

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LOS DISEÑOS Y LA CONSTRUCCIÓN
DE LA SEDE DEL JUZGADO MUNICIPAL DE "EL DOVIO".
EL DOVIO – VALLE DEL CAUCA**

MC ARQUITECTOS S.A.



ESTUDIO GEOTÉCNICO



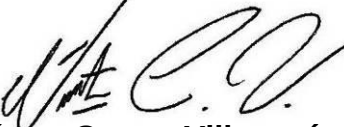
GEOZAM LABORATORIO Y CONSULTORÍA S.A.S.

SANTIAGO DE CALI, ABRIL 17 DE 2018

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Índice de Revisión	Sección Modificada	Fecha Modificación	Observaciones
00	--	2018-02-17	Informe preliminar
01	--	2018-04-17	Según Interventoría, información adicional

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Número de revisión		00
Responsable por elaboración del informe geotécnico:	Firma	 Néstor Castro Villamarín
	Nombre	
Ingeniero Civil – Geotecnista		M.P.: 76202099591 VLL
Responsable por aprobación	Firma	
	Nombre	
Interventoría		
	Fecha	Abril 17 de 2018

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No. 3N – 131, Prados del Norte. Santiago de Cali – Colombia
Teléfonos: (2) 6616621 – 316 2810925
e-mail: gerencia@geozam.com.co



ESTUDIO DE SUELOS PARA LOS DISEÑOS Y CONSTRUCCIÓN
DE LA SEDE DEL JUZGADO MUNICIPAL DE "EL DOVIO".
EL DOVIO – VALLE DEL CAUCA

ESTUDIO GEOTECNICO



TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	6
2	INFORMACIÓN DEL PROYECTO	6
3	ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO	9
3.1	Exploración geotécnica	9
3.2	Pruebas in-situ: Ensayo de penetración estándar (SPT)	10
3.3	Ensayos de laboratorio	10
4	CONTEXTO GEOTÉCNICO GENERAL	11
4.1	Geología estructural regional	11
4.2	Geología local	11
4.3	Geomorfología	12
4.4	Descripción general del terreno.....	12
4.5	Perfil estratigráfico del sitio	12
4.6	Nivel freático	13
5	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	13
5.1	Parámetros geomecánicos del subsuelo	13
5.2	Condiciones geotécnicas especiales.....	16
5.3	Consideraciones sobre efectos sísmicos	17
6	ANÁLISIS GEOTÉCNICOS DE CIMENTACIONES	18
6.1	Metodologías de análisis y diseño.....	18
6.2	Criterios de diseño y tipo de cimentación	18
6.3	Capacidad portante admisible del suelo	19
6.4	Asentamientos esperados.....	20
6.5	Parámetros para la Interacción suelo-estructura	21
7	PARÁMETROS PARA DISEÑO SISMO RESISTENTE.....	23

"CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO"

Calle 35 AN No. 3N – 131, Prados del Norte. Santiago de Cali – Colombia

Teléfonos: (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: gerencia@geozam.com.co

	<p align="center">ESTUDIO DE SUELOS PARA LOS DISEÑOS Y CONSTRUCCIÓN DE LA SEDE DEL JUZGADO MUNICIPAL DE "EL DOVIO". EL DOVIO – VALLE DEL CAUCA</p> <p align="center">ESTUDIO GEOTECNICO</p>	
---	---	---

7.1	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente	23
7.1.1	Movimientos sísmicos.....	23
7.1.2	Efectos locales	23
7.2	Consideraciones adicionales.....	24
8	RECOMENDACIONES GENERALES	25
8.1	Adecuación del terreno	25
8.2	Excavaciones superficiales	26
8.3	Rellenos seleccionados.....	26
8.4	Manejo y control de las aguas superficiales	27
8.5	Mantenimiento de la vegetación.....	27
8.6	Consideraciones adicionales.....	28
9	LIMITACIONES	28
10	ANEXOS	29

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No. 3N – 131, Prados del Norte. Santiago de Cali – Colombia
Teléfonos: (2) 6616621 – 316 2810925
e-mail: gerencia@geozam.com.co

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación y detalle general de los trabajos de exploración directa.	10
Tabla 2. Parámetros del modelo geotécnico para análisis de cimentaciones.	15
Tabla 3. Capacidad portante admisible para cimentación superficial.	19
Tabla 4. Asentamientos elásticos estimados para cimentación superficial.	21
Tabla 5. Parámetros estimados para análisis de interacción suelo-estructura.	22
Tabla 6. Parámetros para el diseño sismo-resistente de las estructuras.	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema con Planta arquitectónica general del proyecto (El Dovio).	7
Figura 3. Esquema con Alzada arquitectónica general del proyecto (El Dovio).	7
Figura 2. Esquema general de ubicación de la zona del proyecto (El Dovio).	8
Figura 4. Esquema general de localización de la exploración geotécnica del sitio.	9
Figura 5. Esquema del Perfil estratigráfico simplificado para análisis.	14
Figura 6. Esquema general de conformación de cimentación y relleno seleccionado.	25

1 INTRODUCCIÓN

MC Arquitectos S.A. le ha solicitado a GEOZAM Laboratorio y Consultoría S.A.S. la elaboración del presente estudio geotécnico para la ejecución de los diseños finales y la construcción de la Sede del juzgado municipal de “El Dovio”, prevista en la Calle 10 con Carrera 12 (equina), al costado oriental del municipio, al Noroccidente del departamento del Valle del Cauca.

El propósito de este estudio de suelos complementario es presentar los resultados de la investigación geotécnica realizada mediante exploración directa y ensayos de laboratorio, la determinación de las propiedades geomecánicas del terreno, los análisis geotécnicos necesarios para evaluación del comportamiento del subsuelo y estimación de los parámetros de resistencia, deformabilidad y respuesta dinámica, los diseños geotécnicos y recomendaciones generales para el tipo de cimentación más apropiada de las estructuras previstas, según las características del proyecto y los lineamientos del *Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10* (Ley 400 de 1997).

2 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

A partir de las indicaciones preliminares, el proyecto comprende la construcción de una (1) edificación de máximo dos (2) pisos de altura, en un lote libre de área total 960 m², de geometría rectangular (25 m x 42 m) y pendiente ligeramente inclinada con presencia de viviendas cercanas. El sistema estructural será de pórticos con elementos en concreto reforzado, muros de mampostería común, una cubierta liviana (teja ondulada y placa de concreto) y una cimentación de tipo superficial.

Según la información arquitectónica remitida (Planta general del anteproyecto), la superficie construida es de 145.0 m², con una distribución de espacios para áreas de Sala de espera, Archivo, Secretaria, Sala de audiencias, Despacho del juez, Servicios, circulaciones y zona para parqueaderos. En las siguientes Figuras se presentan detalles de la arquitectura prevista para la estructura del proyecto.



En relación con las cargas máximas suministradas por el Diseñador estructural del proyecto, se tienen los siguientes datos a nivel de cimentación (peso propio + carga muerta + sobrecarga de uso):

- ✓ Carga máxima = 18.09 ton (178 kN)
- ✓ Carga mínima = 0.52 ton (5 kN)
- ✓ Carga promedio = 6.39 (62 kN)
- ✓ Carga total = 95.80 ton (940 kN)
- ✓ Área en la base = 148.7 m² (≈ 11.70 x 12.70 m)
- ✓ Presión en la base = 0.65 ton/m² (6.5 kPa)

En la Figura 3 se presenta la ubicación del proyecto. En el Anexo # 1 se incluye el registro fotográfico con detalles del sitio y los trabajos de exploración efectuados.



