VICTOR MARTINEZ VIDES
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS Y GEOTECNIA VIAL
MAT. PROFESIONAL 021037-0526015 ATL

Cartagena de Indias, enero 21 de 2024

Señores
ALCALDIA DE VILLANUEVA
VILLANUEVA - BOLIVAR

REF: ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTADIO DE FÚTBOL MUNICIPIO DE VILLANUEVA, BOLÍVAR.

El estudio geotécnico para el proyecto de la referencia ha sido terminado por medio de 18 metros lineales de perforación repartidos en 3 sondeos de 6 metros cada uno los cuales se efectuaron con sus correspondientes ensayos de laboratorio.

El proyecto consistirá en el estudio de suelos para el diseño y construcción de un estadio de fútbol en el municipio de Villanueva, departamento de Bolívar.

En resumen, en los sondeos encontramos un estrato en la capa superior un relleno en material de ARCILLA LIMO ARENOSA PARDA CLARA CON VETAS GRISES medida hasta una profundidad de 2.50 metros luego se encontró ARCILLA PARDA CLARA CON VETAS GRISES hasta los 4.5 metros y posteriormente hasta los 6.00 metros por debajo del nivel existente de terreno se encontró una ARCILLA LIMO ARENOSA PARDA CLARA.

En el presente informe se mostrarán recomendaciones y resultados de la caracterización geotécnica para el diseño de la cimentación y estructura de la vivienda en referencia.

Apreciamos la oportunidad de poder servirle en este proyecto. Si tiene alguna pregunta sobre este estudio, o si podemos servirle en cualquier otra forma, no dude en comunicarse con nosotros.

Victor Martinez V.
VICTOR MANUEL MARTINEZ
Ingeniero Civil
T.P. 021037-0526015 ATL

INTRODUCCION

Por solicitud del proyecto, se elabora el presente Estudio Geotécnico y de Recomendaciones de Cimentación para la construcción de un estadio de fútbol en el municipio de Villanueva, departamento de Bolívar.

El proyecto contempla las siguientes obras principales:

- gradería en concreto reforzado,
- Batería de baños.
- Cocina.
- zonas de circulación,
- Parqueaderos en concreto de 20 cm de espesor.
- Placa en zona de juegos infantiles de 10 cm de espesor,
- Cerramiento perimetral de la cancha en malla de alto impacto.
- Muro de contención.
- Protección de taludes

El propósito del estudio es establecer las características físico-mecánicas del subsuelo, evaluar su comportamiento frente a las obras proyectadas y emitir recomendaciones de cimentación, mejoramiento, drenaje y estabilidad del terreno.

LOCALIZACIÓN

El área evaluada se localiza básicamente en el Municipio de VILLANUEVA, Bolívar.

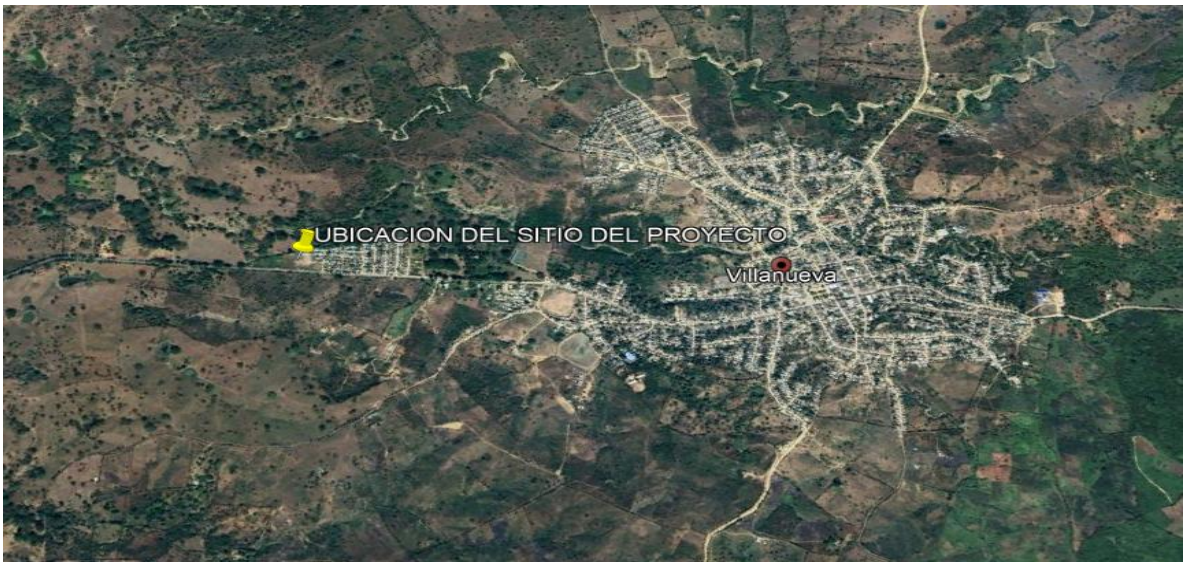


Ilustración 1.Fuente: Google Earth, 2024, Editada por autores – localización general



Ilustración 2. Fuente: Google Earth, 2024, editada por autores- localización especifica



Ilustración 3. Fuente: Google Earth, 2024, editada por autores- localización de los sondeos

OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar las alternativas de cimentación más adecuadas y medidas de estabilización para la construcción de las estructuras dentro del estadio de futbol de Villanueva.

