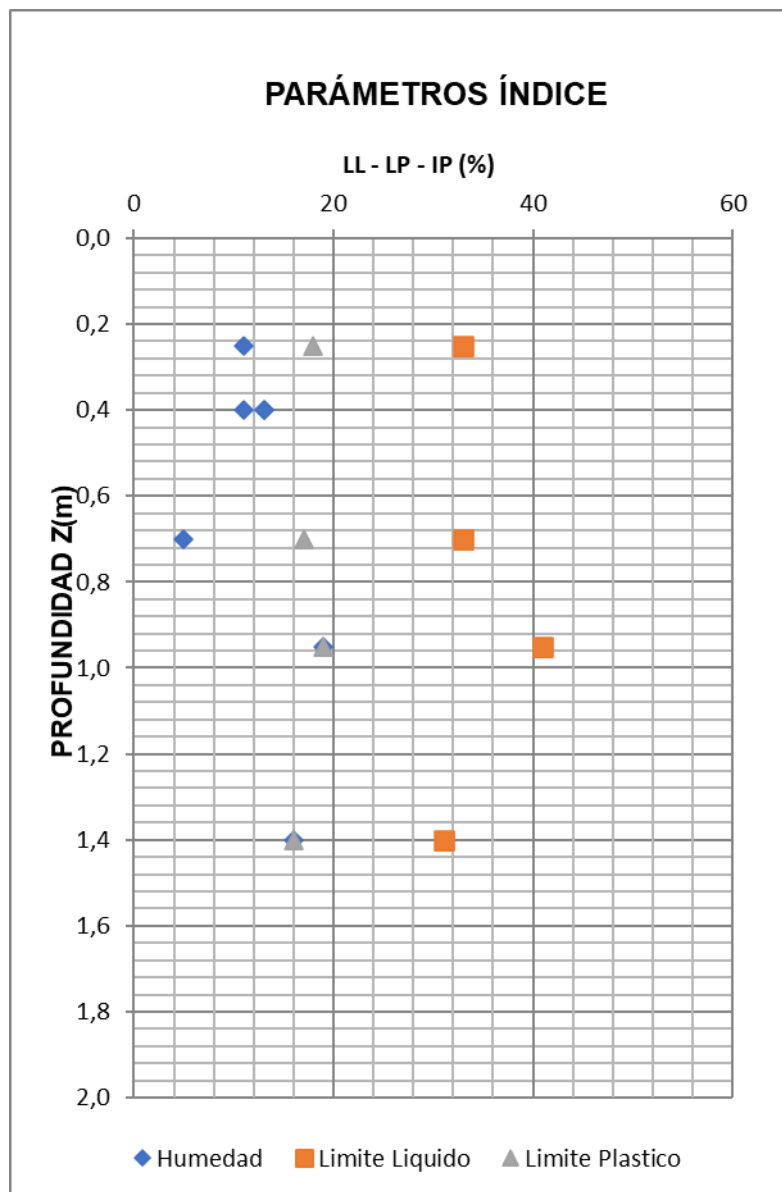
6.1.1 HUMEDAD NATURAL

En la Figura 6-1, se presenta la humedad natural de los materiales del sitio, la cual varía entre 5% y 19%, con un ligero aumento en profundidad, variando en los estratos identificados. El promedio de las humedades evaluadas en las vías es de 13%.

6.1.2 LÍMITES DE ATTERBERG

De acuerdo con los resultados de los ensayos para determinar los límites de Atterberg, realizados a las muestras obtenidas de los apiques en el sitio de estudio, se encontraron materiales de relleno cuyos resultados son NL-NP y para los materiales de subrasante rangos de límite líquido que oscilan entre 31% y 41%, y cuyo promedio del límite es de 35%; el límite plástico varía entre el 16% y 19% y su promedio se encuentra en 18%. En la Figura 6-4 se presenta la variación de las propiedades índice con la profundidad.

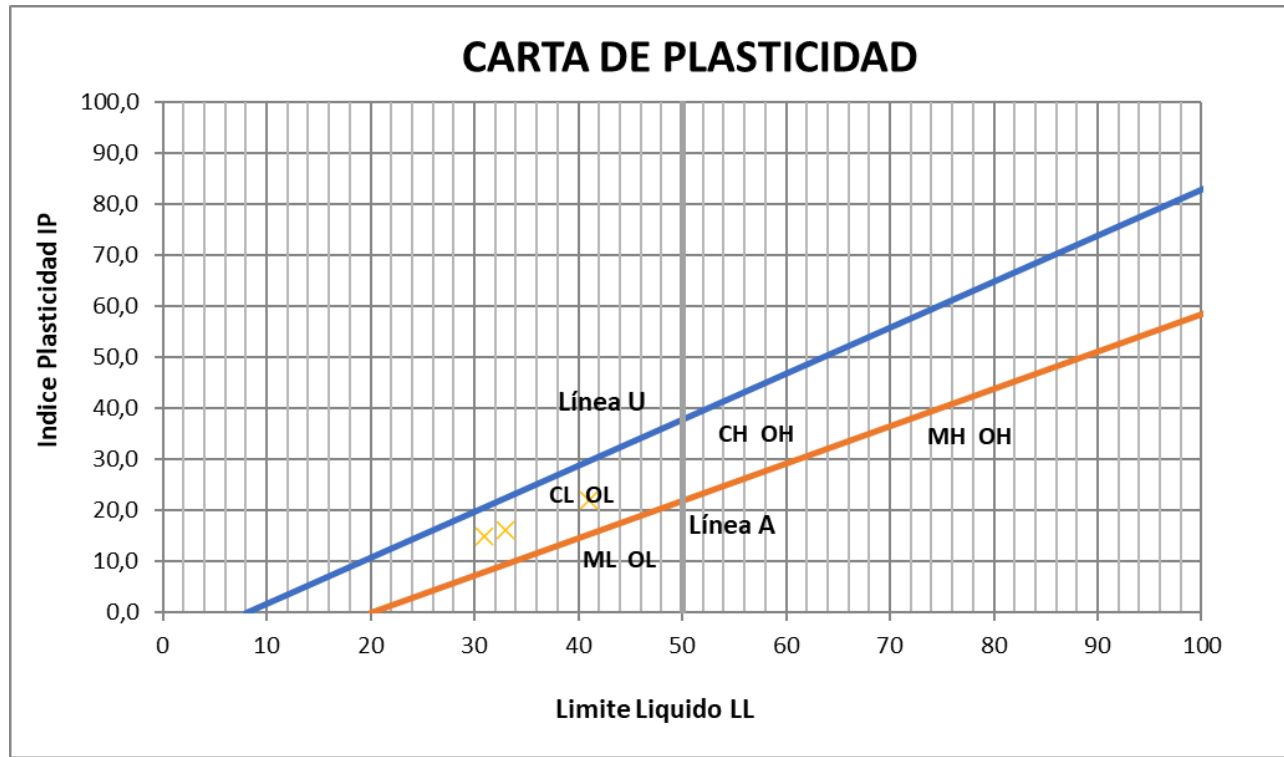
	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	