Figura 3. Esquema general de ubicación de la zona del proyecto (El Dovia).

(Fuente: Tomado de Google Earth, año 2016).

3 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

La investigación del terreno abarcó trabajos de exploración geotécnica directa del sitio, con pruebas de campo y la ejecución de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y el reconocimiento del área, los cuales se describen a continuación.

3.1 Exploración geotécnica

Para la exploración directa y muestreo del subsuelo se realizaron tres (3) sondeos geotécnicos o puntos de evaluación por medio de perforaciones hasta los -6.0 m de profundidad, mediante avance mecánico con equipo a percusión. De los sondeos se recuperaron muestras representativas alteradas con cuchara partida y muestras inalteradas mediante tubos de pared delgada tipo Shelby.

La profundidad alcanzada en cada uno de los sondeos totaliza casi 18.0 m de exploración, ver datos de la Tabla 1. La localización general de la exploración del subsuelo se presenta en el esquema de la Figura 4 y en el Anexo # 2 del informe.

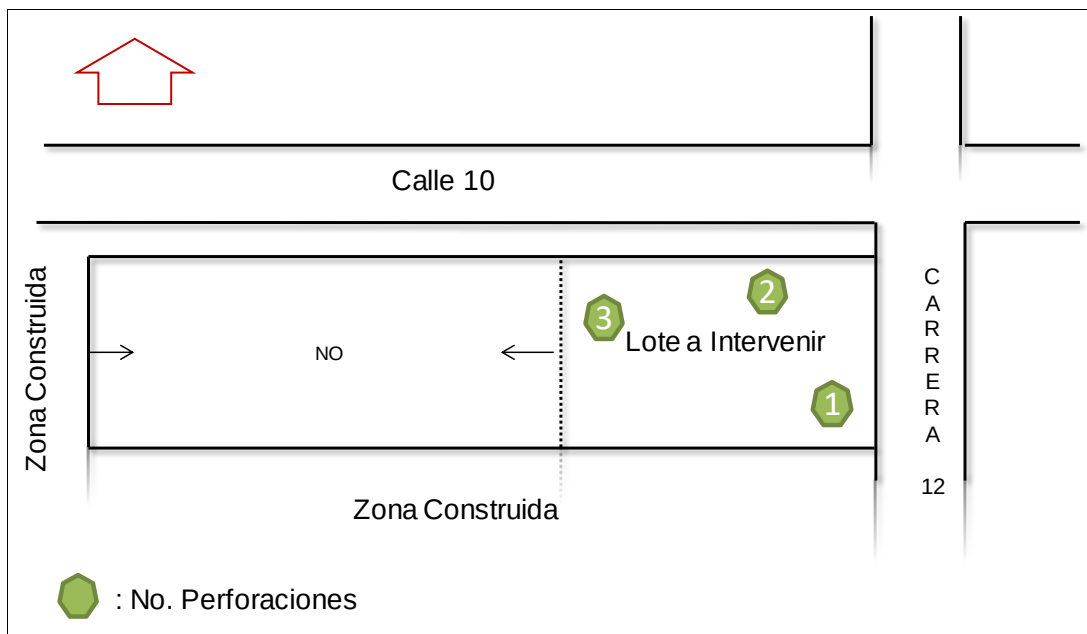


Figura 4. Esquema general de localización de la exploración geotécnica del sitio.

Tabla 1. Ubicación y detalle general de los trabajos de exploración directa.

Sondeo	Tipo	Profundidad (m)	Sector / Proximidad
P-1	Perforación	6.00	Costado Sector Oriental
P-2	Perforación	6.00	Costado sector Nor-Oriental
P-3	Perforación	6.00	Costado sector Nor-Occidente

3.2 Pruebas in-situ: Ensayo de penetración estándar (SPT)

Durante el avance mecánico de los sondeos (perforaciones) se efectuaron ensayos de penetración estándar SPT, en donde la resistencia a la penetración (valor del índice N) se obtiene como el número de golpes requerido para penetrar la cuchara muestreadora estándar una profundidad de 305 mm (12 in) en el suelo, utilizando un martillo de 0.62 kN (140 lbf) de peso y una caída de 0.762 m (30 in). La energía nominal suministrada teóricamente por el martillo para el ensayo resulta del producto entre la masa del martillo por la altura de caída, lo cual es igual a 475 N-m (4200 lbf-in). Para efectos de este estudio, y de acuerdo con los intervalos de variación típicos (20% a 80% de la teórica), se consideró una energía de operación del 40%, por lo tanto, los índices de penetración estándar registrados en los SPT son al N₄₀ (Er = 40%), normalizados al N'₅₅, N'₆₀, y N'₇₀. Sin embargo, para efectos de correlación de los parámetros geomecánicos de los estratos de suelo se empleó el (N₁)₆₀¹.

Los registros de campo de las perforaciones se incluyen en el Anexo # 3 de este informe, en los cuales se indica: la descripción de las muestras recobradas, los resultados de los ensayos in-situ (SPT), la profundidad y los intervalos entre los que se efectuó el muestreo y el recobro obtenido.

3.3 Ensayos de laboratorio

Con el objeto de determinar las características físicas y las propiedades geomecánicas de los suelos del sitio, se desarrolló el siguiente programa de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos según el tipo de parámetros a evaluar:

¹ Corresponde al valor del número de golpes por pie "N" del ensayo SPT, normalizado al 60% de la energía teórica y a presión estándar.

	<p>ESTUDIO DE SUELOS PARA LOS DISEÑOS Y CONSTRUCCIÓN DE LA SEDE DEL JUZGADO MUNICIPAL DE "EL DOVIO". EL DOVIO – VALLE DEL CAUCA</p> <p>ESTUDIO GEOTECNICO</p>	
---	--	---

- ✓ Contenido de agua (humedad natural)
- ✓ Límites de consistencia
- ✓ Granulometría por tamizado
- ✓ Peso unitario húmedo y seco
- ✓ Compresión inconfiada (simple)

El cuadro resumen del programa de todas las pruebas de laboratorio realizadas a las muestras y los respectivos resultados se incluyen en el Anexo # 4 del informe; en el Anexo # 5 se presentan las curvas y tablas de datos de cada ensayo, al igual que la carta de plasticidad.

4 CONTEXTO GEOTÉCNICO GENERAL

4.1 Geología estructural regional

Regionalmente las estructuras presentes en el Suroccidente Colombiano son el resultado de la acreción de terrenos alóctonos y la acción compresiva de las placas de Nazca y Cocos contra la placa Suramericana. Como resultado de los esfuerzos ocasionados por estos eventos, se originaron plegamientos y fallamientos con una marcada orientación N-S (Acosta, 1997). Las principales estructuras del municipio de El Dovio comprenden la falla de El Dovio, la falla de El Cairo; la falla de Argelia, y la falla de Los Cristales, siendo estas las más representativas. Las fallas geológicas dependiendo de las condiciones locales especiales pueden ser albergues de mineralizaciones, zonas de inestabilidad del terreno y fuente de sismos superficiales.