ESPECÍFICOS

- Determinar las propiedades geomecánicas y la estabilidad de los materiales que constituyen el subsuelo para la construcción de las estructuras dentro del estadio de futbol de Villanueva.
- Diseñar geotécnicamente las alternativas de cimentación para la construcción de las estructuras dentro del estadio de futbol de Villanueva.

- Dar las recomendaciones técnicas necesarias para la adecuación del terreno con base en la caracterización geotécnica realizada, con el fin de garantizar la estabilidad del proyecto.

EXPLORACION DEL SUBSUELO Y METODOS DE ENSAYOS

Sondeos

Las perforaciones fueron efectuadas con un equipo de percusión y lavado. Los sondeos fueron avanzados utilizando tubería de revestimiento lavando con agua. Muestras representativas fueron obtenidas con un toma-muestra partido de 2 pulgadas de diámetro externo, de acuerdo con lo especificado en la norma ASTM 1586. Él toma-muestra es hincado en el suelo con una pesa de 140 libras que se deja caer una distancia de 30 pulgadas. El número de golpes requerido para que él toma-muestra penetre las ultimas 12 pulgadas de un recorrido de penetración de 18 pulgadas se registra como el valor de la resistencia a la penetración estándar. Estos valores están indicados en el registro de perforación a las profundidades respectivas. Las muestras fueron selladas y enviadas al laboratorio para ser ensayadas y clasificadas.

El registro de perforación de campo fue preparado por el personal de sondeo. Estos registros incluyen clasificación de los materiales encontrados durante el sondeo como también la interpretación de las condiciones del subsuelo entre las muestras obtenidas. Registros de perforación finalizados incluidos en este estudio incluyen modificaciones basadas en observaciones de laboratorio y ensayos de las muestras. Las muestras fueron clasificadas de acuerdo con el sistema de clasificación unificado de los suelos.

Ensayos de Laboratorio.

Las muestras fueron clasificadas de acuerdo con el sistema de clasificación unificado de los suelos de acuerdo con la norma ASTM D 2488-90. Ensayos de compresión simple, humedad, granulometría, conductividad y de permeabilidad fueron efectuados en las muestras. Los resultados de estos ensayos son incluidos en el apéndice de este estudio.

CONDICIONES DEL LUGAR Y DEL SUBSUELO

Condiciones Climáticas en la zona

El municipio de Villanueva, Bolívar, presenta un clima cálido tropical, con temperaturas elevadas durante todo el año, humedad ambiental alta y un régimen de lluvias estacional. Como referencia climática para el sector, la temperatura media anual se sitúa alrededor de 26 a 27 °C, con valores máximos frecuentes cercanos a 29,5 a 30,5 °C y mínimas del orden de 24 a 25 °C. Para Villanueva se reportan, además, precipitaciones importantes en temporada húmeda; por ejemplo, en septiembre la precipitación mensual se ubica alrededor de 219 mm, lo que confirma la ocurrencia de periodos con aportes significativos de agua por escorrentía superficial.

A nivel regional, el departamento de Bolívar presenta episodios de lluvias de variada intensidad durante las temporadas húmedas, incluyendo eventos moderados a localmente fuertes, según boletines hidrometeorológicos del IDEAM para la región Caribe y Bolívar. Estas condiciones son relevantes para el comportamiento del subsuelo, especialmente en terrenos arcillosos, ya que favorecen el incremento de humedad, el reblandecimiento superficial y la pérdida temporal de capacidad de soporte en los estratos más sensibles.

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones climáticas del municipio tienen incidencia directa sobre el desempeño de las obras proyectadas, debido a que los suelos identificados en el sitio corresponden predominantemente a arcillas de plasticidad media a alta, con susceptibilidad a cambios volumétricos ante variaciones de humedad. En consecuencia, el proyecto deberá contemplar un adecuado manejo de aguas lluvias y de escorrentía, mediante pendientes superficiales, drenaje perimetral y control de infiltraciones, con el fin de reducir riesgos de saturación, asentamientos diferenciales y afectaciones a la subrasante y a las cimentaciones.

En los sondeos encontramos un estrato en la capa superior un relleno en material de ARCILLA LIMO ARENOSA PARDA CLARA CON VETAS GRISES medida hasta una profundidad de 2.50 metros luego se encontró ARCILLA PARDA CLARA CON VETAS GRISES hasta los 4.5 metros y posteriormente hasta los 6.00 metros por debajo del nivel existente de terreno se encontró una ARCILLA LIMO ARENOSA PARDA CLARA.



Ilustración 3. Identificación según SGC.

NIVEL FREÁTICO

El nivel freático en las perforaciones efectuadas no se encontró a ninguna profundidad medida desde el nivel de terreno y la profundidad excavada.

