



ESTUDIO DE SUELOS

**CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO VIDA PARA EL ADULTO MAYOR EN EL
MUNICIPIO DE CUMARAL - META**

**INTERESADO:
CONSORCIO VIPLANA**

**CUMARAL – META
OCTUBRE 2025**



TABLA CONTENIDO

1.	INTRODUCCION	4
2.	OBJETIVOS	5
2.1.	OBJETIVO GENERAL	5
2.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
3.	ALCANCE DEL ESTUDIO	6
4.	METODOLOGIA	6
5.	DETERMINACION NUMERO DE SONDEOS	7
6.	TRABAJO DE CAMPO	8
7.	CARACTERIZACION DEL AREA DEL ESTUDIO	9
7.1.	GEOMORFOLOGIA	10
7.2.	GEOLOGIA	11
8.	LOCALIZACION DE SONDEOS	12
9.	ESTUDIOS, ANALISIS DE INGENIERIA Y RESULTADOS	13
9.1.	PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUB SUELO	13
10.	RECOMENDACIÓN CIMENTACION	14
11.	ASPECTOS SISMICOS DEL SUBSUELO	14
12.	CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELOS NSR-10 A.2.4.1	15



13.	CAPACIDAD PORTANTE.....	16
14.	TIPO DE ESTRUCTURA Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN.....	18
14.1.	DESCRIPCION SISTEMA ESTRUCTURAL.....	19
14.2.	PROFUNDIDAD DE CIMENTACION.....	19
15.	DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE	20
16.	VERIFICACION CAPACIDAD PORTANTE.....	21
17.	EVALUACION DE ASENTAMIENTOS	25
18.	POTENCIAL DE LICUACION.....	26
19.	ANALISIS DE LOS PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS	27
20.	REGISTRO FOTOGRAFICO PERFORACIONES REALIZADAS.....	30
21.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
22.	CONTROL DE INFILTRACIONES Y NIVEL FREATICO	34



1. INTRODUCCION

El presente estudio está encaminado a determinar las principales Características y los Parámetros geomecánicos más representativos del subsuelo en el sector donde se va a llevar a cabo el proyecto, **CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO VIDA PARA EL ADULTO MAYOR EN EL MUNICIPIO DE CUMARAL - META.**

A través del presente estudio geotécnico, se logra determinar el tipo de suelo, sus propiedades físico-mecánicas más representativas, el perfil estratigráfico y la capacidad portante del subsuelo a diferentes profundidades, así como la profundidad de cimentación más adecuada para esta estructura en función de su capacidad de soporte y evaluación de asentamientos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio geotécnico en un sector ubicado al interior del casco urbano del municipio de Cumaral, en el departamento del Meta.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Realizar tres (03) sondeos a una profundidad de 6.0 metros cada uno, de tal manera que se tenga la mayor cobertura de la zona a estudiar para determinar el estado actual del subsuelo y definir los espesores de los estratos presentes en el predio, con el fin de determinar las variables Fricción Interna del Suelo y Cohesión del suelo.

- ❖ Levantar el perfil estratigráfico tipo del subsuelo del área de estudio, mediante la información suministrada por los sondeos.
- ❖ Determinar los niveles freáticos del área de estudio.
- ❖ Cumplir a cabalidad los requerimientos del Título H de la NSR 10 en cuanto a número de sondeos y profundidad mínima para unidades de construcción de complejidad baja.
- ❖ Proponer un sistema de cimentación adecuado para la edificación. Asimismo, verificar la capacidad portante y asentamientos del terreno haciendo un adecuado uso de los factores de seguridad directos e indirectos propuestos en la NSR-10.
- ❖ Establecer la probabilidad o potencial de ocurrencia de fenómenos de licuación en el área.

3. ALCANCE DEL ESTUDIO

De acuerdo al número de Sondeos realizados y a los ensayos de laboratorio dispuestos para el Estudio; se buscará simular las características del subsuelo donde se llevará a cabo el proyecto, CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO VIDA PARA EL ADULTO MAYOR EN EL MUNICIPIO DE CUMARAL - META.

Con lo anterior se determinará la Capacidad Portante del Terreno, El perfil estratigráfico del suelo existente, y se hallarán los parámetros fricción, cohesión, índice de plasticidad, granulometría, entre otros; para la clasificación de estos suelos con fines de ingeniería.

4. METODOLOGIA

El presente estudio de suelos se establece siguiendo los procedimientos reglamentados por la norma NSR 10 y la Norma Técnica Colombiana para clasificación de Suelos. Dentro de los ensayos geotécnicos se realizaron pruebas in situ y a nivel de laboratorio para de esa manera determinar las principales características del subsuelo de la zona de estudio. Para este proceso se reconocen los siguientes pasos.