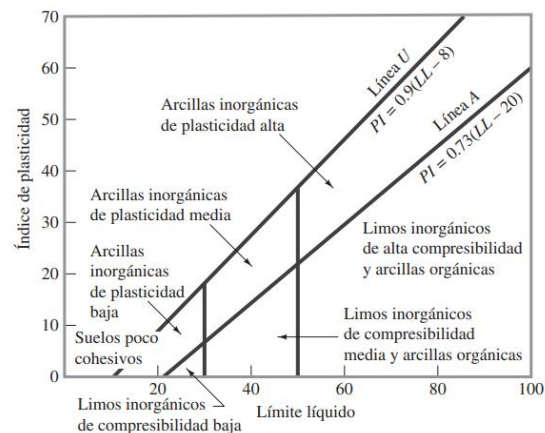
Variación de la humedad natural y límites en función de la profundidad.

El resultado de las muestras analizadas, empleando la carta de plasticidad de Casagrande, arrojó como resultado que los materiales encontrados se clasifican como arcillas inorgánicas de plasticidad baja. En la siguiente figura se presenta la carta de plasticidad obtenida de las pruebas de laboratorio realizadas a las diferentes muestras.

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO		Fecha: 2025
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD		Versión: 00



Carta de Plasticidad de Casagrande para los materiales presentes en el sitio.

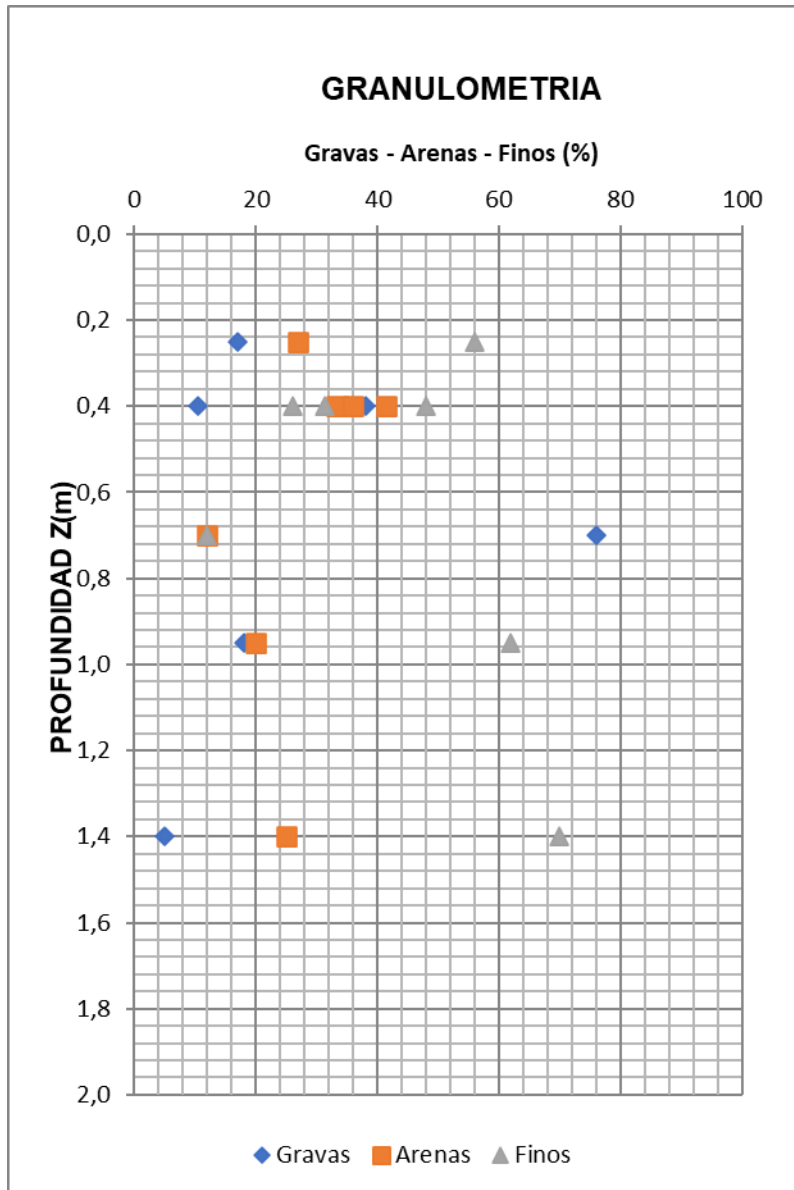


Carta de plasticidad. Fuente: (DAS, 2013)