ANALISIS DE INGENIERIA Y RECOMENDACIONES

TIPO DE PERFIL SUELO:

Basándonos en los numerales A.2.4.4 y A.2.4.5 y en las Tablas A.2.4.-1, A.2.4.-2, A.2.4.-3 de la Norma Sismo Resistente NSR- 10 Recomendamos para el diseño estructural se tenga en cuenta que el perfil de suelo es un suelo tipo **E** cuyo coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio (fa) y el coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio (fv) son 2,5 y 3,5 respectivamente según Tablas A.2.4-3 y A.2.4.-4 de la NSR-10 y un grupo de importancia G III con un coeficiente igual a 1,25 según Tabla A.2.5-1 de la NSR-10.

Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\overline{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\overline{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\overline{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\overline{N} \geq 50$, o $\overline{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\overline{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\overline{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\overline{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\overline{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total **H** mayor de 3 m de arcillas blandas	**IP** > 20 **w** ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\overline{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo **F** requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (**H** > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (**H** > 7.5 m con Índice de Plasticidad **IP** > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (**H** > 36 m)	

Tabla A.2.4-2
Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

Tipo de perfil	$\overline{v}_s$	$\overline{N}$ o $\overline{N}_{ch}$	$\overline{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa (≈ 1 kgf/cm²)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm²)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa (≈0.5 kgf/cm²)

Tabla A.2.4-3
Valores del coeficiente F_a, para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo **F** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Tabla A.2.4-4
Valores del coeficiente F_v, para la zona de períodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo **F** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA

Geología

El área del proyecto, localizada en el municipio de Villanueva, Bolívar, se sitúa dentro del contexto geológico del norte del departamento de Bolívar, caracterizado por la presencia de depósitos sedimentarios continentales y superficiales desarrollados en ambientes de meteorización tropical. Desde el punto de vista geotécnico y con base en la exploración ejecutada en el predio, el subsuelo está constituido predominantemente por suelos finos cohesivos, representados por arcillas pardas, arcillas limo-arenosas y arcillas de plasticidad media a alta, con presencia local de vetas grises, óxidos y fracciones arenosas finas.

Los resultados de laboratorio realizados sobre las muestras recuperadas muestran que los materiales del sitio corresponden principalmente a suelos clasificados como CL y CH según el sistema USC, y A-7-6 según AASHTO, lo cual es indicativo de depósitos arcillosos de comportamiento cohesivo, compresible y con potencial de expansión ante cambios de humedad. En los sondeos se identifican, entre otros, los siguientes materiales representativos:

- arcilla parda clara con vetas grises y rastros de arena, clasificada como CL,
- arcilla parda clara y arcilla parda grisácea de alta plasticidad, clasificadas como CH,
- arcilla limo-arenosa parda amarillenta con vetas grises y óxidos, clasificada como CL,
- arcilla limo-arenosa parda clara, igualmente clasificada como CL.

En términos de interpretación geológica local, estos materiales corresponden a un perfil de alteración y acumulación de sedimentos finos, probablemente asociado a depósitos residuales de baja energía, con importante participación de fracciones arcillosas. Esta condición es coherente con el comportamiento observado en la región de Bolívar para

terrenos de planicie suavemente ondulada, donde predominan suelos de origen sedimentario fino y alta sensibilidad a variaciones de humedad. Como referencia metodológica, en el estudio de Clemencia se describe para un entorno regional comparable un subsuelo constituido por areniscas y conglomerados de depósitos naturales de suelos arcillosos medianamente consolidados, lo cual resulta compatible con la presencia de coberturas superficiales finas arcillosas en el área de Villanueva.

Desde el punto de vista estratigráfico práctico, el sitio muestra una secuencia dominada por arcillas de distinta plasticidad, sin evidencias de estratos granulares gruesos continuos dentro de la profundidad investigada. Las humedades naturales reportadas, del orden de 26 % a 30 %, junto con masas unitarias húmedas entre aproximadamente 1,829 y 2,029 t/m³, refuerzan la interpretación de un depósito fino cohesivo, relativamente compresible y sensible a reblandecimiento superficial en época lluviosa.

No se detectó nivel freático durante la exploración realizada, lo cual indica que, al momento de los sondeos, el agua subterránea no se encontraba dentro de la profundidad de investigación. Sin embargo, esta condición no excluye la presencia de saturación temporal por infiltración y acumulación de aguas lluvias en la parte superficial del terreno.

Geomorfología

Geomorfológicamente, el predio del proyecto corresponde a una superficie de relieve bajo a suavemente ondulado, típica de zonas de llanura o transición de baja pendiente del norte de Bolívar. El comportamiento del subsuelo y la naturaleza de los materiales encontrados sugieren un ambiente de evolución superficial dominado por procesos de meteorización, escorrentía superficial y acumulación local de sedimentos arcillosos.

La morfología del terreno, aunque no presenta accidentes topográficos mayores ni evidencias de inestabilidad masiva, sí es sensible al agua superficial debido a la baja permeabilidad de los suelos finos predominantes. Esta condición favorece:

- empozamientos temporales,
- saturación de la capa superficial,
- pérdida de capacidad de soporte en la subrasante,

- y cambios volumétricos por humedecimiento y secado.