- ❖ Reconocimiento del terreno
- ❖ Recopilación y revisión bibliográfica de otros estudios del municipio
- ❖ Trabajo de campo (Sondeos)
- ❖ Trabajo de laboratorio
- ❖ Análisis de geotecnia y resultados



5. DETERMINACION NUMERO DE SONDEOS

Para realizar una adecuada exploración del terreno, se deben tener en cuenta las consideraciones que hace la NSR-10 en el título H "Estudios Geotécnicos", más específicamente en el capítulo H.3.1-1 y H.3.2-1.

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción
Categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Debido a que el proyecto corresponde a la categoría baja, se decidió ejecutar (3) sondeos que garanticen una profundidad de exploración de 6.0 m. cada uno.

Grupo III – Edificaciones de atención a la comunidad — Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo IV.

El coeficiente de importancia es de 1.25

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00



6. TRABAJO DE CAMPO

Una vez realizado el reconocimiento del terreno, se ubicaron de forma específica los puntos estratégicos de exploración en los sectores que se escogieron para que abarcaran la zona de estudio.

Finalmente se consignó la descripción visual de los estratos, las profundidades en donde se presentaron cambios en la estratigrafía y una relación detallada de las muestras tomadas. Todas las muestras se rotularon y empacaron para ser transportadas al laboratorio.



Fotografía de una de las perforaciones realizadas al interior del área de estudio. En total se ejecutaron 3 perforaciones con equipo de perforación manual hasta 6.0 m. de profundidad cada una.



7. CARACTERIZACION DEL AREA DEL ESTUDIO

El área del estudio se encuentra en el casco urbano del municipio de Cumaral - Meta.

UBICACIÓN GEOGRAFICA DE CUMARAL



El municipio de Cumaral se encuentra localizado en la parte Noroccidental del Departamento del Meta, sus coordenadas son 4 grados 16'08" latitud norte y 73 grados 28'59" de longitud oeste. Zona del Piedemonte llanero. La altura sobre el nivel del mar, es de 452 metros.

Límites del municipio:

Nor Occidente del departamento del Meta. Coordenadas: 4 Grados 15' 59" Latitud Norte 73 Grados 28' 59". De longitud Oeste Altura sobre el Nivel del Mar 452 Mts. Cumaral tiene los siguientes límites:

Norte con el departamento de Cundinamarca y el municipio de San Juanito Suroeste con el municipio de Restrepo al este con los municipios de Puerto López y Cabuyaro.



Extensión total: 580 Km²

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 452

Temperatura media: 21° C

Distancia de referencia: a 26 Km de Villavicencio.

7.1. GEOMORFOLOGIA

En el municipio de Cumaral pueden observarse cinco (5) unidades geomorfológicas bien diferenciadas, las cuales se aprecian en el mapa denominado unidades geomorfológicas que muestra el dominio del paisaje de Terrazas Aluviales, seguido en su orden por la Planicie aluvial de Desborde, los Abanicos, los Valles Secundarios (de la red hidrográfica secundaria) y finalmente el paisaje de Vertiente. Para el área de influencia del proyecto se pueden apreciar 2 tipos de geoformas: las de origen fluvial y las denudacionales. Dentro de las de origen fluvial tenemos:

- Terrazas Aluviales Comprende los niveles de terrazas altas y bajas, siendo unidades planas que varían entre 1 a 30 metros de altura en sus taludes y que principalmente deben su formación al encajonamiento que ejercen los ríos sobre los conos torrenciales y a movimientos tectónicos. En el municipio de Cumaral se observa únicamente las terrazas bajas como elementos del paisaje de esta unidad geomorfológica.

Planicie Aluvial de Desborde Unidad formada por aluviones recientes denominados vegas, que se hallan a lo largo del río Guacavía, el cual al salir de la cordillera y por la magnitud de sedimentos que transporta, forma un sistema trenzado en el cual no se aprecian diques, pero si orillares e islas. Durante las crecientes ocurren inundaciones de corta duración, pero que constituyen factores productivos obtenidos en estas zonas. Los denominados orillares que constituyen elementos del paisaje de esta unidad geomorfológica, están conformados por los sedimentos más jóvenes, y deben su formación a que los ríos encuentran una planicie, donde pueden descargarlos, lo que



a su vez ocasiona cambios en su cauce. Los suelos ubicados en estas zonas tienden a sufrir evolución retardante, es decir, existe ganancia óptima de materiales, lo que hace que la evolución pedogenética sea muy lenta o regresiva.

En lo que corresponde a las geoformas de origen denudacional encontramos la unidad de lomerío fluviogravitacional.

7.2. GEOLOGIA

La geología del sector donde se emplaza el proyecto minero es caracterizada por los depósitos aluviales recientes, de edad Cuaternaria y depósitos terciarios. Es una zona que alcanza a ser influenciada por sistemas de fallas regionales, como las fallas del borde Llanero, las cuales se encuentran cubiertas.