6.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

La composición granulométrica general muestra un perfil con dos capas en superficie un relleno granular heterogéneo que alcanza espesores hasta de 1m, seguido de la subrasante natural que se compone de arcillas de baja plasticidad. En la siguiente figura se presenta la variación granulométrica en función de la profundidad.

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	



Variación granulométrica en función de la profundidad.

6.2.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN USCS

Teniendo en cuenta la composición granulométrica y la carta de plasticidad, los materiales encontrados se clasifican como gravas limosas GM en superficie (material de relleno) y arcillas de baja plasticidad CL (material de subrasante).

6.3 CONDICIONES ESPECIALES DEL SUELO

6.3.1 EXPANSIVIDAD

Para la identificación de suelos expansivos se tuvo en cuenta lo expuesto en el apartado H.9.1 de la NSR 10 (Tabla 3), donde se presentan los criterios más aceptados para el reconocimiento de

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

los suelos expansivos basados en altos niveles del límite líquido e índice de plasticidad. En la Tabla 4 se presenta el análisis de expansión de los materiales encontrados por los criterios ya mencionados.

Tabla 3 Clasificación suelos expansivos. Fuente: NSR 10

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm ²	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 4 Análisis cualitativo de la expansión de los suelos a partir del Límite Líquido y el Índice de Plasticidad, según Tabla H.9.1-1 de la NSR-10.

Perforación	Muestra	Tipo	Profundidad Media (m)	LL(%)	LP(%)	IP(%)	Potencial de expansión según LL	Potencial de expansión según IP
AP-02	2	CBR	0,7	33	17	16	BAJO	BAJO
AP-04	2	BOLSA	0,95	41	19	22,00	MEDIO	MEDIO
AP-05	3	BOLSA	1,4	31	16	15	BAJO	BAJO
AP-06	1	BOLSA	0,25	33	18	15	BAJO	BAJO

6.4 CBR

El Ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) es un ensayo para evaluar la calidad de un material de suelo con base en su resistencia, medida a través de un ensayo de placa a escala. Este se puede utilizar para evaluar y diseñar. Se evalúan subrasantes o superficies de colocación de estructuras. Por otra parte, se diseñan suelos para ser utilizados como materiales de base y subbase de pavimento, o para rellenos estructurales.

En el caso específico del suelo analizado, se ha determinado que el CBR natural es del 3.9%, mientras que el CBR saturado es del 2.4%.

Dichos resultados de CBR se encuentra en el **ANEXO 3**.

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

6.5 Parámetros de diseño

Para la obtención de algunos parámetros de diseño, se hizo uso de correlaciones desarrolladas en estudios realizados en la ciudad de Bogotá, las cuales permiten estimar características geotécnicas del suelo a partir de ensayos de campo. En particular, se emplearon correlaciones empíricas entre el índice CBR (California Bearing Ratio) y el número de golpes del ensayo de penetración estándar (SPT-N), con el fin de definir valores representativos del número de golpes N, especialmente en zonas donde no se contó con información directa del ensayo SPT.

Tabla 5 Correlaciones CBR y SPT

Autor	Correlación	Estudio
JAIRO SADO PUENTES	$CBR = 0.0739(N_{60}) + 2.386$	CORRELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE CBR DE CAMPO Y EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN ESTANDAR SPT EN CONDICIONES NORMALES, EN SUELOS COHESIVOS LOCALIDAD DE SUBA CIUDAD DE BOGOTÀ D.C. 2018
	$CBR = 0.3532(N_{60}) - 0.086$	

Una vez empleadas las correlaciones, se pudo definir que, para el tipo de suelo encontrado en las exploraciones llevadas a cabo el número de golpes por pie (N) varía entre 5 y 8 golpes/pie, lo cual corresponde a un suelo de consistencia media. Por otro lado, se hizo uso de correlaciones empíricas para determinar el ángulo de fricción interna (ϕ) del suelo (Figura 1), a partir de los valores de N obtenidos. Como resultado de este análisis, se definieron los parámetros geotécnicos presentados en la Tabla 6, los cuales serán empleados en el diseño de las estructuras proyectadas.

Autor	Año	Ecuación
Terzaghi & Peck [1]	1948	$\phi' = 28,5 + 0,25N_{145}$
Peck <i>et al.</i> [19]	1953	$\phi' = 26,25 \left(2 - \left(e^{-\frac{N_{145}}{62}} \right) \right)$
Kishida [20]	1969	$\phi' = 15 + \sqrt{20N_{172}}$
Schmertmann [16]	1970	$\phi' = \tan^{-1} \left[\left(\frac{N_{60}}{32,5} \right)^{0,34} \right]$
JNR (Japan National Railway) [21]	1999	$\phi' = 27 + 0,30N_{172}$
JRB (Japan Road Bureau) [21]	1986	$\phi' = 15 + \sqrt{15N_{172}}$
Hatanaka & Uchida [22]	1996	$\phi' = \sqrt{20N_{172}} + 20$
Montenegro & González [8]	2014	$\phi' = 12,79 + \sqrt{25,86N_{172}}$

Figura 1 Correlaciones Angulo de fricción

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

Tabla 6 Parámetros de diseño

PARÁMETROS DE DISEÑO				
γ_t (t/m ²)	ϕ (°)	c' (t/m ²)	E (t/m ²)	N
1.89	28	0.05	1158	6

6.6 PERFIL GEOTECNICO

De acuerdo con los resultados obtenidos en la exploración del subsuelo, los ensayos de laboratorio y las observaciones de campo, se identificaron dos (2) materiales en la zona de estudio.