4.2 Geología local

Según lo presentado en el *Mapa geológico de Colombia 2015* (Servicio Geológico Colombiano), la zona del estudio corresponde a la unidad geológica superficial de “*Depósitos aluviales y de llanuras aluviales*” (Q-al) del Cuaternario, los cuales son materiales asociados a flujos torrenciales o crecientes acumulados por las principales fuentes hídricas del sector. Estas unidades tienen forma de abanico, cuya parte más distal está conformada por materiales finos y mejor seleccionados que los ubicados hacia el ápice, donde son más gruesos y mal calibrados. Estos

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No. 3N – 131, Prados del Norte. Santiago de Cali – Colombia
Teléfonos: (2) 6616621 – 316 2810925
e-mail: gerencia@geozam.com.co

depósitos está sobreyaciendo a la denominada Formación Volcánica, conformada por Basaltos toleíticos, y doleritas, picritas, tobas básicas y brechas volcánicas, al igual que a la Formación Cisneros que se encuentra interestratificada con la formación volcánica, con presencia de lodolitas, arenitas lodosas y arenitas líticas, cherts; calizas, tobas, y aglomerados, localmente cataclasitas.

4.3 Geomorfología

La geomorfología general de la zona de estudio se caracteriza por hacer parte de paisajes geomorfológicos clasificados como complejo de orillas aluviales, sistema de colinas bajas representadas por laderas moderadas con coluviones, colinas medias representadas por laderas escarpadas cortas, Valle colgante aluvial, complejo de colinas altas y terrazas aluvio-coluvial y el sistema de montañas del flanco occidental de la cordillera occidental.

4.4 Descripción general del terreno

La zona en estudio corresponde a un terreno ligeramente inclinado, asociado a un área urbana mixta (residencial y comercial), en un predio libre con zonas verdes, sin presencia de arbustos o árboles, con edificaciones cercanas de un piso, etc. No se aprecian rasgos de inestabilidad del suelo superficial ni de afectaciones a los elementos de referencia adyacentes en la zona (viviendas, vías, cerramientos, redes de infraestructura, etc.).

4.5 Perfil estratigráfico del sitio

En términos generales el suelo superficial explorado corresponde a un depósito de origen aluvial conformado por arcillas limosas de consistencia blanda a semidura y plasticidad media a baja con arenas y gravas de compacidad media. A partir de la exploración geotécnica y los resultados de los ensayos de laboratorio se identificaron los estratos o unidades geotécnicas que se describen a continuación.

Capa vegetal + Lleno antrópico:

Superficialmente se identifica una capa orgánica de mínimo espesor sobre un lleno de suelos tipo limo arcilloso de color café con presencia de arenas de grano grueso a fino, gravas y desechos de construcción; material de consistencia media

y plasticidad media. El espesor promedio de este estrato varía aproximadamente de 0.80 m hasta 1.0 m en los sondeos realizados.

Suelo natural:

Subyaciendo se encuentra un estrato de arcillas y limos arenosos (CL, ML, SM) de colores café oscuro a claro, gris verdoso y café amarillento, con arenas de grano medio a fino y gravas de tamaño menor a ½", en proceso de degradación y con oxidaciones. Suelo de plasticidad media-baja a baja y consistencia dura a muy blanda (LL: 28%-45%, IP: 7%-20%, HN: 19%-35% y Pasa Tamiz_200: 28%-91%). Material de un potencial contracto-expansivo bajo a nulo. La resistencia cortante no drenada (Cu) del ensayo de compresión inconfiada (laboratorio) varía entre los 70 kPa y 75 kPa y el peso unitario húmedo entre los 17 kN/m³ y 19 kN/m³; el número de golpes N (de campo) del ensayo de penetración estándar (SPT) varía entre los 9 y 36 golpes/pie. Este estrato se registró hasta los 6.0 m de profundidad en todos los sondeos, con un espesor variable entre los 5.0 m y 5.20 m.

4.6 Nivel freático

Durante la ejecución de los trabajos de exploración geotécnica no se detectaron niveles libres de agua sub-superficiales ni flujos de agua al interior de los sondeos hasta la profundidad máxima de perforación. La exploración y registro del nivel freático se realizó hacia el 31 de Enero del 2018, durante un período climático de pocas lluvias y verano en la zona.

5 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

5.1 Parámetros geomecánicos del subsuelo

Los parámetros geotécnicos promedios de los estratos de suelo identificados se determinaron a partir de los resultados de la exploración directa del sitio (perforaciones) y los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos (clasificación y resistencia); estos valores fueron ajustados mediante correlaciones empíricas² con

² Entre otros:

- Bowles, J.E. "Engineering Properties of Soils and their Measurement", 1992.
- Normalización de la energía y valor N del SPT: Skempton (1986), Schmertmann (1978a), Seed et al. (1985).
- Shioi and Fukui. "Application of N-Value to Design of Foundations in Japan", 1982.
- Peck, R.B., Hanson, W.E., and Thornburn, T.H., "Foundation Engineering", 1974. Modification of Correlation.

los valores índice del N (SPT) en campo, la resistencia cortante no-drenada (C_u) determinada en laboratorio y según las características del material. El espesor de los materiales (geometría) se definió de acuerdo con los datos obtenidos de la exploración geotécnica directa.

De la evaluación de la estratigrafía (tipo de materiales y profundidades) y los parámetros geomecánicos, se definió el perfil estratigráfico simplificado del terreno o modelo geotécnico para el análisis y diseño de cimientos de las estructuras del proyecto, el cual se representa en el esquema de la Figura 5 y en el Anexo # 6 al final de este informe.