- Cuaternario Aluvial Activo (Qal). Sedimentos activos, playas y barras, desarrolladas por la corriente del río Guacavía, incluye bloques redondeados a sub-redondeados de distinta composición de acuerdo con la roca parental.
- Cuaternario Abanico Fluviotorrencial (Qc). Son depósitos fluviotorrenciales con alturas variadas desde el ápice del abanico a la parte distal, medidas con respecto al nivel base del río Guacavía y los demás ríos y quebradas que drenan el municipio. Son clastosoportados, compuestos por cantos redondeados. La matriz varía desde areno-arcillosa a areno limosa, de color amarillo ocre y moderadamente plástica.
- Arcillas del Limbo (Ncg). Formación del terciario (Neogeno) caracterizada por la presencia de arcillolitas de color rojizo, laminadas, alternadas con limonitas síliceas y areniscas en su base. En esta formación se encuentra el yacimiento de arcilla de la fábrica de ladrillo Terracotas del Llano.



8. LOCALIZACION DE SONDEOS





9. ESTUDIOS, ANALISIS DE INGENIERIA Y RESULTADOS

9.1. PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUB SUELO

Con base en las exploraciones de campo y las muestras analizadas en el laboratorio se logró construir el siguiente perfil tipo del área en donde se llevó a cabo el presente estudio.

N.P.L.L : NO PRESENTA LIMITES LIQUIDOS			N.P.L.P : NO PRESENTA LIMITES PLASTICOS			N.P.I.P : NO PRESENTA INDICE DE PLASTICIDAD		
PROFUNDIDAD EXPLORADA	DESCRIPCION SUB SUELO	PERFIL	Limite Liquido	Limite Plastico	Indice Plasticidad			
0 mts								
1,00 mts	GRAVA ARENOSA CON POCOS FINOS COLOR CAFÉ OSCURO		N.P.L.P	N.P.L.L	N.P.I.P			
2 mts								
2,50 FINAL								
3,00 mts								
4,00 mts	CONGLOMERADO ROCOSO CON BOLOS DE GRAN TAMAÑO							
5,00 mts								
6,00 mts								

Durante el proceso de perforación no se detectó agua o Nivel freático (N.F) en las perforaciones.



10. RECOMENDACIÓN CIMENTACION

Se recomienda que la profundidad de cimentación este a partir de 1.00 metros y se realice por medio de ZAPATAS Y VIGAS, ya que de esta manera se obtiene el área de contacto y la capacidad admisible del suelo necesarios para que los asentamientos sean aceptables.

De acuerdo con la metodología del enunciado H.2.5 "SUELOS NO COHESIVOS O GRANULARES Y SUELOS COHESIVOS", se define el tipo de suelos presentes en el área de exploración, para efectos de la determinación del perfil de suelo A.2.4.3. NSR-10.

Debido a no se cuentan con registros de velocidad media de la onda cortante medida en campo, y se presentan estratos tanto cohesivos como granulares dentro de la exploración, se eligió el parámetro (b) que considera "el número medio de golpes del ensayo de penetración estándar, **N**, en golpes/pie a lo largo de todo el perfil" (NSR-10 A.2.4.3).

11. ASPECTOS SISMICOS DEL SUBSUELO

Segun el Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes (NSR 10) se consulta la siguiente caracterización; El municipio de Cumaral se encuentra en zona No. 7, de amenaza sísmica alta, y con un coeficiente de aceleración pico efectiva para diseño de $A_a = 0.25$ Y $A_v = 0.25$.

**12. CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELOS NSR-10 A.2.4.1**

El número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo, indistintamente que este integrado por suelos no cohesivos o cohesivos, se obtiene por medio de la formula representada en el titulo A capitulo 2.4.3.2

N_i = número de golpes por pie obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato i . El valor de N_i a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}}$$

Teniendo en cuenta lo anterior se identifica que el $\bar{N}$ identificado en el presente estudio es **25,37** y este valor se analiza en la siguiente tabla:

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

Tipo de perfil	$\bar{v}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm ²)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)

Se concluye que el tipo de perfil de suelo es tipo **D**.



13. CAPACIDAD PORTANTE

La estimación de la capacidad portante del terreno es pieza clave para la elaboración definitiva de los diseños estructurales de las nuevas obras. Siempre y cuando no se realicen variaciones considerables a la propuesta arquitectónica inicial. Para este rango, se determinan el número de golpes promedio más bajo (para tener la condición más crítica del suelo) y metro a metro, así:

Registro ensayo SPT

Prueba N°	Penetracion mts	Golpes Aplicados	Golpes corregidos	P. específico (ton/m³)	Peso (ton/m³)	V. Qadmisible (kg/cm²)
1	0,80-1,25	37	13,9	1,83	2,288	5,947
2	1,25-1,70	49	29,8	1,86	0,875	12,738
3	1,70-2,50	50	16,1	1,85	3,103	6,900

El número de golpes (corregido) por pie de penetración del ensayo SPT, dentro del estrato de cimentación considerado es en promedio de 11.1 y el peso unitario promedio es de 2.100 ton/m³.