- **Material No 1. Relleno antrópico granular GM (0.1 – 0.8m):** relleno heterogéneo de gravas en matriz limosa de color marrón oscuro, con presencia de escombros, cuyas propiedades índice y parámetros son:
 - Humedad Natural (Wn): 11%.
 - Limite Líquido (LL): No líquido.
 - Limite Plástico (LP): No plástico.
 - Composición Granulométrica:
 - Gravas: 40%,
 - Arenas: 31%
 - Finos: 29%.

- **Material No 2. Arcilla gris de baja plasticidad (0.8 – 1.5m):** arcilla gris de baja plasticidad de consistencia media, con trazas de arena, cuyas propiedades y parámetros son:
 - Humedad Natural (Wn): 15%.
 - Limite Líquido (LL): 35%.
 - Limite Plástico (LP): 18%.
 - Composición Granulométrica:
 - Gravas: 13%,
 - Arenas: 24%
 - Finos: 63%.

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

Profundidad	Litología	Descripción
0,8m	GM	Relleno antrópico granular
1,5m	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad

La tabla de caracterización geotécnica se presenta en el **ANEXO 4**.

7 ESPACIO PÚBLICO

7.1 ANDENES

Teniendo en cuenta las características del proyecto se utilizó como referencia la Cartilla de Andenes de Bogotá (SDP, 2018), para definir la estructura de pavimento del espacio público. Producto de la exploración geotécnica, los ensayos de laboratorio ejecutados a las muestras y con base en el análisis geotécnico realizado a partir de la caracterización del suelo se obtuvo el parámetro de CBR el cual permite clasificar el tipo de subrasante con la que contara el área de intervención, se dispone a definir el tipo de estructura de los andenes.

Tabla 7 Espesores de la estructura del pavimento recomendados para pisos con adoquines o losetas y para andenes de concreto

Fuente: Especificaciones técnicas IDRD

Tipo de suelos	Descripción	CBR	Espesor de la capa (cm)	
			Subbase SBG-1	Base BG-1 o BG-2
Suelo 1	Poco competente como subrasante.	Menor que 3	20	15
Suelo 2	Medianamente competente como subrasante.	De 3 a 5	15	15
Suelo 3	Competente como subrasante.	Mayor que 5		25

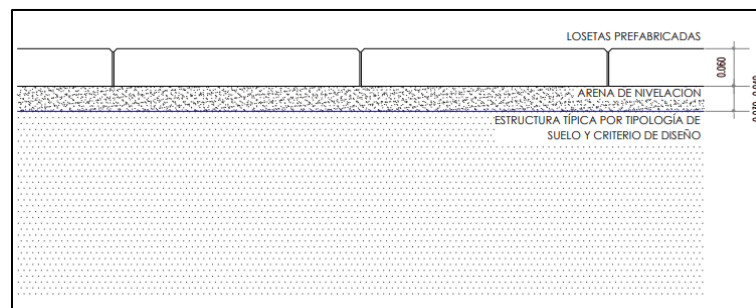
Sabiendo que el CBR en condición saturada es en promedio 2.1%, se determina que el suelo para las vías de estudio será tipo 2, y que es el espesor de la subbase será 20cm y la base de 15cm.

Los espesores de las capas estructurales a conformar, se clasificación de acuerdo con las características de la subrasante encontrada. Dichas estructuras constituyen un marco de referencia y deberán ser confrontadas con las características de los diseños estructurales para

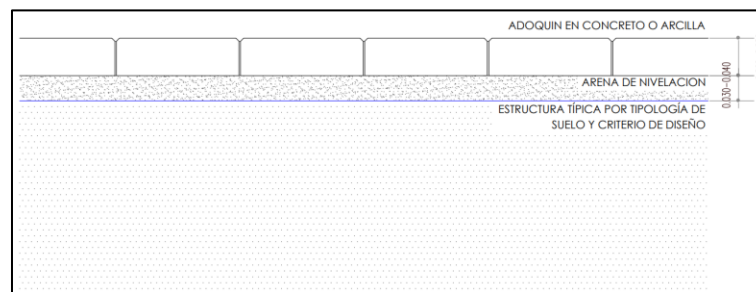
	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

cada caso en particular. Los espesores de los materiales de superficie se detallan de acuerdo la tipología de cada estructura, esta estructura está en función de los criterios de diseño adoptados por la cartilla de andenes la cual define un periodo de diseño de 10 años.

7.1.1 ALTERNATIVA 1



Estructura de pavimento por medio de losetas para andenes.



Estructura de pavimento flexible en mampostería para andenes.

Fuente: Cartilla de andenes de Bogotá.