Estas características son consistentes con la respuesta esperable de suelos arcillosos CL y CH, especialmente en climas cálidos con lluvias estacionales.

Desde el punto de vista geomorfológico aplicado al proyecto, el terreno puede considerarse como una unidad de planicie baja con modelado suave, desarrollada sobre materiales finos cohesivos. No se evidencian, con la información disponible, taludes naturales pronunciados, escarpes activos o procesos erosivos severos dentro del área explorada; no obstante, sí existe vulnerabilidad a deterioro superficial si no se controla adecuadamente el drenaje.

Las condiciones geológicas y geomorfológicas del predio tienen incidencia directa en el comportamiento de la obra proyectada. La presencia dominante de arcillas de plasticidad media a alta implica:

susceptibilidad a expansión y contracción por cambios de humedad,
riesgo de asentamientos diferenciales si no se uniforma el apoyo,
baja permeabilidad natural,
necesidad de mejoramiento de subrasante en placas, circulaciones y parqueaderos,
y especial cuidado en el manejo de aguas lluvias.

En consecuencia, las obras del estadio deben diseñarse y construirse considerando que el terreno natural no debe recibir directamente placas o cimentaciones sin una preparación previa, especialmente en zonas de gradería, baños, cocina, circulaciones y parqueaderos. La geomorfología suave del sitio favorece la implantación del proyecto, pero exige soluciones de drenaje superficial bien definidas para evitar acumulación de agua sobre los estratos arcillosos.

SISMICIDAD

De acuerdo con la zonificación de amenaza sísmica de la NSR-10, el municipio de Villanueva, Bolívar se ubica en una zona de amenaza sísmica baja, adoptándose para fines de diseño los parámetros Aa = 0.10 y Av = 0.10. En consecuencia, el proyecto deberá diseñarse conforme a los requisitos de la NSR-10 aplicables a edificaciones localizadas en zona de amenaza

sísmica baja. En la región Caribe en general la sismicidad va de baja a intermedia, y se caracteriza por el registro histórico de sismos, la mayoría de magnitud Ms entre 4,1 a 5,5 y menores.

Los sismos cuyo epicentro se han demarcado en cercanías a la ciudad de Cartagena (Escallón et al. 1993) son de magnitudes similares al del resto de la región Caribe y por su ubicación podrían relacionarse con las fallas de Canoas y Mamonal. La Figura 6 y Figura 7 muestran los Mapas de Fuentes Sismogénicas y de Sismicidad Histórica de la región Caribe.

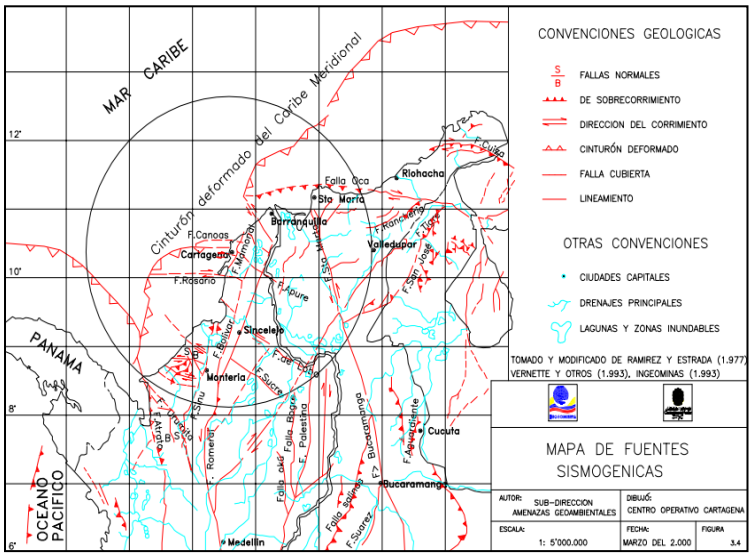


Ilustración 4.Mapa de Fuentes Sismogénicas de la región Caribe.

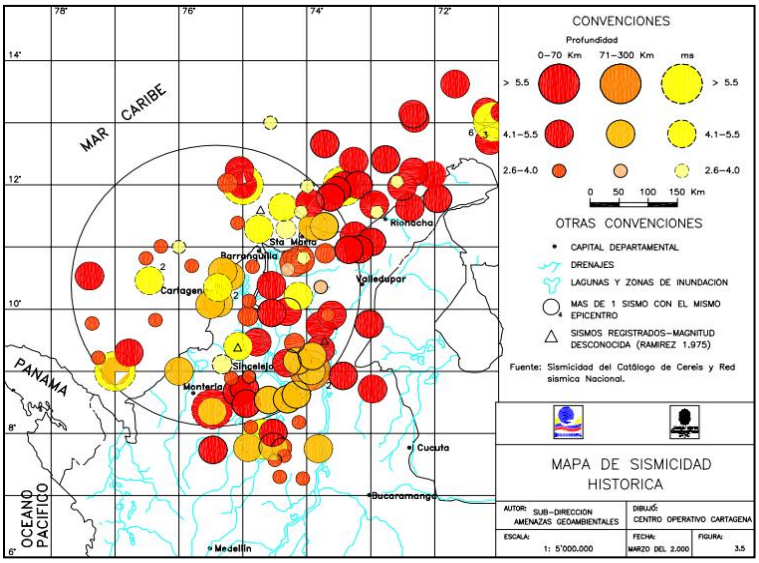


Ilustración 5.Mapa de Sismicidad Histórica de la región Caribe.