El comportamiento del suelo a esta profundidad está influenciado por la fracción Arcillosa, por lo que el diseño de la cimentación se realizará bajo el comportamiento de un suelo de carácter cohesivo. Esto de acuerdo con las propiedades físicas o índice del suelo de cimentación obtenidas a partir de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados.

**Estimación del ángulo de fricción interna del suelo y cohesión****Tabla de relación entre N (SPT) y valores de resistencia de suelos arcillosos**

N. GOLPES (SPT)	Qu (KG/CM ²)	DESCRIPCION	ANGULO DE FRICCION	E (KG/CM ²)
> 2	<0.25	Muy blanda	0	3
2 – 4	0.25 – 0.50	Blanda	0 – 2	30
4 – 8	0.5 – 1.0	Media	2 – 4	45 – 90
8 - 15	1.0 – 2.0	Compacta	4 – 6	90 – 200
15 - 30	2.0 – 4.0	Muy compacta	6 – 12	> 200
> 30	>4.0	Dura	> 14	

Tabla de relación entre N SPT y valores de resistencia de suelos arenosos.

N(SPT)	DESCRIPCION	VALOR CR	ANG. FRICCION	E (KG/CM ²)
0 – 4	Muy floja	0 – 15	28	100
5 – 10	Floja	16 – 35	28 – 30	100 – 250
11 – 30	Media	36 – 65	30 – 36	250 – 500
31 – 50	Densa	66 – 85	36 – 41	500 – 1000
> 50	Muy densa	86 – 100	41	> 1000

El número de golpes del SPT promedio por pie de penetración en el estrato de arenas con gravas caracterizado es 30, por lo tanto, se determina que el material cohesivo es de consistencia media, por consiguiente, el valor del ángulo de fricción interna del suelo de fundación Φ se puede estimar en 30°. Se deja este valor debido a que el suelo presenta consistencia blanda. Por otra parte, se deja una cohesión de 0.00 Kn/m² para el estrato de cimentación de 1.00 m. de profundidad.



Los parámetros de resistencia al corte del suelo con los que se realizará el diseño de las estructuras de cimentación son:

Cohesión $C = 0.000 \text{ Kn/m}^2$

Ángulo de Fricción Interna $\Phi = 30^\circ$

Peso Unitario Total $\gamma_T = 18,600 \text{ Kn/m}^3$ (Promedio)

14. TIPO DE ESTRUCTURA Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

De acuerdo a la profundidad de desplante (D_f) y el ancho de los cimientos (B), existen tres tipos de cimentación como se observa a continuación.

Tipos de Cimentación

CLASE	RELACIÓN	TIPO DE CIMENTACIÓN
Superficiales	$D_f/B = 0,0 \text{ m} - 4,50 \text{ m}$	Zapatas y placas
Semiprofundas	$D_f/B = 5,0 \text{ m} - 10,0 \text{ m}$	Cajones – caissons
Profundas	$D_f/B \geq 10,0 \text{ m}$	Pilas – pilotes

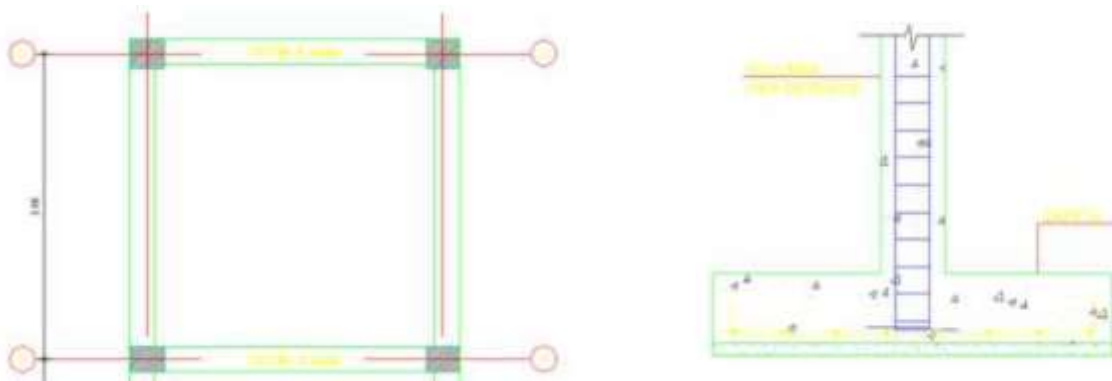
Basados en la tabla anterior se determina realizar el diseño del sistema de cimentación superficial por medio de zapatas, cuya la relación $B/L=1$. El motivo por el cual se plantea este tipo de cimentación surge debido a las características geomecánicas del suelo el cual es cohesivo, y a la carga máxima que la construcción le transmitirá al suelo de cimentación, con esto se consigue obtener un factor de seguridad alto para las condiciones más extremas de carga. Si bien la cimentación se llevará a cabo a una profundidad respecto del terreno natural de 1.00 m.