En resumen, la estructura completa corresponde a:

CAPA	ESPESOR
Adoquín o loseta	6 -8 cm
Sello de arena	4cm
Base Granular BG-2	15 cm
Subbase Granular SBG-1	20 cm

Alternativa 1 para andenes

7.1.2 ALTERNATIVA 2

Teniendo en cuenta lo establecido en la Cartilla de Andenes de Bogotá, se propone como alternativa 2 el uso de losas enchapadas, las cuales constituyen un tipo de pavimento rígido conformado por elementos prefabricados (adoquines o tabletas tipo Panot) adheridos mediante mortero sobre una losa de concreto hidráulico. Esta solución proporciona una superficie uniforme, durable y estéticamente adaptable a diversos entornos urbanos.

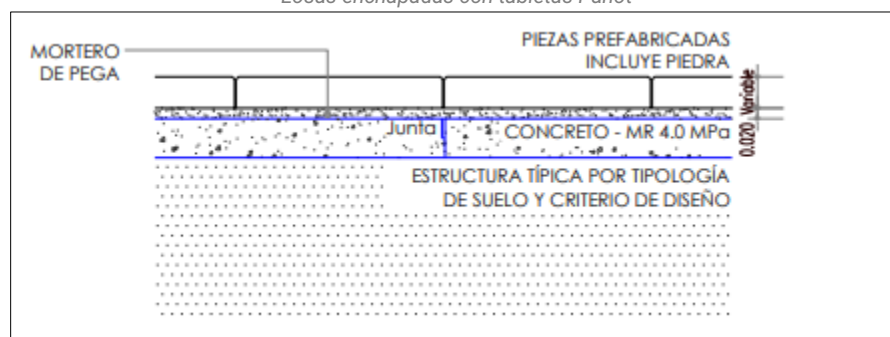
	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

Especificaciones Técnicas

- **Losa de concreto hidráulico:**
 - Espesor mínimo: 8 cm para tránsito peatonal.
 - Módulo de rotura recomendado: 4.0 MPa.
 - Granulometría del agregado: AG-1 (Tamaño máximo: 2½").
 - Deberá contemplar juntas de control de retracción y sello de juntas para evitar el ingreso de agua y proteger los materiales de apoyo.
- **Elementos prefabricados:**
 - Aduques o tabletas tipo Panot, o piezas en piedra.
 - Fijación mediante mortero de pega, con espesor de 2 cm.
 - En ningún caso se permite su instalación sobre capa de arena.
- **Mortero de pega:**
 - Dosificación recomendada: 0.33:1:4 (cal hidratada:cemento:arena, en volumen).
 - La cal debe cumplir con la NTC 4019, hidratada por 24 horas antes del uso.



Losas enchapadas con tabletas Panot



Losas enchapadas con losetas prefabricadas de concreto o piedra

Fuente: Cartilla de andenes de Bogotá.

En resumen, la estructura completa corresponde a:

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

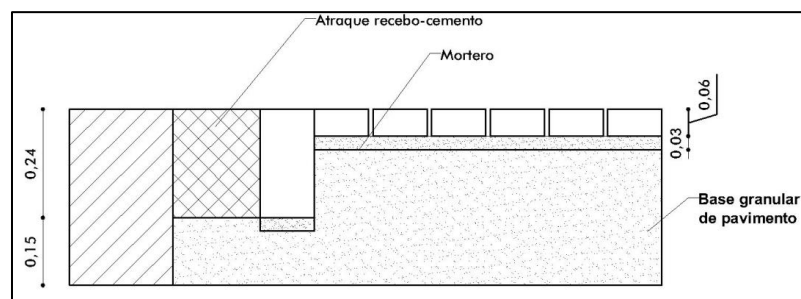
CAPA	ESPESOR
Adoquín o loseta	6 -8 cm
Mortero de pega	2cm
Placa de Concreto	8 cm
Subbase Granular SBG-1	20 cm

Alternativa 2 para andenes

7.2 BORDILLO

Conforme a lo establecido en la normativa NTC 4109, el sardinel o bordillo es una infraestructura fabricada con concreto, que se emplea como un elemento divisorio de superficies a nivel o desnivel, con el propósito de delimitar visualmente o restringir el acceso a un área específica, o bien, para separar áreas que presentan diferentes niveles de tráfico peatonal.

Tomando como referencia las especificaciones del IDRD en el capítulo 4 “Estructuras de pisos” se define que esta ha de estar soportada sobre un recebo compactado de 15 cm que a su vez yace sobre una subrasante SBG-1. Este debe de presentar un anclaje mínimo de 15 cm según la NTC 4109 para un tránsito peatonal proyectado.



Esquema de sardineles con base granular.

Fuente: Especificaciones técnicas IDRD

8 DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE

8.1 INTRODUCCIÓN.

Teniendo en cuenta las características de los materiales encontrados y la tipología de la estructura proyectada, se proponen el uso de cimentación superficial y un anclaje tipo muerto.

Se utilizó para el análisis de capacidad portante el método de Vesic (1970), que incluye, además, los factores de corrección por forma y por profundidad.

Método de Vesic

$$Q_u = C \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} + q \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma s} \cdot F_{\gamma d}$$

Dónde:

- C : Cohesión del suelo
- γ : Peso unitario del suelo

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

- B : Ancho de la cimentación
 q : Sobrecarga del suelo sobre el nivel de cimentación ($\gamma \cdot D_f$)
 D_f : Profundidad de cimentación.
 N_i : Factores de capacidad de carga en función de ϕ (N_c , N_q , N_γ)
 ϕ : Angulo de fricción interno del suelo
 F_{is} : Factores de corrección por forma (F_{cs} , F_{qs} , $F_{\gamma s}$)
 F_{id} : Factores de corrección por profundidad (F_{cd} , F_{qd} , $F_{\gamma d}$)

8.2 DETERMINACIÓN DEL VALOR DE CAPACIDAD PORTANTE

Para la evaluación de capacidad portante, se utilizó una hoja de cálculo con el fin de obtener resultados con parámetros variables como el ancho de la cimentación, y generar curvas de predimensionamiento de los cimientos en función de la magnitud de las cargas esperadas. Para la determinación de la capacidad portante admisible del suelo se empleó un factor de seguridad mínimo de 3.0.