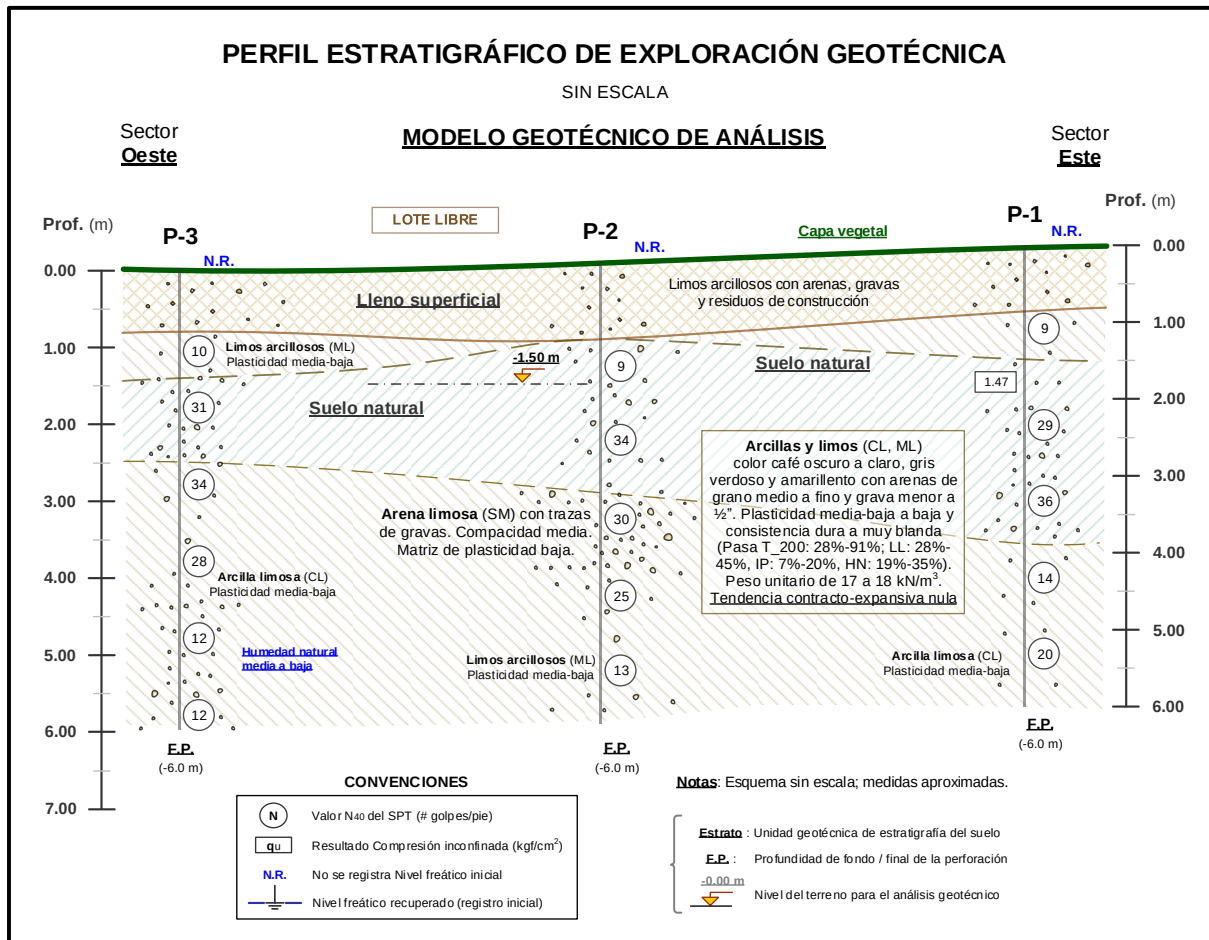


Figura 5. Esquema del Perfil estratigráfico simplificado para análisis.

"CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO"

Calle 35 AN No. 3N – 131, Prados del Norte. Santiago de Cali – Colombia
 Teléfonos: (2) 6616621 – 316 2810925
 e-mail: gerencia@geozam.com.co

En la Tabla 2 se resumen los parámetros considerados para el perfil o "modelo" geotécnico de evaluación.

Tabla 2. Parámetros del modelo geotécnico para análisis de cimentaciones.

Parámetros	Símbolo	Unidad	Arcilla y limo	Arenas
Espesor promedio	D	m	5.0 – 5.20	1.0 – 1.50
Profundidad final		m	6.0	4.0
Clasificación	USCS		CL, ML	SM
Pasa Tamiz # 200 (0.075 mm)	P200	%	50 – 91	25 – 30
Límite líquido	LL	%	28 – 45	40 – 45
Límite plástico	LP	%	18 – 31	30 – 35
Índice de plasticidad	IP	%	7 – 20	10 – 12
Humedad natural	HN	%	19 – 35	30 – 35
Humedad de equilibrio	HN	%	17 – 25	20 – 25
Potencial contracto-expansivo del suelo	P C-E	--	Medio / Bajo	Bajo / Nulo
Valores de N (SPT)	N ₄₀	Golpes/pie	9 – 36	23 – 30
Resistencia a la compresión inconfiada	q _u	kPa	140 – 150	--
Resistencia cortante no drenada	C _u	kPa	70 – 75	--
Peso unitario húmedo	P.U.H.	kN/m ³	17 – 18	17 – 19
Ángulo de fricción interna (drenado) [§]	φ'	°	25 – 30	30 – 34
Módulo de elasticidad del suelo [§]	E _s	MPa	3.95 – 10.6	7.0 – 9.0
Relación de Poisson [§]	μ		0.30 – 0.40	0.25 – 0.35
Módulos de reacción vertical del terreno	k _v	MPa/m	30.3 – 34.9	--

[§] Parámetros obtenidos y asumidos mediante correlaciones y literatura técnica (según la Nota al pie No. 2).

En el Anexo # 7 al final de este informe se incluyen los cuadros resumen de cálculo con las correlaciones y estimativos de los parámetros empleados.

Una vez definido el modelo geotécnico para análisis se procedió con la evaluación de las condiciones especiales del sitio y los diseños de cimentaciones conforme con los requerimientos de las estructuras proyectadas.

"CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO"

Calle 35 AN No. 3N – 131, Prados del Norte. Santiago de Cali – Colombia
Teléfonos: (2) 6616621 – 316 2810925
e-mail: gerencia@geozam.com.co

5.2 Condiciones geotécnicas especiales

Por las características de formación del depósito del sector, el predominio de suelos finos superficiales (arcillas y limos) de plasticidad baja y de acuerdo con los lineamientos del Capítulo H.9.1 del NSR-10 y los ensayos de laboratorio básicos, se estima un potencial contrato-expansivo Medio a Bajo de los suelos, con una tendencia preferencial a que se generen procesos de contracción. De la evaluación realizada y las recomendaciones para el manejo y control de las aguas superficiales del suelo, presentadas en el numeral 8.4, se espera una baja incidencia para el proyecto por cambios volumétricos del terreno ante las variaciones de humedad natural.

En relación con la compresibilidad o asentamientos del terreno, por la presencia de suelos de consistencia media a semidura, con ausencia de niveles de agua superficiales, no se considera esta como una condición geotécnica especial de evaluación, sin embargo, fue de atención en los análisis geotécnicos presentados en el numeral 7.4, por lo que se espera una baja incidencia para la cimentación y estructuras del proyecto debido a las bajas presiones de contacto de la estructura, la rigidez de los elementos, los niveles de fundación y demás recomendaciones emitidas.

No se identificaron indirectamente en la zona (sondeos), suelos de características o comportamiento dispersivo o erodable³ ante la presencia de agua, ni suelos colapsables⁴, según los criterios del Capítulo H.9 del reglamento NSR-10. En los sitios evaluados se identificaron estratos aislados de arenas limosas de granos gruesos a finos con gravas menores a 1/2", en un depósito general de arcillas limosas con arenas de origen aluvial.

³ Se identifican como Suelos Erodables, las arenas muy finas o los limos no cohesivos que exhiben una manifiesta vulnerabilidad ante la presencia de agua.

Se distinguen dos tipos de suelos muy sensibles a la presencia de agua; éstos son: (a) Suelos dispersivos – Arcillas de alta concentración de sales de sodio (Na) en el agua intersticial; (b) Suelos erodables – Arenas finas, polvo de roca, limos no cohesivos y depósitos eólicos, propios de ambientes aluviales tranquilos y constantes que resultan en una granulometría relativamente homogénea.

⁴ Se identifican como suelos Colapsables aquellos depósitos formados por arenas y limos, en algunos casos cementados por arcillas y sales (carbonato de calcio), que, si bien resisten cargas considerables en su estado seco, sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan.