14.1. DESCRIPCION SISTEMA ESTRUCTURAL

CIMENTACION APORTICADA

Cuando el suelo o manto de soporte se encuentra a una profundidad relativamente limitada, es con frecuencia factible llegar a él por medio de una excavación y soportar directamente la estructura a ese nivel usando una fundación superficial. A no ser que medien dificultades especiales para excavar, se considera como profundidad límite aquella que no exceda de dos a tres veces el ancho del cimiento.



14.2. PROFUNDIDAD DE CIMENTACION

El procedimiento para elegir la profundidad de cimentación consiste en optar por una profundidad determinada, con base en consideraciones de tipo constructivo y económico principalmente, chequeando con los factores de seguridad directos e indirectos (Norma NSR -10) si a esta profundidad el suelo de cimentación nos ofrece las condiciones de resistencia para fundar las estructuras.

Si en este chequeo no se satisface las condiciones de seguridad, se elige una profundidad mayor que no sobrepase los límites económicamente factibles, o si no, se procede a cambiar el tipo de cimentación hasta lograr una profundidad "Técnica, Económica, de Facilidad Constructiva y de Seguridad" aceptable para proceder con el diseño estructural.



15. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

El esfuerzo límite básico de falla de cimentaciones superficiales, puede establecerse de acuerdo con la Ecuación General de Capacidad Portante según Terzaghi:

$$\delta u = C \cdot N_c \cdot S_c + \gamma \cdot t \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot t \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma$$

Donde N_c , N_q , y N_γ son factores adimensionales de capacidad portante los cuales dependen únicamente del ángulo de fricción interna del suelo de fundación, calculados según las siguientes ecuaciones:

Factores de corrección por Fricción

$$N_q = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi}$$

Factores de corrección por Sobrecarga

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

Factores de corrección por Base

$$N_\gamma = \tan \phi / 2 \cdot ((K_p \gamma / \cos^2 \phi) - 1)$$

Factores de Corrección por Forma de la Cimentación

Continua	Redonda	Cuadrada	Rectangular
$S_c = 1.0$	$S_c = 1.3$	$S_c = 1.3$	$S_c = 1 + 0.2 K_p (B/L)$
$S_\gamma = 1.0$	$S_\gamma = 0.6$	$S_\gamma = 0.8$	$K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$

Siendo,

L = longitud de la cimentación

B = ancho de la cimentación

ϕ =

Φ = ángulo de fricción interna del suelo de cimentación



Una vez obtenidos todos los parámetros de la ecuación de Terzaghi se realizó la gráfica en la que se interrelacionan la profundidad de cimentación (D_f) y la capacidad máxima admisible, según el ancho del cimiento (B).

Se estimó un valor de Capacidad Portante de **17,96 Ton/m²**, a una profundidad **1.00 m**.

16. VERIFICACION CAPACIDAD PORTANTE

Tabla H.2.4-1
Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos

Condición	F_{SBM}		F_{SBUM}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10	1.00 (*)	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condición Seudo-estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00 (*)	No se permite	No se permite

**1. EVALUACIÓN DE CARGAS****VERIFICACION DE CAPACIDAD PORTANTE SEGÚN NSR-10 H.2.4, H.4.2.3****Factor de Seguridad Básico Mínimo Fsbm**

Condición	Diseño	Construcción
Carga muerta + carga viva normal	1.50	1.25
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de diseño seudoestatico	1.10	1.00
Talud Condiciónestatica + Agua Normal	1.50	1.25
Talud Condición estatica + Agua Normal + Sismo de Diseño seudoestatico	1.05	1.00

Para el caso se tiene que: $FS = \text{Esfuerzo cortante ultimo} / \text{Esfuerzo cortante actuante}$
Según la modelación estructural los esfuerzos cortantes actuantes derivados del análisis estructural inicial son:



				PRESIONES (kN/m ²)	
D (kN)	L (kN)	E (kN)	Area Zapata (m ²)	D+L	D+L+E
162,23	47,69	23,23	1,20	174,9	194,3

Carga Muerta + Carga Viva:	174,93 Kn/ m ²
Carga Muerta + Carga Viva + Sismo	194,29 Kn/ m ²

El esfuerzo cortante ultimo derivado del presente estudio de suelos corresponde a:

347,07 Kn/m², resultante de la correlación entre el ensayo de corte directo y al ensayo de SPT.

FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO

Al realizar la verificación de Factores de Seguridad Básico mínimo se obtiene:

FS=	Esfuerzo cortante K2/m ²	Carga Muerta + Carga Viva:	Carga Muerta + Carga Viva + Sismo
	347,07	174,93	194,29
		1,98	1,79
		Mayor que 1,50	Mayor que 1,10

FACTOR DE SEGURIDAD INDIRECTO FSI

$q_u = (c \cdot N_c) + (\gamma \cdot B \cdot N_q) + (0.5 \cdot \gamma \cdot N_\gamma) =$		
$q_u =$	$(0 \cdot 30,14) + (17,60 \cdot 1 \cdot 12,23) + (0.5 \cdot 17,60 \cdot 14,98) =$	347,07 KN/m²
$q_d =$	$347,07 / 3$	
$q_d =$	115,69 Kpa	

**CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE, LIMITE DE FALLA Y SERVICIO**

C (cohesión)= 0.000

Angulo de fricción material predominante= 30°

El factor de seguridad básico mínimo (**Fsbm**) para este caso es de 1.50 en condición de Carga muerta + carga viva normal (**CM+CV**); bajo este factor se determina:

C (cohesión)= 0.000/1.50=0.000

Angulo de fricción material predominante= 30/1.50 =20

Nc=30,14

Nq=12,23

Ny=14,98

qu=(0*30,14)+(17,60*1*12,23)+(0.5*17,60*14,98)= 347,07 KN/m²

qd= 115,69

Para este caso se recomienda trabajar con la capacidad de carga admisible correspondiente **115,69 KN/m² o 11,57 Ton/m².**



17. EVALUACION DE ASENTAMIENTOS

Los asentamientos en suelos friccionantes se presentan inmediatamente después de este ser cargado el sector de construcción, a diferencia de los suelos cohesivos para los cuales el período de respuesta es más lento. Para su análisis pueden ser apreciablemente reducidos, sin embargo, hay que estimarlos con precisión porque la mayoría de las estructuras son más sensibles a los asentamientos rápidos de distorsión que a los lentos, hasta el punto que el diseño en este tipo de suelos resulta regido por el criterio de asentamiento.

La ecuación a utilizar para el cálculo de estos asentamientos es la siguiente:

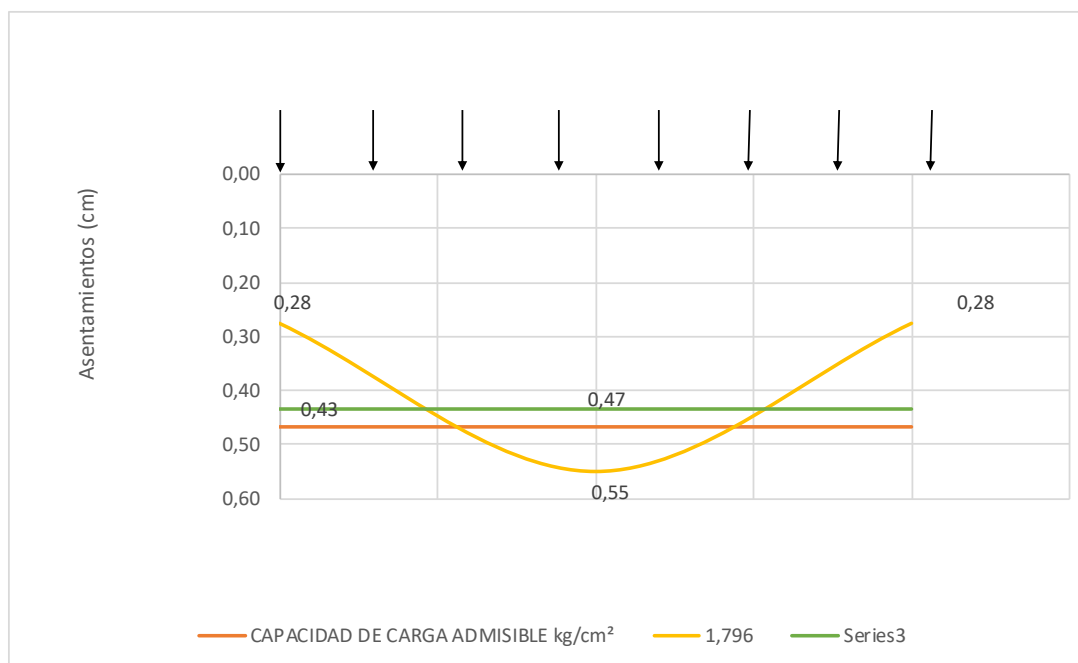
• Esquina $s = q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p$	• Centro $s = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p$	• Valor medio $s = s(\text{centro}) \cdot 0.848$	• Carga rígida $s = 93\% \cdot s(\text{valor medio})$
--	---	---	--