Teniendo en cuenta los parámetros de diseño anteriormente encontrados, se realizó el análisis de capacidad portante para la condición de carga no drenada, debido a su alto contenido de finos. En la Figura 2 se presenta la variación de la capacidad portante admisible con el ancho de cimentación para diferentes relaciones B/L .

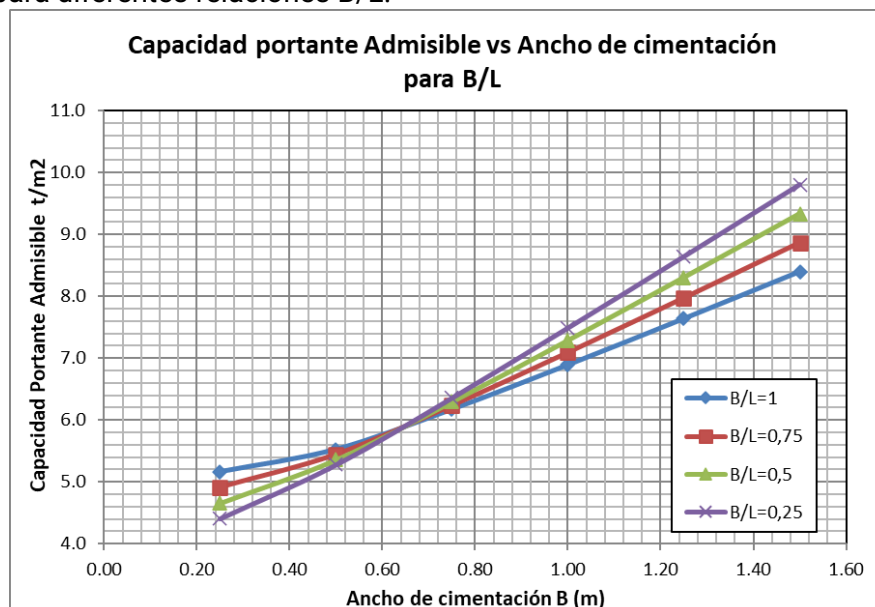


Figura 2 Variación de la capacidad portante admisible con el ancho de cimentación para diferentes relaciones B/L . Losa de Cimentación

De acuerdo con la figura anteriormente mostrada, la capacidad portante varía entre 4.3 y 10.1 t/m^2 , para un $FS=3.0$. los resultados presentados en esta figura fueron obtenidos asignando una profundidad de cimentación igual a 0.2m dentro.

La respectiva memoria de cálculo se presenta en el **Anexo 5**.

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO		Fecha: 2025
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD		Versión: 00



9 Determinación de asentamientos

9.1 ASENTAMIENTOS

El asentamiento es el movimiento descendente vertical del terreno debido a la aplicación de cargas que causan cambios en las tensiones dentro del terreno o al movimiento descendente de un elemento constructivo como consecuencia de la modificación del terreno que lo sustenta debido a la acción de agentes externos.

Para la evaluación de los asentamientos elásticos, se empleó la metodología propuesta por Harr (1966) para el cálculo de asentamientos inmediatos en cimentaciones superficiales flexibles, los cuales se hallan por medio de la siguiente expresión:

$$S_e = \frac{B \cdot q_o}{E_s} \cdot (1 - \mu_s^2) \cdot \alpha_r \quad (\text{Centro de la cimentación})$$

Dónde:

- B : Ancho de la cimentación
- q : Esfuerzo de sobrecarga (Capacidad portante recomendada)
- μ : Relación de Poisson
- E : Módulo de elasticidad en condición confinada
- α_r : Factor de influencia para cimentación flexible

En la Figura 3 se presenta la variación de los asentamientos elásticos con el ancho de cimentación para diferentes relaciones B/L.