Según lo establecido en el Título A, apartes A.2.3, A.2.4 y A.2.5 de la NSR-10, los efectos locales de respuesta sísmica de estructura deben evaluarse utilizando los siguientes parámetros:

Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10		
COEFICIENTE	**CONVENCIÓN**	**MAGNITUD**
Zona de amenaza sísmica	Baja	Baja
Coeficiente de aceleración pico efectiva	Aa	0.1
Coeficiente de velocidad pico efectiva	Av	0.1
Coeficiente de importancia	Grupo de Uso III	1.25
Tipo de Perfil del suelo	Cimentaciones Superficiales y/o profundas	E

Ilustración 6.Clasificación de los perfiles de suelo.

ANALISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los parámetros obtenido por los distintos procedimientos ejercidos en el presente estudio se consideran los siguientes aspectos geotécnicos para el diseño y construcción de la estructura:

Condiciones del sub-suelo:

Teniendo en cuenta lo resultados de la investigación y exploración del subsuelo, de establecer que la zona de estudio se encuentra sobre ARCILLA LIMO ARENOSA PARDA AMARILLENTA CON VETAS GRISES. como estrato de soporte, puesto que en los estratos superiores el material tiene una muy baja capacidad portante para las condiciones de estabilidad mínimas.

CAPACIDAD DE SOPORTE

Recomendaciones de capacidad de soporte y conformación de subrasante para la cancha, zonas de circulación y parqueaderos

Para la conformación de la cancha y de las áreas directamente asociadas a su plataforma de apoyo, se recomienda realizar un tratamiento previo de la subrasante, teniendo en cuenta que el terreno natural del sitio está constituido predominantemente por suelos arcillosos de plasticidad media a alta, con susceptibilidad a deformaciones y pérdida de capacidad de soporte ante variaciones de humedad. En consecuencia, la capacidad de respuesta del terreno deberá mejorarse mediante un procedimiento constructivo orientado a uniformar el apoyo, controlar asentamientos diferenciales y reducir el riesgo de hundimientos localizados.

Como primera actividad, deberá ejecutarse el retiro del descapote en un espesor mínimo de 30 cm, eliminando completamente la capa vegetal, materiales orgánicos, raíces, suelos sueltos y cualquier material superficial inadecuado para servir de apoyo estructural. Este retiro deberá realizarse en toda el área de la cancha y en la franja necesaria para garantizar continuidad constructiva y adecuada transición con las zonas circundantes.

Una vez efectuado el descapote, sobre el material del sitio se deberá realizar una nivelación general, perfilado y compactación controlada, hasta obtener una subrasante uniforme, estable y debidamente conformada. La compactación deberá ejecutarse con control de humedad, evitando trabajar sobre material saturado, remoldeado o excesivamente blando. El objetivo de esta actividad es proporcionar una plataforma continua de apoyo que limite deformaciones irregulares y mejore la respuesta mecánica de la superficie de fundación.

En aquellos sectores donde durante la excavación, nivelación o compactación se identifiquen zonas de posible falla, tales como puntos blandos, sectores con bombeo, áreas con pérdida marcada de soporte o sitios donde se presenten hundimientos localizados, deberá procederse a una estabilización puntual mediante la colocación de piedra tipo ciclópeo o rajón de 3" a 4". Este material deberá disponerse y acomodarse en capas hasta lograr el confinamiento y la trabazón suficiente, de manera que se garantice que no se generen hundimientos posteriores, desplazamientos laterales del material ni deformaciones excesivas bajo carga de servicio o durante el proceso constructivo.

La profundidad del reemplazo o estabilización en estas zonas deberá extenderse hasta encontrar una condición de apoyo firme y estable, a juicio de la interventoría y del profesional geotecnista de obra. En todos los casos, el material pétreo deberá quedar debidamente trabado y nivelado, evitando vacíos significativos que puedan inducir asentamientos diferidos.

Sobre la totalidad de la superficie tratada se recomienda la instalación de un geotextil tejido tipo 2100, el cual actuará como elemento de separación, refuerzo y distribución de esfuerzos, permitiendo mejorar el comportamiento de la subrasante frente a las deformaciones del suelo de fundación. Este geotextil deberá instalarse de forma continua sobre la superficie previamente nivelada, sin arrugas ni pliegues, con los traslapos recomendados por el fabricante y con especial cuidado en las zonas estabilizadas con rajón o piedra ciclópea.