ASENTAMIENTOS

CARGA RIGIDA (cm)
0,43

ASENTAMIENTOS DE CARGA FLEXIBLE

ESQUINA (cm)	CENTRO (cm)	VALOR MEDIO (cm)	CARGA TOTAL (T)
0,28	0,55	0,47	17,96





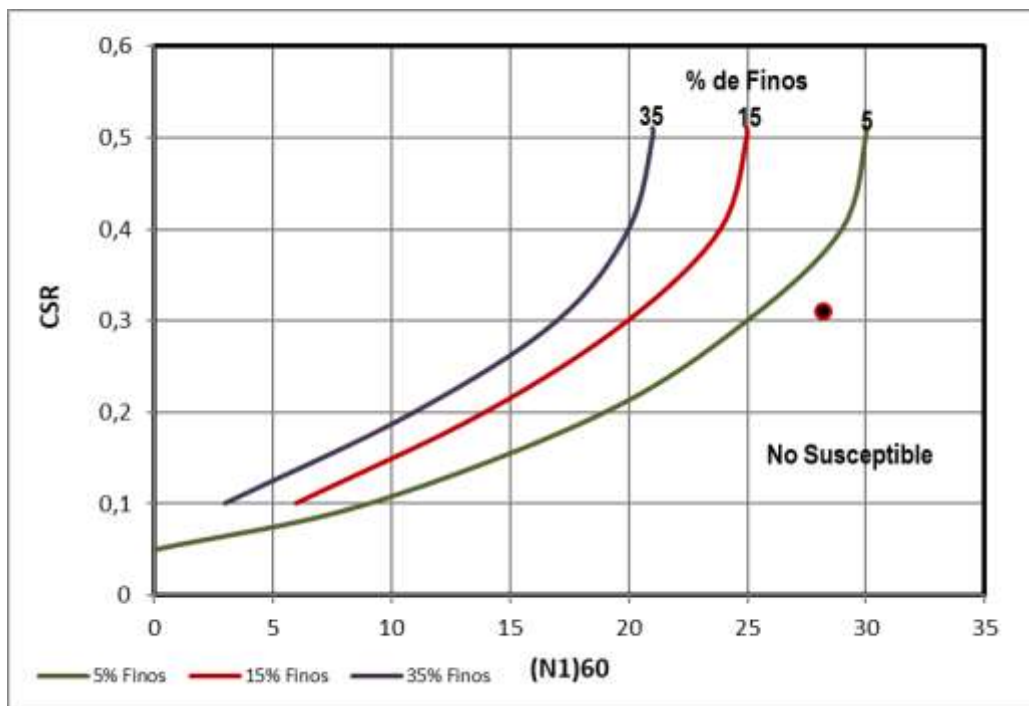
18. POTENCIAL DE LICUACION

En suelos granulares sueltos y saturados, los esfuerzos de pozo en el momento de un sismo pueden hacer que el suelo pierda toda su resistencia al corte y se comporte como un líquido, produciéndose asentamientos catastróficos de los cimientos.

La licuación generalmente ocurre a profundidades de menos de 15 metros. El potencial de licuación se puede conocer con base en el ensayo de penetración estándar, de acuerdo a las figuras a través del procedimiento siguiente.

Para el presente análisis se utilizó la metodología de Seed et al 1983, el cual se utilizó una estratigrafía promedio.

El material predominante a la profundidad de cimentación corresponde a arcillas de baja plasticidad, el cual según el ensayo de penetración estándar realizado en las perforaciones un **N** promedio de 27.3 golpes.





19. ANALISIS DE LOS PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

las fallas constructivas pueden originarse en la interacción entre el terreno y la estructura; el terreno recibe las cargas transmitidas y se deforma bajo esta presión.

Sabemos que el terreno no es homogéneo, como otros materiales encontrados durante las exploraciones; el terreno es heterogéneo, es decir, que posee distintos componentes y propiedades que lo integran (Rocosos, arenosos, arcillosos, Limosos, residuos orgánicos o inorgánicos, restos de construcciones o antiguas cimentaciones, agua, etc), por esta razón en muchos casos es difícil evitar que se produzcan asentamientos diferenciales entre diferentes elementos de apoyo, pues el material que predomina bajo estos cimientos puede comportarse en forma distinta.

Tanto la resistencia como la deformabilidad del terreno no son constantes y pueden ser afectadas entre otras, por causas como:

Modificaciones en el contenido de humedad. (presencia de Nivel Freático)

Lavado de áridos.

Disoluciones.

Actividades de la construcción en área próxima.

Entre los diversos factores que generan fallos, encontramos tres grupos:

1. **Cimientos:** Deterioro de los materiales
2. **Cimientos:** Mal comportamiento
3. **Acción de las Cargas:** Incremento o variaciones no contempladas por proyecto

A continuación, se presentarán las causas más frecuentes de fallos de acuerdo al Tipo de Cimentación.



Cimentación Superficial

En las Cimentaciones Superficiales pueden ocasionarse fallos por alguna o la combinación de las siguientes causas:

- Socavación y arrastre de finos.
- Cimentación apoyada sobre rellenos mal compactados o flojos.
- Existencia de arcillas expansivas o suelos colapsables.
- Existencia de zanjas rellenas mal compactadas.
- Hundimiento de oquedades o cavernas no detectadas en etapa de estudio inicial.
- Cimentaciones en laderas, donde pueden producirse fenómenos de reptación o deslizamientos provocados por la excavación.
- Heterogeneidad de la cimentación o del terreno, que provoca asientos diferenciales entre apoyos.

Cimentación Profunda

En las cimentaciones profundas pueden ocasionarse fallos por:

- Rozamiento negativo.
- Los empujes laterales sobre pilotes pueden provocar esfuerzos de flexión no calculados en el dimensionamiento.