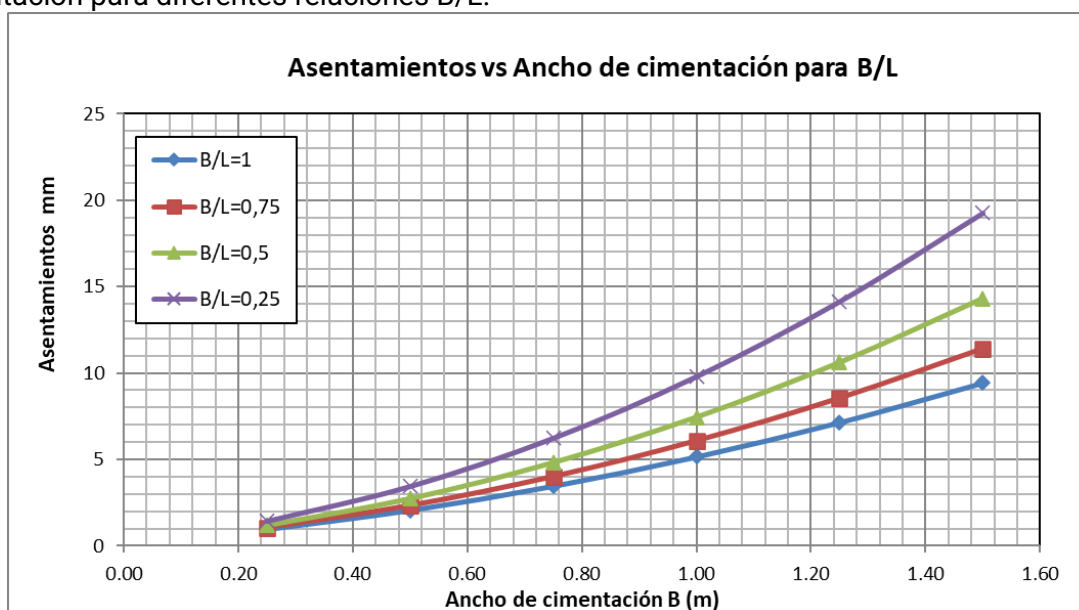


Figura 3 Variación de los asentamientos con el ancho de cimentación para diferentes relaciones B/L.

En base a la Figura 3 se prevén asentamientos elásticos del orden de 2cm, dependiendo de la relación B/L que se defina para la placa de cimentación.

9.2 COEFICIENTE DE REACCIÓN VERTICAL KV Y HORIZONTAL KH.

La evaluación de los módulos se realizó con las expresiones convencionales utilizadas las

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

cuales se indican a continuación.

$$K_v = q_{adm} / S_t \text{ (módulo de reacción vertical)}$$

$$K_h = E_s / (1 - \eta^2) \text{ (módulo de reaccion horizontal)}$$

Dónde:

- q_{adm} es el esfuerzo admisible.
- S_t el asentamiento total.
- E_s el módulo elástico del suelo
- η la relación de Poisson.

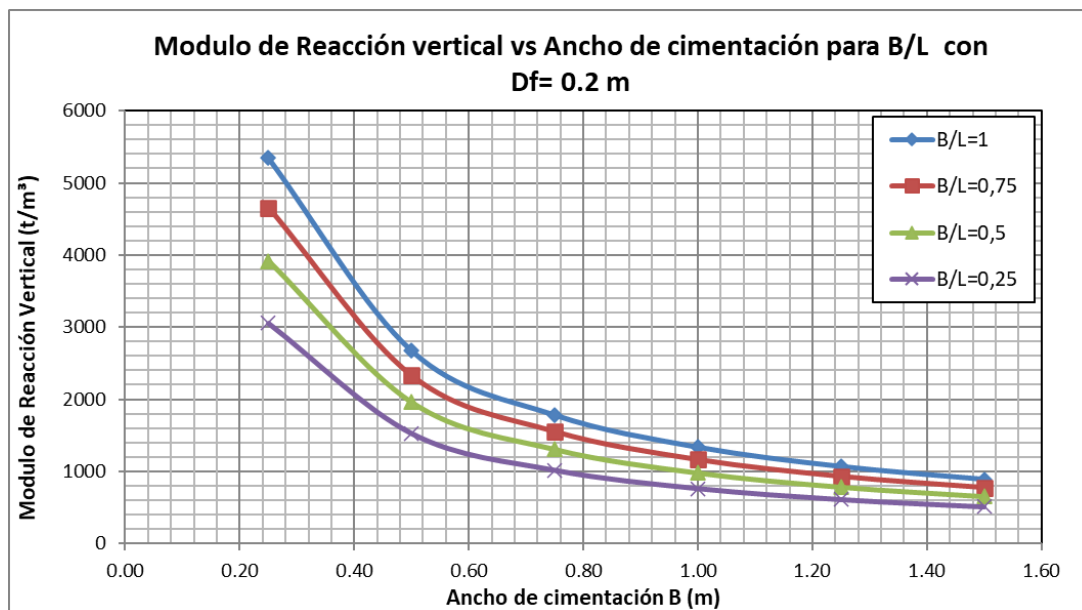


Figura 4 Variación del módulo de reacción vertical con el ancho de cimentación para diferentes relaciones B/L.

La respectiva memoria de cálculo se presenta en el **Anexo 5**.

10 ANCLAJE

Se propone un anclaje tipo muerto, que es una técnica utilizada en ingeniería y construcción para proporcionar estabilidad y resistencia a estructuras o elementos que requieren anclaje al suelo. Consiste en utilizar un objeto pesado y sólido, conocido como "muerto", como contrapeso para generar la fuerza de anclaje necesaria.

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 CONCLUSIONES DE CARÁCTER GENERAL

A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de las observaciones de campo, exploración y análisis geotécnicos realizados para el Estudio Geotécnico del Proyecto Pueblos Dorados en el municipio de Apulo.

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

El perfil geotécnico se definió en una capa de relleno granular hasta los 0,8m seguido de una arcilla arenosa de baja plasticidad hasta los 1.5m profundidad de exploración.

11.2 EXCAVABILIDAD

Dadas las características de los materiales encontrados, se recomienda realizar las excavaciones verticales en zanja hasta 50cm, los cuales deben estar expuestos el menor tiempo posible para evitar desprendimiento de material e infiltraciones de agua que afecten la estabilidad del terreno durante el proceso constructivo del urbanismo propuesto. Para cortes mayores a esta altura se deben realizar los respectivos sistemas de contención temporal.