Especificaciones recomendadas del geotextil tejido 2100

El geotextil tejido tipo 2100 deberá cumplir, en términos generales, con características equivalentes a las siguientes:

- fabricado en polipropileno de alta tenacidad,
- alta resistencia a la tracción en sentido longitudinal y transversal,
- adecuada capacidad de separación entre el suelo fino de subrasante y los materiales granulares superiores,
- función de refuerzo, contribuyendo a distribuir cargas y reducir deformaciones localizadas,
- resistencia suficiente al punzonamiento y al daño mecánico durante la colocación de materiales de cobertura,
- permeabilidad compatible con el control hidráulico de la interfaz suelo–estructura granular.

Como criterio funcional dentro del proyecto, el geotextil deberá permitir separar la subrasante arcillosa del material de mejoramiento o cobertura superior, evitando contaminación por finos, confinar y repartir esfuerzos sobre áreas localmente blandas, absorber y redistribuir deformaciones del terreno natural, reduciendo la aparición de fallas por asentamiento diferencial, mejorar la estabilidad general de la plataforma de la cancha frente a cambios de humedad y variaciones en la capacidad de soporte.

Una vez instalado el geotextil, se podrá proceder con las capas superiores de conformación, nivelación y acabado de la cancha, siguiendo las especificaciones del diseño arquitectónico, hidráulico y deportivo correspondiente.

CAPACIDAD DE SOPORTE ESTRUCTURAS

Para garantizar la estabilidad de la estructura, se plantean cimentaciones puntuales (zapatas) con una profundidad de desplante de hasta 1.70 m de profundidad, teniendo en cuenta el tipo de suelo encontrado. conectadas con vigas de cimentación. Las zapatas estarán desplantadas sobre un material tipo concreto ciclópeo (40% piedra – 60% concreto de 3000 psi) de 50 cm de espesor.

1.1.1. Cálculo del valor de la capacidad admisible: Para hallar la capacidad portante en suelos cohesivos, se utilizó la ecuación general de capacidad de carga formulada por Meyerhof (1963) y empleando los factores de capacidad de carga de Hasen, como se muestra a continuación:

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} \ (1)$$

Donde:

$c = cohesión$

$q = esfuerzo\ efectivo\ al\ nivel\ del\ fondo\ de\ la\ cimentación$

$\gamma = peso\ específico\ del\ suelo$

$B = ancho\ de\ la\ cimentación$

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s} = factores\ de\ forma$

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d} = factores\ de\ profundidad$

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i} = factores\ por\ inclinación\ de\ carga$

$N_c, N_q, N_\gamma = factores\ de\ capacidad\ de\ carga$

Para la obtención de los asentamientos inmediatos, se usó la ecuación de Harr (1966), en el cual el asentamiento se expresa como:

$$S_e = \frac{B q_0}{E_s} (1 - \mu^2) \alpha \ (centro\ de\ la\ cimentación\ flexible) (2)$$

Donde:

$$\alpha = \frac{1}{\pi}\left[ln\left(\frac{\sqrt{1+m_1^2}+m_1}{\sqrt{1+m_1^2}-m_1}\right) + mln\left(\frac{\sqrt{1+m_1^2}+1}{\sqrt{1+m_1^2}-1}\right)\right]$$

$$m_1 = {}^{L}/_{B}$$

$$B = ancho\ de\ la\ cimentacion$$

$$L = longitud\ de\ la\ cimentación$$

$$S_e = \text{asentamiento torelable, en mm}$$

Los valores del q_{adm} para el presente contrato es de varían desde 9.2 Ton/m^2 hasta Ton/m^2 para zapatas con B=L desde 1,0 m hasta 3,0 m, así mismo se muestra los asentamientos inmediatos para el mismo tipo de cimentación.

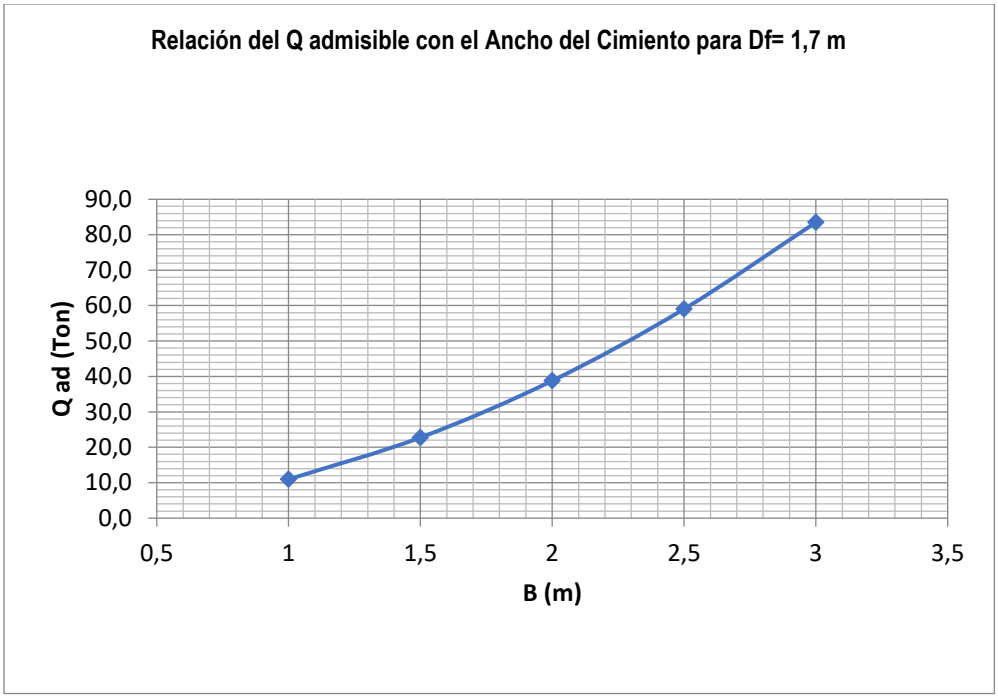
Se puede tomar como una capacidad admisible promedio de 9 Ton/m2. Para asentamientos inmediatos no mayores a 3 cm, aplicando los sistemas.