Muros y Pantallas

En muros de contención y pantallas puede ocurrir:

- Fallo en los apuntalamientos o en anclajes.
- Acción del agua por empuje sobre el trasdós del muro como consecuencia de sobreelevaciones del nivel freático.
- Valoración incorrecta de las acciones.

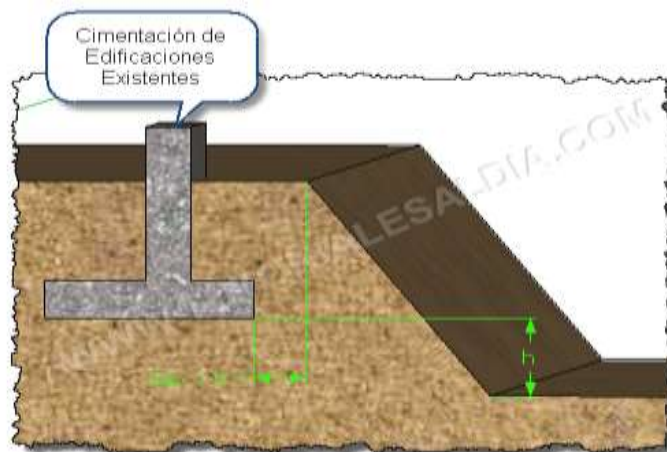


Previo a la ejecución de los trabajos se deberá acondicionar el terreno, eliminando cualquier material inapropiado como suelos orgánicos (o capa vegetal), suelos muy plásticos, maleza o similares.

De igual forma, los escombros producidos por las demoliciones de construcciones existentes, incluidos los cimientos, deben ser retirados en el área del proyecto. Se deberán realizar trabajos de nivelación y/o rellenos tendientes a optimizar los drenajes en el área del proyecto y eliminar cualquier punto susceptible a estancamiento de aguas.

Los rellenos, reemplazos o nivelaciones que se requieran en el proyecto, se realizarán con capas de material seleccionado de no más de 0.20 metros de espesor cada una y compactadas por lo menos al 95% del Proctor Modificado o su equivalente en densidad relativa.

Cimentación de edificaciones existentes



Es necesario "contener" las paredes de la excavación, tanto para proteger a los trabajadores como para conservar la estabilidad de las estructuras e instalaciones vecinas. La profundidad mínima a la cual deberá cimentarse no deberá ser menor a 1.00 m hasta la superficie del terreno.



20. REGISTRO FOTOGRAFICO PERFORACIONES REALIZADAS









21. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio geotécnico fue realizado para conocer las propiedades geomecánicas del suelo de fundación en el sitio donde se prevé el desarrollo de un proyecto de cuyo objeto es **CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO VIDA PARA EL ADULTO MAYOR EN EL MUNICIPIO DE CUMARAL - META.**

- La altura de **cimentación se estimó según la capacidad de soporte a 1.00 m.**
- El suelo de cimentación se clasifica como **A-1a GP – GRAVA ARENOSA CON POCOS FINOS COLOR CAFÉ OSCURO.**
- Se estimará un valor de **capacidad portante de 17,96 Ton/m².**
- Se debe retirar todos aquellos desechos orgánicos o residuos de escombros, nivelar el terreno y si es necesario remplazar material que se encuentre contaminado con materia orgánica por un material no cohesivo y compactarlo.
- Para el cálculo de la capacidad portante se tuvo en cuenta los menores registros del ensayo penetración estándar (SPT) a diferentes profundidades.
- Esta oficina siempre estará disponible para cualquier consulta y asesoría en el proceso de diseño.
- Los resultados que se presentan en este informe se basan en las características del subsuelo explorado, los resultados de laboratorio y los análisis siguiendo las teorías y normas más recientes y aceptadas en el campo de la ingeniería de cimentaciones.
- Las anteriores conclusiones y recomendaciones deben interpretarse en conjunto con las observaciones y recomendaciones planteadas en todo el texto.



OTRAS RECOMENDACIONES

Si alguna obra civil se puede ver afectadas durante la construcción por diversas causas asociadas a los procesos de construcción, se recomienda levantar un acta de vecindades, documentada con fotos y videos con el fin de evitar que se adjudiquen a la nueva construcción daños existentes no ocasionados por las obras en construcción.

Si durante la etapa de construcción se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las descritas como típicas en este informe se dará aviso oportuno a CIVILAB INGENIERIA S.A.S para complementar la información: conclusiones y recomendaciones.

22. CONTROL DE INFILTRACIONES Y NIVEL FREATICO

En caso de presentarse problemas de humedad en la construcción de la cimentación a las cotas de fundación, es indispensable preverse de un sistema temporal de bombeo en el caso de la aparición del nivel freático, de fuertes lluvias o canales de agua no previstos a los costados de la estructura con el fin de recoger las mismas y evitar encharcamientos en las áreas de trabajo.

Atentamente,

ING. WILLIAM A. BARAJAS TIBADUIZA

Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

MP 25202-181878 Cnd

Aprob