11.3 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO PARA ANDENES

Se presentan dos tipos de estructuras para los andenes:

CAPA	ESPESOR
Adoquín o loseta	6 -8 cm
Sello de arena	4cm
Base Granular BG-2	15 cm
Subbase Granular SBG-1	20 cm

Alternativa 1 para andenes

CAPA	ESPESOR
Adoquín o loseta	6 -8 cm
Mortero de pega	2cm
Placa de Concreto	8 cm
Subbase Granular SBG-1	20 cm

Alternativa 2 para andenes

- Es responsabilidad del constructor, realizar el debido seguimiento en obra y garantizar los parámetros de los materiales propuestos.
- Los materiales, así como las convenciones para identificación de los materiales que se presentan en el Informe corresponden a los utilizados por las Especificaciones generales de construcción INVIAS 2013.
- *Todos los materiales empleados en la conformación de las capas granulares, deberán compactarse mínimo al 95% del Proctor modificado. El contratista de obra deberá verificar mediante curvas maestras (humedad respecto a densidad seca), las condiciones de trabajo de los materiales que use en la obra.

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

11.4 ADOQUINES

Todos los senderos construidos en pavimentos articulados (aquellos en los que la capa superior está constituida por elementos prefabricados como losetas o adoquines, de espesor homogéneos, apoyados sobre una capa de arena) deberán confinarse en paños no mayores de 20 m² o cuando se empalma con un pavimento de otra clase. Es necesario e indispensable construir el confinamiento interno antes de esparcir la capa de arena, para poder colocar ésta y los adoquines dentro de una caja cuyo fondo sea la base compactada y sus paredes las estructuras de confinamiento. Este confinamiento puede hacerse con bordillos de adoquines o de concreto fundido en sitio.

Los pisos en losetas prefabricadas o en adoquín se deben instalar sobre una capa de arena de nivelación. Se debe evitar hacer instalaciones sobre mortero. Las juntas deben ser selladas con arena.

La arena para el sello debe ser fina, como la que se usa para revoques o pañetes, sin materiales sólidos contaminantes ni residuos vegetales y debe estar completamente seca para que pueda penetrar en la junta.

11.5 RECOMENDACIONES PARA LAS RAMPAS

En el caso en que se vayan a implementar rampas con pendientes mayores o iguales al 10% o los accesos viales a las viviendas, se deberán colocar los adoquines sobre mortero, esta recomendación también aplica para los accesos o rampas para discapacitados.

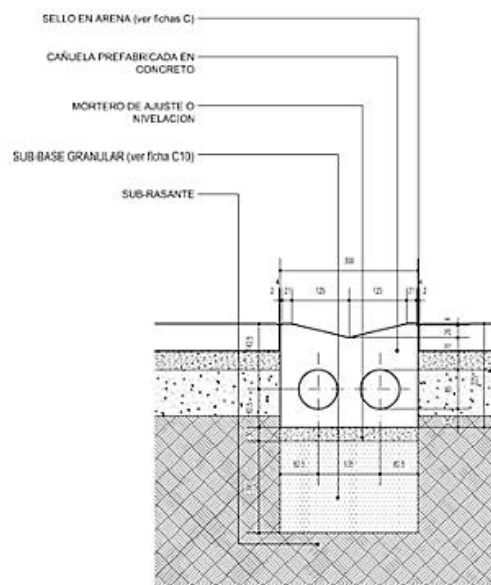


Figura 5 Rampas. Fuente: (IDRD, s.f.)

	ESTUDIO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS PUEBLOS DORADOS: APULO	Fecha: 2025	
	CONTRATO. ICCU-183 DE 2025 CONTRATISTA: CONSORCIO PD	Versión: 00	

11.6 LIMITACIONES

Las investigaciones y conclusiones consignadas en este informe se ciñen estrictamente a las características morfológicas del sitio en el momento del estudio, cualquier variación de estas debe ser informada, para así poder dar las recomendaciones necesarias.

12 BIBLIOGRAFÍA

- Corredor, R. H. (2013). *DINÁMICA DE LA CONSTRUCCIÓN POR USOS LOCALIDAD DE USAQUEN*. ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C., Bogotá. Obtenido de <https://www.catastrobogota.gov.co/sites/default/files/archivos/usaqu%C3%A9n.pdf>
- DANE. (2018). *Proyecciones de población desagregadas por localidades 2018-2035 y UPZ 2018-2024*. Obtenido de Proyecciones de población desagregadas por localidades 2018-2035 y UPZ 2018-2024: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion/proyecciones-de-poblacion-bogota>
- DAS, B. M. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Cengage Learning Editores.
- IDRD. (s.f.). *Especificaciones técnicas IDRD*. Obtenido de Especificaciones técnicas IDRD: <https://www.idrd.gov.co/sites/default/files/documentos/Construcciones/especificaciones-tecnicas-idrd.pdf>
- IDRD. (s.f.). *Lineamientos para el diseño de parques*. Obtenido de Lineamientos para el diseño de parques: https://www.idrd.gov.co/sites/default/files/t_2_normatividad/2022-05/Lineamientos-para-el-Dise%C3%B1o-de-Parques.pdf
- Ingetec S.A. (2004). *Estudios y diseños para la construcción y/o evaluación para rehabilitación de accesos a barrios y pavimentos locales programa de pavimentos locales grupo 1 en las localidades de Usaquén, Chapinero, Engativa, Suba, Bosa, Kennedy, Fontibón y Puente Aranda e*. Bogotá.
- Secretaría Distrital de Planeación- Dirección del Taller del Espacio Público. (2015). *CARTILLA DE ANDENES BOGOTÁ D.C.* Obtenido de CARTILLA DE ANDENES BOGOTÁ D.C.: <https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/626774/cartilla+anden+modificacion.pdf/15ad777d-60fa-4b13-ab85-556b6055daf8>