	<p align="center">ESTUDIO DE SUELOS PARA LOS DISEÑOS Y CONSTRUCCIÓN DE LA SEDE DEL JUZGADO MUNICIPAL DE "EL DOVIO". EL DOVIO – VALLE DEL CAUCA</p> <p align="center">ESTUDIO GEOTECNICO</p>	
---	---	---

Los efectos de la vegetación podrían ser significativos por afectación contra las estructuras previstas de acuerdo con las características de las especies que se puedan proyectar y la magnitud de las obras (específicamente por la demanda o consumo de aguas de las raíces), sin embargo, se requiere garantizar una adecuada distancia de aislamiento para la protección y/o la restricción para siembra de especies agresivas; ver numeral 8.5.

5.3 Consideraciones sobre efectos sísmicos

A partir de las características de la estructura y al alcance del estudio geotécnico, se enfocó la evaluación geotécnica de efectos sísmicos solamente en la definición del tipo de perfil de suelo superficial para el espectro de diseño sismo resistente, ver numeral 7, según los parámetros y requerimientos básicos del Capítulo A.2.4 del reglamento NSR-10⁵.

En cuando a la *Licuación* y los *Fenómenos Relacionados*, a partir de la información disponible se considera preliminarmente una baja susceptibilidad a la licuación de los suelos de sitio de acuerdo con los criterios y/o características indicadas en el Capítulo H.7.4 del NSR-10 (baja susceptibilidad a la licuación por el tipo de suelos identificados en el sitio⁶). Igualmente, en la zona no se identificó un depósito de suelo saturado o cerca de la saturación (humedad natural media a baja), condición favorable para que se presenta una baja susceptibilidad ante procesos de licuación.

⁵ El perfil de suelo correspondiente a los 30 m superiores del terreno para el análisis de efectos locales, se asume como representativo del obtenido de la investigación geotécnica del sitio, de acuerdo con las características de la estructura, la información secundaria disponible y las recomendaciones emitidas.

⁶ No se identificaron hasta la profundidad de exportación estratos continuos de arenas finas de compacidad suelta ni suelos finos de baja plasticidad.

6 ANÁLISIS GEOTÉCNICOS DE CIMENTACIONES

6.1 Metodologías de análisis y diseño

Los diseños geotécnicos de la cimentación se fundamentaron principalmente en los siguientes métodos de análisis y criterios asociados:

- ✓ Para cimentación superficial se utilizó la teoría de capacidad portante última sugerida por *Hansen, J. B. (1970)* para la resistencia cortante de los suelos superficiales en una condición no drenada ($\phi = 0^\circ$, $C_u > 0$) y esfuerzos totales.
- ✓ Para el cálculo de los asentamientos se empleó el procedimiento establecido por *Bowles, J.E. (1997)* para los asentamientos "inmediatos" de cimientos superficiales a partir de la teoría de elasticidad.

La evaluación de asentamientos por consolidación primaria tiene aplicación para suelos de baja permeabilidad, de consistencia blanda, saturados y considerándose la determinación de los parámetros de compresibilidad del terreno.

6.2 Criterios de diseño y tipo de cimentación

La cimentación de las estructuras debe satisfacer dos criterios independientes de diseño: 1) *Debe tener un factor de seguridad aceptable contra falla por resistencia al esfuerzo cortante del terreno de cimentación*, y 2) *El asentamiento durante la vida útil del proyecto no debe ser de una magnitud que cause daño estructural o afecte el nivel de calidad o de servicio de las diferentes estructuras*.

De acuerdo con las condiciones geotécnicas identificadas del sitio y la obra proyectada, se recomienda evaluar una cimentación superficial con elementos de fundación tipo zapatas aisladas (cuadradas) y/o cimientos corridos (continuos).

El nivel de fundación debe tener en cuenta las condiciones geotécnicas del subsuelo y el tipo de cargas que se requieran transmitir, evitando el apoyo sobre materiales compresibles. Se sugiere un nivel de fundación de mínimo 1.50 m en un estrato de suelo competente o relleno seleccionado de mejoramiento.

6.3 Capacidad portante admisible del suelo

La capacidad portante admisible es la máxima presión que los cimientos deben transmitir al suelo para evitar una posible falla por esfuerzos de corte y para que los asentamientos estén en límites aceptables. Los valores están estrechamente relacionados con las dimensiones de los cimientos, las cargas de las estructuras, el nivel de fundación y los parámetros de resistencia y compresibilidad del suelo. En la Tabla 3 se presentan los valores de capacidad portante admisible del suelo (q_{adm}) a cargas de gravedad, para varias dimensiones de cimientos superficiales.

Tabla 3. Capacidad portante admisible para cimentación superficial.

B m	L m	Prof. Df (m)	γ_{hum} t/m ³	q' t/m ²	S_u t/m ²	N_q	N_c	N_γ	S_c	S_q	S_γ	d_c	d_q	d_γ	q_{ult} t/m ²	q_{adm} (kPa)	
																FS _{ICP} = 3.0	FS _{ICP} = 2.5
100	100	150	175	11	7.35	10	5.1	0.0	0.20	100	0.60	0.39	100	100	613	200.5	240.6
120	120	150	175	11	7.35	10	5.1	0.0	0.20	100	0.60	0.36	100	100	60.0	196.2	235.4
140	140	150	175	11	7.35	10	5.1	0.0	0.20	100	0.60	0.33	100	100	58.8	192.4	230.9
160	160	150	175	11	7.35	10	5.1	0.0	0.20	100	0.60	0.38	100	100	60.6	198.3	237.9
0.50	6.25	0.80	175	0.6	7.35	10	5.1	0.0	0.02	100	0.97	0.40	100	100	54.3	177.5	213.0
0.60	7.50	0.80	175	0.6	7.35	10	5.1	0.0	0.02	100	0.97	0.37	100	100	53.0	173.3	208.0
0.70	8.75	0.80	175	0.6	7.35	10	5.1	0.0	0.02	100	0.97	0.34	100	100	51.9	169.6	203.5
0.80	10.00	0.80	175	0.6	7.35	10	5.1	0.0	0.02	100	10	0.40	100	100	54.1	176.9	212.3

Se sugieren las siguientes capacidades de carga (según la NSR-10, Capítulo H.4):

- Tipo de cimiento: Superficial – Zapatas aisladas cuadradas.
- Nivel de cimentación: ≥ 1.50 m
- Capacidad portante admisible por condición de carga:
 $q_{adm} = 200$ kPa Carga muerta + viva normal (FS_{ICP} = 3.0)
 240 kPa Carga muerta + viva máxima extraordinaria (FS_{ICP} = 2.50)
- Módulo de reacción vertical del suelo: k_{sv} prom. = 31.0 MPa/m (FS_{ICP} = 3.0)

- Tipo de cimiento: Superficial – Cimientos corridos / continuos
- Nivel de cimentación: ≥ 0.80 m (sobre relleno de $e = 0.70$ m)
- Capacidad portante admisible por condición de carga:
 $q_{adm} = 170$ kPa Carga muerta + viva normal (FS_{ICP} = 3.0)
 210 kPa Carga muerta + viva máxima extraordinaria (FS_{ICP} = 2.50)
- Módulo de reacción vertical del suelo: k_{sv} prom. = 34.3 MPa/m (FS_{ICP} = 3.0)

La capacidad portante admisible del suelo (q_{adm}) recomendada para condiciones estáticas de carga muerta y viva normal varía de los 170 kPa (cimientos corridos) hasta los 200 kPa (zapatas cuadradas).

