Corregimiento de Ortigal Municipio de MIRANDA (CAUCA), agosto de 2022

Señores:
ADMINISTRACION MUNICIPAL CAM
MIRANDA (CAUCA)

En referencia a: Carta de Responsabilidad al Estudio de Suelos

Cordial saludo:

Atendiendo a su solicitud para la realización de un Informe del Estudio de Suelos para el proyecto denominado **"CONSTRUCCIÓN PUESTO DE SALUD EL ORTIGAL, MUNICIPIO DE MIRANDA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA"**, me permito hacer entrega del presente Informe. En el Informe se presenta una descripción de los trabajos de campo, así como el análisis geotécnico correspondiente. Además, se incluye en este informe la localización de los sondeos, registros de perforación, el resumen de los resultados de laboratorio y las memorias de cálculo correspondientes.

Conforme a lo establecido por la Ley 400 de 1997, Artículo 28 –Experiencia del Ingeniero Geotecnista [Título IV - Capítulo II: Profesionales Diseñadores], asumo la responsabilidad del Presente Estudio Geotécnico, conforme a lo establecido por la NSR – 10 [Ley 400 de 1997, Título III, Capítulo I, Artículo 5: Responsabilidad de los Diseños]. En cualquier caso, NO Asumo responsabilidad civil ni penal alguna en caso que las obras a que se hace referencia en el presente estudio no se ejecuten conforme a lo estipulado en el mismo o se efectúen modificaciones a los diseños sin dar aviso oportuno a nuestra oficina para realizar los ajustes que se requieran. En caso de presentarse cualquier condición especial respecto al terreno que no pudo ser prevista en el desarrollo del presente estudio y que afecte las obras a ejecutar, deberá ser informada a nosotros tan pronto como sea posible.

Cordialmente,

ANDRES FELIPE EGUIS VIVAS
Ingeniero Civil
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones
c.c. 9 730 055 de Armenia
Mat. Prof.: 05202087589ANT

ESTUDIO GEOTÉCNICO

"CONSTRUCCIÓN PUESTO DE SALUD EL ORTIGAL, MUNICIPIO DE MIRANDA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA"

Tabla de contenido

1. GENERALIDADES 3
1.1 Preliminares 3
1.2 Generalidades y definición del proyecto 3
1.3 Metodología y alcance del proyecto 4
1.4 Información de referencia 4
2. PLAN EXPLORATORIO 5
2.1 Detalle de actividades [método] 5
2.2 Perforaciones y ensayos en sitio 5
2.3 Ensayos de laboratorio 7
3. PERFIL DE SUELOS 7
3.1 Contexto geológico: 7
3.1.1 Geología ..... ¡Error! Marcador no definido.
3.1.2 Geología local 8
3.1.3 Aspectos geomorfológicos 9
3.2 Estratigrafía 9
3.3 Nivel freático 9
4. DEFINICIÓNES PARA LA ESTIMACIÓN DEL ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO 10
4.1 Condiciones especiales del subsuelo 10
4.2 Procedimiento de clasificación del perfil de suelo 11
4.3 Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva (Aa) y velocidad pico efectiva (Av) 13
4.4 Coeficientes de amplificación para periodos cortos e intermedios 13
4.5 Coeficiente de importancia 15
4.6 Espectro de aceleraciones 15
4.7 Efectos sísmicos locales – resumen de parámetros estimados 16
5. DISEÑO GEOTÉCNICO CIMENTACIONES 16
5.1 Análisis del potencial de expansión 18
5.2 Evaluación de la humedad de equilibrio 19
5.3 Potencial de licuación del suelo 20
5.4 Coeficientes de presión lateral del suelo 21
6. DEFINICIÓN DEL ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO 21
7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO 22
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 22
9. ANEXOS 25

1. GENERALIDADES

1.1 Preliminares

La administración municipal del MUNICIPIO DE MIRANDA CAUCA, nos encargó la elaboración del presente estudio de suelos para la construcción del proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN DEL PUESTO DE SALUD EL ORTIGAL, MUNICIPIO DE MIRANDA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA".

Basados en los resultados del plan exploratorio y los requerimientos específicos, así como el uso de la edificación a construir, se incluyen en este informe los parámetros geomecánicos del suelo encontrado, las recomendaciones correspondientes, evaluadas desde el punto de vista técnico, constructivo y económico, para un mejor desarrollo de la obra.