c_u (kN/m^2)	Nc	Fcs	B (m)	L (m)	Fcd	Df (m)	γ_t (kN/m^3)	q_{ult} (kN/m^2)	FS	q_{adm} (kN/m^2)	q_{adm} (ton/m^2)	Qad (kN)	Qad (Ton)
36,0	5,14	1,2	1,0	1,0	1,34	1,7	18,3	**328,65**	3	**109,6**	**10,96**	**109,6**	**11,0**
		1,2	1,5	1,5	1,23			**303,49**		**101,2**	**10,12**	**227,6**	**22,8**
		1,2	2,0	2,0	1,17			**290,91**		**97,0**	**9,70**	**387,9**	**38,8**
		1,2	2,5	2,5	1,14			**283,36**		**94,5**	**9,45**	**590,3**	**59,0**
		1,2	3,0	3,0	1,11			**278,32**		**92,8**	**9,28**	**835,0**	**83,5**

Ilustración 7. TABLA DE CAPACIDAD PORTANTE SUELOS COHESIVOS.

Qad (Ton)	B (m)	L (m)	Es (Ton/m²)	m_1	α	μ_s	Se (m)	Se (mm)	Se (pulg)
11,0	1,0	1,0	18000	1	1,12	0,35	0,00060	**0,60**	0,02
22,8	1,5	1,5		1	1,12		0,00083	**0,83**	0,03
38,8	2,0	2,0		1	1,12		0,00106	**1,06**	0,04
59,0	2,5	2,5		1	1,12		0,00129	**1,29**	0,05
83,5	3,0	3,0		1	1,12		0,00152	**1,52**	0,06

Ilustración 8. TABLA DE ASENTAMIENTO ESPERADO.



NOTAS GENERALES

SIMBOLOS DE PERFORACION Y MUESTREO: TP : Toma muestra Partido DI=13/8" DE=2"
TS : Tubo de Paredes Delgadas - 2" a menos que se especifique lo contrario.
PL : Percusión-Lavado.
N : Penetración estándar. Golpes por Pie Necesarios Para que una

Pesa de 140 Libras Cayendo 30 Pulgadas Origine una Penetración de 12 Pulgadas en el Toma muestra Partido.

NIVELES DE AGUA:
CP : Al Comienzo de la Perforación. TP : Al Termino de la Perforación.

CLASIFICACION DESCRIPTIVA DE LOS SUELOS:

La Clasificación de los Suelos está basada en la Clasificación Unificada de los Suelos y la Designación ASTM D-2487 y D-2488. Los Suelos de Gradación Gruesa tienen más del 50% de su Peso Seco Retenido en el Tamiz # 200; y se describen generalmente como Gravas y Arenas. Los Suelos de Gradación fina tienen menos del 50% de su Peso Seco retenido en el Tamiz # 200 y son descritos como Arcillas si son Plásticos y Limos si son de baja plasticidad o no Plásticos. Los constituyentes principales pueden ser añadidos como Modificadores y los Constituyentes Menores pueden ser añadidos de acuerdo a las Proporciones Relativas. Además de la Gradación, los Suelos de Grano Grueso Son Identificados basándose en la Densidad Relativa Sin Perturbar. Por Ejemplo: Arena Fina Con Vestigios de Limo, Densa.

CONSISTENCIA DE LOS SUELOS LOS DE GRADACION FINA. GRUESA.

Compresión Relativa	TON/M2	CONSISTENCIA
Inconfinada	< 2.5	Muy Blando
Suelta	2.5 - 5.0	Blando
	5.0 - 10.0	Medio
	10.0 - 20.0	Resistente
	20.0 - 40.0	Muy Resistente
	40.0 - 80.0	Duro
	> 80.0	Muy Duro

DENSIDAD RELATIVA DE SUELOS DE GRADACION

N-Golpes/Pie	Densidad
0-3	Muy Suelta
4-9	Suelta
0-29	Media
30-49	Densa
50-80	Muy Densa

PROPORCIONES RELATIVAS DE ARENA Y GRAVA **CLASIFICACION POR TAMAÑO**

% de Peso Seco	Descripción	Mayor Porción	Tamaño
<15	Vestigio	Grava	3" a Tamiz No4
15-29	Con	Arena	Tamiz No 4 al 200
>30	Modificador	Limo y Arcilla	Pasa Tamiz No 200

PROPORCIONES RELATIVAS DE FINOS

% de Peso Seco	Descripción
<5	Vestigio
5-12	Con
>12	Modificador.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El subsuelo del proyecto en Villanueva, Bolívar, está conformado predominantemente por arcillas de plasticidad media a alta, clasificadas principalmente como CL y CH, con comportamiento cohesivo, compresible y con susceptibilidad a cambios volumétricos por variación de humedad.