De acuerdo con las cargas de la estructura (peso propio + carga muerta + uso), inferiores a los 178.0 kN, con una sobrecarga estimada menor a los 10 kPa, las capacidades portantes admisibles se consideradas adecuadas para el proyecto.

En el Anexo # 8 se incluyen las memorias con los cuadros de cálculo de la capacidad portante para cada caso considerado.

6.4 Asentamientos esperados

Se estima preliminarmente que en los cimientos superficiales que se dimensionen para las capacidades portantes y recomendaciones indicadas, los asentamientos máximos (S_e) para cargas de gravedad (carga muerta más carga viva normal) no serán mayores a los 2.37 cm para zapatas aisladas y a 1.83 mm para la opción de cimientos corridos, los cuales ocurrirán principalmente a corto plazo durante la construcción de la estructura.

De acuerdo con las cargas totales de la estructura (5 kN a 178 kN) y la capacidad portante admisible definida, se prevén bajas presiones de contacto a nivel de la cimentación y deformaciones del terreno. Ahora bien, considerando elementos de fundación tipo zapatas cuadradas (acorde con los soportes tipo columna de la estructura establecidos por el Diseñador), y definiendo una geometría con ancho entre los 1.0 m y 1.60 m, como máximo, se obtendrían asentamientos máximos de 1.62 cm y 2.37 cm para las cargas de gravedad muerta más viva normal, con un asentamiento diferencial estimado para un escenario conservador de máximo los 0.75 cm (7.50 mm), con distorsiones permisibles estimadas de hasta 0.90 cm.

Los análisis y consideraciones presentadas cumplen los límites de asentamientos totales y diferenciales establecidos en el NSR-10, Capítulo H.4.9. En la Tabla 4 se presenta el resumen de los cálculos de los asentamientos del subsuelo estimados para diferentes condiciones y magnitudes de carga; en el Anexo # 9 al final de este informe se incluyen las memorias de cálculo.

Tabla 4. Asentamientos elásticos estimados para cimentación superficial.

B m	L m	q _o kPa	E _s kPa	μ _s	D _r m	D/B	H m	H/B' (N)	I _s Centro	I _s Esquina	ΣB'I _s	Se (H < ∞)	
												m	cm
10	10	190	5,800	0.45	10	1.00	7.0	14.00	0.52	0.48	0.73	0.02	1.53
13	13	190	5,800	0.45	10	0.77	7.0	10.77	0.50	0.45	0.91	0.02	1.91
16	16	190	5,800	0.45	10	0.63	7.0	8.75	0.49	0.43	1.08	0.02	2.25
10	10	200	5,800	0.45	10	1.00	7.0	14.00	0.52	0.48	0.73	0.02	1.62
13	13	200	5,800	0.45	10	0.77	7.0	10.77	0.50	0.45	0.91	0.02	2.01
16	16	200	5,800	0.45	10	0.63	7.0	8.75	0.49	0.43	1.08	0.02	2.37
10	10	230	5,800	0.45	10	1.00	7.0	14.00	0.52	0.48	0.73	0.02	1.86
13	13	230	5,800	0.45	10	0.77	7.0	10.77	0.50	0.45	0.91	0.02	2.31
16	16	230	5,800	0.45	10	0.63	7.0	8.75	0.49	0.43	1.08	0.03	2.72
0.50	6.25	170	5,800	0.45	10	2.00	7.0	28.00	1.09	0.90	0.72	0.01	1.35
0.65	8.13	170	5,800	0.45	10	1.54	7.0	21.54	1.02	0.81	0.86	0.02	1.61
0.80	10.00	170	5,800	0.45	10	1.25	7.0	17.50	0.96	0.74	0.98	0.02	1.83
0.50	6.25	180	5,800	0.45	10	2.00	7.0	28.00	1.09	0.90	0.72	0.01	1.42
0.65	8.13	180	5,800	0.45	10	1.54	7.0	21.54	1.02	0.81	0.86	0.02	1.70
0.80	10.00	180	5,800	0.45	10	1.25	7.0	17.50	0.96	0.74	0.98	0.02	1.94
0.50	6.25	190	5,800	0.45	10	2.00	7.0	28.00	1.09	0.90	0.72	0.02	1.50
0.65	8.13	190	5,800	0.45	10	1.54	7.0	21.54	1.02	0.81	0.86	0.02	1.79
0.80	10.00	190	5,800	0.45	10	1.25	7.0	17.50	0.96	0.74	0.98	0.02	2.04

Por las diferencias de espesor y rigidez o consistencia de los suelos superficiales del sitio, es probable que se presenten asentamientos diferenciales para las estructuras, por ello se recomienda considerar juntas de construcción, al igual que elementos de amarre (tipo vigas) entre todos los cimientos, como se menciona en el numeral 7.1 de este informe.

6.5 Parámetros para la Interacción suelo-estructura

Para estimar los asentamientos totales y diferenciales, así como las fuerzas y momentos en los cimientos, se deben considerar tanto la rigidez de la estructura como del suelo de soporte.

Para efecto de los análisis geotécnicos, el suelo sub-superficial (arcillas limosas) se puede modelar como un medio elástico, isotrópico, lineal, continuo y homogéneo, con las propiedades geomecánicas presentadas en la siguiente Tabla, estimadas a partir de relaciones con el valor N₅₅ del ensayo de penetración estándar SPT y la resistencia al corte no-drenada, según se recopila en *Bowles, J.E. (1997)*.

"CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO"

Calle 35 AN No. 3N – 131, Prados del Norte. Santiago de Cali – Colombia

Teléfonos: (2) 6616621 – 316 2810925

e-mail: gerencia@geozam.com.co

Tabla 5. Parámetros estimados para análisis de interacción suelo-estructura.

Parámetro	Símbolo	Unidad	Arcilla y limo
Presión de contacto máxima (CM + CVN)	q_{adm}	kPa	170 – 200
Módulo de elasticidad estático del suelo	E_s	MPa	3.95 – 10.6
Relación de Poisson	μ	--	0.30 – 0.40
Módulo de rigidez cortante máximo	G_{max}	MPa	1.47 – 3.93
Módulo de reacción vertical del terreno	k_{sv}	MPa/m	30.3 – 34.9

En el Anexo # 8 se presentan los módulos de reacción vertical del subsuelo k_{sv} para las opciones de cimentación consideradas para las estructuras del proyecto, en donde para zapatas aisladas se recomienda un valor promedio de 31.0 MPa/m y para cimientos corridos un módulo promedio de 34.3 MPa/m.

7 PARÁMETROS PARA DISEÑO SISMO RESISTENTE

7.1 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente

7.1.1 Movimientos sísmicos

De acuerdo con el estudio de amenaza sísmica efectuado para actualizar el *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Ley 400 de 1997, Decretos 926 del 19 de marzo de 2010, con modificaciones en el Decreto 092 de enero 17 de 2011 y Decreto 340 de febrero 13 de 2012)*, se sugiere que el diseño sismo-resistente de la estructura del proyecto se realice teniendo en cuenta un sismo con los coeficientes y parámetros presentados en la Tabla 6, definidos para el municipio de El Dovio, Valle del Cauca, y una zona de amenaza sísmica Alta (Regiones de amenaza 6, ver en el reglamento NSR-10 los mapas de las Figuras A.2.3-2 y A.2.3-3 y el Apéndice A-4).