2. Para fines de diseño se adopta un valor representativo de N = 6 golpes/pie, a partir del cual se estima una cohesión no drenada de:

$$Cu = 0.36\ kg/cm^2 = 3.60\ t/m^2$$

   siguiendo la correlación práctica inferida de la metodología empleada en el estudio de referencia de Clemencia.

3. Aplicando el criterio de Braja M. Das para arcillas en condición no drenada, con Nc = 5.14 y FS = 3, se obtiene una capacidad admisible neta de:

$$q_{adm(neta)} = 6.17\ t/m^2$$

   y para una profundidad de desplante de 1,70 m, una capacidad admisible bruta de:

$$q_{adm(bruta)} = 9.28\ t/m^2$$

4. Para efectos del diseño geotécnico del proyecto se recomienda adoptar una capacidad portante admisible unificada de:

$$\boxed{q_{adm} = 9.0\ t/m^2}$$

   como valor conservador para todas las estructuras proyectadas.

5. Se recomienda que las cimentaciones se desplacen a una profundidad mínima de 1,70 m, sobre una base previamente estabilizada.

6. Como medida de mejoramiento y estabilización del terreno de fundación, se recomienda colocar debajo de las zapatas una capa de piedra ciclópea o rajón de 50 cm de espesor, debidamente acomodada y trabada, con el fin de mejorar la estabilidad del apoyo,

reducir la deformabilidad del terreno y disminuir el riesgo de hundimientos o desplazamientos del material bajo carga.

7. Para la cancha, se recomienda realizar el retiro del descapote en un espesor mínimo de 30 cm, eliminando completamente material orgánico, raíces y suelos superficiales inadecuados. Sobre el material del sitio deberá efectuarse nivelación, perfilado y compactación controlada hasta obtener una subrasante uniforme y estable.

8. En sectores de la cancha donde durante la construcción se detecten zonas blandas, posibles fallas, bombeo o pérdida de soporte, deberá ejecutarse estabilización puntual con piedra ciclópea o rajón de 3" a 4", colocada hasta garantizar que no se generen hundimientos ni desplazamientos del material.

9. Sobre toda la superficie de la cancha se recomienda instalar un geotextil tejido tipo 2100, con función de separación, refuerzo y distribución de cargas, de manera que permita absorber y redistribuir las deformaciones de la subrasante arcillosa, evite la contaminación de las capas superiores por finos y contribuya a la estabilidad general de la plataforma.

10. Para las circulaciones peatonales se recomienda retirar materiales blandos o inadecuados, conformar y compactar la subrasante, y disponer una capa de material granular seleccionado de 15 a 20 cm, compactada como mínimo al 95 % de la Densidad Máxima del Proctor Modificado, con el fin de garantizar una superficie uniforme, estable y de buen comportamiento frente a la humedad.

11. En todas las áreas de cancha y circulaciones deberá garantizarse un adecuado manejo de aguas lluvias y drenaje superficial, evitando empozamientos e infiltraciones prolongadas, ya que estas condiciones pueden producir reblandecimiento del suelo, pérdida de capacidad de soporte y deformaciones diferenciales.

LIMITACIONES

Las recomendaciones se bajan en la información de investigación realizada, teniendo en cuenta los criterios técnicos y normativos para las caracterizaciones y estudios geotécnicos.

Sin embargo, su se presentan condiciones no contempladas en este informe, como variaciones en el sitio de trabajo o diferencias en el subsuelo, se deberá comunicar oportunamente para establecer los ajustes necesarios a las recomendaciones.

ANEXOS FOTOGRAFICOS

VICTOR MARTINEZ VIDES
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS Y GEOTECNIA VIAL
MAT. PROFESIONAL 021037-0526015 ATL





VICTOR MARTINEZ VIDES
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS Y GEOTECNIA VIAL
MAT. PROFESIONAL 021037-0526015 ATL





VICTOR MARTINEZ VIDES
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS Y GEOTECNIA VIAL
MAT. PROFESIONAL 021037-0526015 ATL





VICTOR MARTINEZ VIDES
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS Y GEOTECNIA VIAL
MAT. PROFESIONAL 021037-0526015 ATL









VICTOR MARTINEZ VIDES
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS Y GEOTECNIA VIAL
MAT. PROFESIONAL 021037-0526015 ATL





VICTOR MARTINEZ VIDES
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS Y GEOTECNIA VIAL
MAT. PROFESIONAL 021037-0526015 ATL