Los movimientos sísmicos de diseño, representados por los coeficientes A_a y A_v , fueron definidos para una probabilidad del 10% de ser excedidos en un lapso de 50 años (periodo de retorno promedio de 475 años).

7.1.2 Efectos locales

Los efectos locales (amplificación sísmica del suelo) y el espectro de respuesta para el diseño sismo resistente de la estructura soportada al nivel sub-superficial del terreno, se pueden evaluar mediante el procedimiento de la NSR-10 (Título A, Capítulo A.2.4, Tabla A.2.4-2) para la amenaza sísmica de la región y un perfil de suelo promedio **E**, según los parámetros citados en el Capítulo A.2.4.3 y los datos disponibles (valor promedio ponderado del número N del SPT y datos del C_u)⁷, teniendo en cuenta los criterios indicados para clasificación de suelos.

Por lo anterior, los coeficientes de amplificación por efecto de sitio definidos son: $F_a = 1.20$ (para períodos cortos) y $F_v = 2.80$ (para períodos intermedios), ver en la NSR-10 las Figuras A.2.4-1 y A.2.4-2.

⁷ Los parámetros empleados en la definición del tipo de perfil de suelo con base en los 30 m superiores del mismo, fueron el Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar (SPT) en cualquier perfil de suelo, y los datos promedio de la resistencia al corte no drenado, obtenida de ensayos en los estratos de suelos cohesivos.

Tabla 6. Parámetros para el diseño sismo-resistente de las estructuras.

Parámetro	Símbolo	Valores
Zona de Amenaza y Movimientos sísmicos (Regiones 5 – Figuras A.2.3-2 y A.2.3-3, NSR-10)	--	Alta
Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva para diseño	Aa	0.30
Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva para diseño	Av	0.30
Coeficiente de aceleración pico efectiva reducida para diseño con seguridad limitada	Ae	0.18
Coeficiente de aceleración pico efectiva para el umbral de daño	Ad	0.10
Clasificación del tipo de perfil de suelo (A partir del Número medio de golpes del SPT)	--	E
Coeficiente de amplificación por aceleración en la zona de períodos cortos	Fa	1.20
Coeficiente de amplificación por aceleración en la zona de períodos intermedios	Fv	2.80

7.2 Consideraciones adicionales

Se sugiere seguir los lineamientos del Capítulo A.3.6.4.2 del reglamento NSR-10, el cual establece que: *los elementos de cimentación (zapatas, pilotes, etc.) deben amarrarse por medio de elementos capaces de resistir en tensión o compresión una fuerza no menor que $0.25 \cdot A_a$ veces la carga vertical total del elemento que tenga la mayor solicitación entre los que interconecta, además de las fuerzas que le transmita la superestructura. Para efectos del diseño de la cimentación debe cumplirse lo prescrito en el Capítulo A.3.7.*

8 RECOMENDACIONES GENERALES

8.1 Adecuación del terreno

Los trabajos de adecuación del terreno dependerán del tipo de cimentación y del nivel de fundación de la estructura, según las consideraciones geotécnicas del sitio. El proceso debe iniciar con el retiro de los llenos, suelos orgánicos, blandos, escombros y despojos que se puedan identificar hasta los niveles requeridos, esto específicamente en las zonas de proyección sobre el terreno de los elementos de cimentación. Una vez sean retirados estos materiales el suelo de fundación final se deberá conformar y compactar apropiadamente con equipo adecuado.

El espesor máximo de retiro estimado de los llenos identificados en el sitio es de 100 cm. Si en las zonas a intervenir se requiere recuperar o elevar los niveles de cimentación por presencia de suelos orgánicos, blandos, etc., se sugiere hacerlo por medio de rellenos seleccionados según lo indicado en el numeral 8.3 de este informe, evaluando un espesor de mejoramiento y aislamiento de las condiciones geotécnicas del suelo de mínimo 30 cm. En la Figura 6 se presenta un esquema típico de la conformación sugerida de la cimentación; en el Anexo # 10 se incluyen las recomendaciones para adecuación y reconfiguración del terreno.

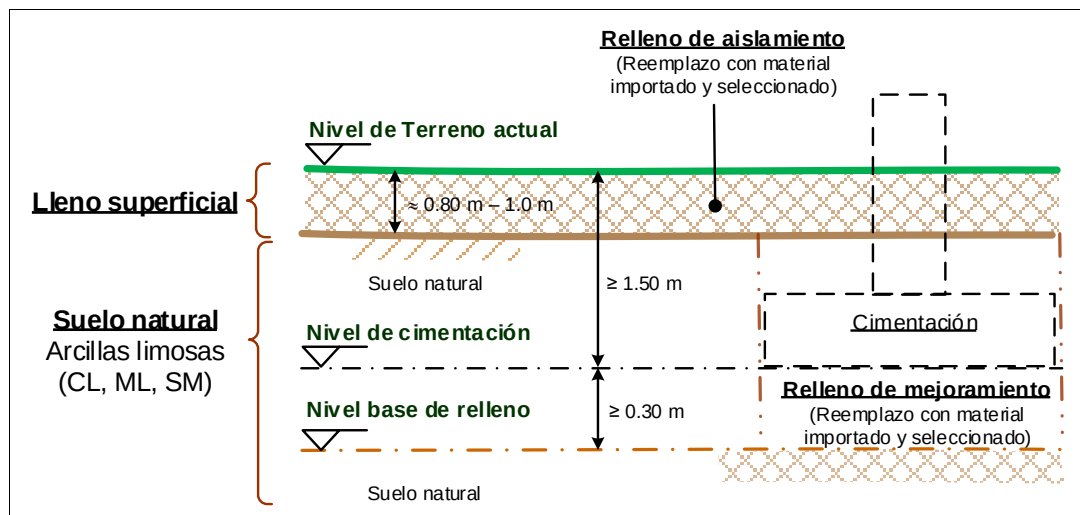


Figura 6. Esquema general de conformación de cimentación y relleno seleccionado.

8.2 Excavaciones superficiales

Para las excavaciones superficiales previstas para los elementos de cimentación del proyecto, específicamente en los sitios de suelos de consistencia media a blanda (lentos), ver el numeral 4.5, se puede evaluar la opción de efectuar cortes libres inclinados con taludes de pendiente máxima 1.0H : 1.0V o con sistemas de contención provisionales con el propósito de garantizar la estabilidad a mediano plazo de toda el área de trabajo. Las excavaciones en suelos finos arcillosos de consistencia dura se pueden proyectar a corto plazo mediante taludes libres y cortes verticales, con elementos de protección de la humedad natural y obras de drenaje para el manejo de las aguas lluvias y de escorrentía.

8.3 Rellenos seleccionados

Como relleno estructural para el mejoramiento, nivelación del terreno y aislamiento de las condiciones del suelo natural, se sugiere emplear materiales importados limpios, de permeabilidad baja y plasticidad media-baja, bien gradados, libres de contaminación orgánica, sustancias deletéreas, terrones de arcilla y sobretamaños (gravas gruesas, bloques, cantos, etc.). El material a emplear deberá cumplir con todas las especificaciones y características geomecánicas definidas por la norma INVIAS Artículo 311 para un "Afirmado granular" y/o por la norma INVIAS Artículo 320 para "Subbase granular". No se sugiere el uso directo de los materiales tipo "rocamuerta" por su plasticidad variable, el contenido de materia orgánica y la consistencia, por lo que se deberá validar su caracterización o especificaciones de la fuente antes de su aprobación y uso.

El espesor mínimo a considerar para la conformación y compactación del material de relleno seleccionado e importado inferior a las cimentaciones será de 30 cm. Para los rellenos de nivelación superficiales del terreno para cimientos corridos, se debe garantizar un espesor mínimo de 70 cm, con el objeto de reemplazar los llenos antrópicos existentes, lograr la reconfiguración del terreno y generar un "aislamiento" de las características geotécnicas de los suelos superficiales.

Estos rellenos se deberán conformar y compactar con equipos adecuados hasta alcanzar por lo menos el 95% de la máxima densidad seca determinada del ensayo Proctor Modificado (norma ASTM D-1557 o AASHTO T-180), en capas no

	<p align="center">ESTUDIO DE SUELOS PARA LOS DISEÑOS Y CONSTRUCCIÓN DE LA SEDE DEL JUZGADO MUNICIPAL DE "EL DOVIO". EL DOVIO – VALLE DEL CAUCA</p> <p align="center">ESTUDIO GEOTECNICO</p>	
---	---	---

mayores que 200 mm de espesor medidas en el material suelto; el espesor de las capas puede ser mayor, siempre que se compruebe que con los equipos disponibles se obtiene la densidad seca especificada. La humedad del material deberá mantenerse a tres (3) puntos de la óptima determinada en el ensayo Proctor Modificado, por la franja seca.

8.4 Manejo y control de las aguas superficiales

Debido a la baja pendiente natural del terreno, las características y susceptibilidad de los suelos subsuperficiales del sitio (arcillas limosas con arena), se recomienda implementar obras para el apropiado manejo y control de todas las aguas lluvias y de escorrentía en la zona de las estructuras y su perímetro, y con ello minimizar posibles afectaciones de las obras.

Se sugiere proyectar obras para la adecuada captación, conducción y entrega controlada de las aguas superficiales evitando que las aguas se infiltren hacia los estratos subsuperficiales y originen cambios de su humedad natural, considerando un diseño hidrosanitario apropiado a partir de las características geotécnicas del terreno, la morfología del sitio y las estructuras proyectadas.

Se recomienda un mantenimiento periódico adecuado de los sistemas de drenaje (canales, redes, sumideros, etc.), y proyectar la construcción de barreras duras (tipo andenes amplios en concreto reforzado, rellenos de baja permeabilidad, etc.), para el aislamiento parcial del suelo de fundación.

8.5 Mantenimiento de la vegetación

Las medidas preventivas para el manejo y control de la vegetación prevista, tiene que ver básicamente con el tratamiento periódico de las especies a sembrar. A partir de los lineamientos del Capítulo H.9.4.6.2 del NSR-10, se plantean las siguientes recomendaciones a evaluar:

- Poda continuada: La poda continuada, bajo la dirección de manos expertas, contribuye a mantener el follaje en un tamaño adecuado a su función y al espacio disponible.

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No. 3N – 131, Prados del Norte. Santiago de Cali – Colombia
Teléfonos: (2) 6616621 – 316 2810925
e-mail: gerencia@geozam.com.co

	<p align="center">ESTUDIO DE SUELOS PARA LOS DISEÑOS Y CONSTRUCCIÓN DE LA SEDE DEL JUZGADO MUNICIPAL DE "EL DOVIO". EL DOVIO – VALLE DEL CAUCA</p> <p align="center">ESTUDIO GEOTECNICO</p>	
---	---	---

- Corte moderado de raíces: Se sugiere esta práctica en relación con las raíces invasoras que penetran bajo las cimentaciones, en los muros o en las tuberías del alcantarillado.
- Suministro ponderado de agua: El suministro de agua, sobre todo en la estación seca o periodos de verano, es una medida sana cuando se cuenta con el líquido y se trata de especies que se quiere conservar.
- Selección de especies: Se deben considerar especies adecuadas al clima y al tipo de suelos de la zona, evitando aquellas sobre las que históricamente se tenga alguna evidencia acerca de su comportamiento nocivo o se consideren como "especies agresivas" (Urapán, Eucalipto, Sauce, Pino, Acacia, etc.).

8.6 Consideraciones adicionales

De acuerdo con las características preliminares indicadas del proyecto, el entorno actual de la obra y el alcance del estudio geotécnico, no se prevén inicialmente requerimientos especiales para la protección de predios vecinos durante las actividades excavación de los cimientos ni recomendaciones especiales para la ejecución del sistema constructivo.

9 LIMITACIONES

Los análisis y recomendaciones contenidos en este informe se aplican únicamente para el proyecto en mención en los sitios de investigación y a las condiciones geotécnicas allí identificadas. En caso de que se modifique el proyecto, o que durante la construcción se encuentren condiciones diferentes, se deberá verificar y evaluar la necesidad de realizar exploraciones, análisis y/o recomendaciones geotécnicas adicionales.

Dadas las condiciones geotécnicas identificadas in situ y las soluciones sugeridas para la cimentación, se recomienda que la ejecución de las obras cuente con supervisión técnica durante la construcción de la estructura, de acuerdo con los lineamientos aplicables del Título I del NSR-10.

/

	<p>ESTUDIO DE SUELOS PARA LOS DISEÑOS Y CONSTRUCCIÓN DE LA SEDE DEL JUZGADO MUNICIPAL DE "EL DOVIO". EL DOVIO – VALLE DEL CAUCA</p> <p>ESTUDIO GEOTECNICO</p>	
---	---	---

10 ANEXOS

ANEXO 1: REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO 2: ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN DE LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

ANEXO 3: REGISTROS DE CAMPO (SONDEOS GEOTÉCNICOS)

ANEXO 4: CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO 5: GRÁFICAS Y RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO:

- CLASIFICACIÓN (LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRANULOMETRÍA)
- COMPRESIÓN INCONFINADA Y PESO UNITARIO
- CARTA DE PLASTICIDAD

ANEXO 6: PERFIL ESTRATIGRÁFICO SIMPLIFICADO DEL SITIO

ANEXO 7: CUADROS CON CORRELACIONES, ESTIMATIVO DE PARÁMETROS Y EVALUACIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO

ANEXO 8: MEMORIA DE CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO PARA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

ANEXO 9: MEMORIA DE CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS PARA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

ANEXO 10: ESQUEMAS CON RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA ADECUACIÓN Y RECONFORMACIÓN DEL TERRENO

“CALIDAD ES NUESTRO RESULTADO”

Calle 35 AN No. 3N – 131, Prados del Norte. Santiago de Cali – Colombia
Teléfonos: (2) 6616621 – 316 2810925
e-mail: gerencia@geozam.com.co