1.2 Generalidades y definición del proyecto.

La construcción en desarrollo (proyecto) se localiza en la *ZONA RURAL VEREDA EL ORTIGAL MUNICIPIO MIRANDA (CAUCA)*. De acuerdo con la información del Contratante del presente estudio, la obra consiste en la construcción nueva de un PUESTO DE SALUD en el barrio CASA NUEVA VEREDA ORTIGAL.

Dentro de las actividades realizadas se encuentra una visita de inspección al sitio del proyecto, la programación y ejecución de la exploración Geotécnica junto con la realización de ensayos de Laboratorio y la realización de los análisis geotécnicos de Estabilidad para definir la obra que puede ser construida.

El informe contiene, además, los resultados del Análisis y diseño para el área de estudio, en tal sentido, se realizó la exploración directa del subsuelo, como requisito fundamental para conocer las características, propiedades y parámetros de resistencia físico mecánicos del suelo presente en el sector.

Acorde a los parámetros obtenidos de la investigación del subsuelo y por las características particulares del proyecto y las condiciones de compacidad del suelo descritas, se analiza las condiciones de resistencia y estabilidad, y postulación de la alternativa de Solución.

El grupo de uso para esta edificación en particular se encuentra en el ***grupo III – Estructuras de ATENCION A LA COMUNIDAD***. El presente informe solamente tiene en cuenta lo anteriormente mencionado y en caso que en el futuro se presenten modificaciones o ajustes por parte de los propietarios del proyecto en cuanto a la altura de la edificación, cambio de uso de la misma, modificaciones significativas al proyecto o cambios en las condiciones bajo las cuales se realizó el presente estudio (como por ejemplo la existencia de filtraciones de agua por falla en las redes de servicios públicos), nuestra compañía deja constancia que no nos hacemos responsables por las afectaciones que las nuevas condiciones o las preexistentes puedan traer a la edificación y a su cimentación bajo los anteriores criterios, así como todas aquellas alteraciones que puedan

presentarse en un futuro por causas ajenas a nuestro control y que afecten la estabilidad de la edificación a la que hace referencia el presente estudio.

Metodología y alcance del proyecto

Con el propósito de definir y caracterizar de manera general los sistemas de cimentación a implementar para el presente proyecto, así como efectuar las recomendaciones de obra necesarias para la cimentación; se siguió en términos generales la metodología que se describe a continuación:

- Con base en la información de referencia, la visita de campo realizada, los resultados de los trabajos de perforación, las pruebas de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras recuperadas, se define la estratigrafía del sector y se caracteriza el perfil estratigráfico representativo.
- De acuerdo con el perfil considerado, se estima las propiedades geomecánicas del material de suelo para cada capa representada en el perfil a partir de las muestras recolectadas, las cuales se analizan haciendo uso de las diferentes metodologías reconocidas en geotecnia.
- Con base en las necesidades del proyecto y las propiedades geomecánicas de los materiales existentes en el sitio de los trabajos, se propone la o las alternativas de cimentación más apropiadas a implementar.

1.3 Información de referencia

Para el Desarrollo del presente estudio fue necesario acudir a dos tipos de fuentes de información: La Información Primaria, que consiste en aquel producto de las fases de exploración, muestreo y laboratorio al material objeto de estudio y la Información Secundaria, aquella que se encuentra elaborada y que sirve de complemento para enriquecer la identificación del material de estudio, previo el análisis e interpretación geomecánica. A continuación de relacionan algunos documentos que sirven de referencia para la realización del presente informe:

- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes NSR-10. Ley 400 de 1997; Decreto 33 de 1998; Decreto 34 de 1999. AIS. 1999
- Normas y especificaciones INVIAS 2012
- Normas Técnicas Colombianas Contenidas en las NSR – 10. ICONTEC 1998.
- ICONTEC, NTC 1504, "Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería [Sistema de Clasificación Unificada de Suelos]. Equivalente a la Norma ASTM D 2487-93", Santafé de Bogotá D. C. 2000.
- Normas Técnicas Colombianas Contenidas en las NSR – 10. ICONTEC 1998
- Normas ASTM – AASHTO – ICONTEC de ensayos a materiales.
- AIS – ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA
- ACIES – ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14

2. PLAN EXPLORATORIO

2.1 Detalle de actividades [método]

Con el propósito de lograr un acercamiento a una adecuada caracterización geomecánica del suelo que conforma la zona en estudio, como punto de partida para la elaboración del presente estudio y de forma general se han realizado las siguientes actividades.

- Reconocimiento del lugar.
- Definición del número, profundidad y localización de los sondeos de exploración.
- Exploración del subsuelo con equipo manual y determinación de nivel freático.
- Realización de ensayos de laboratorio sobre muestras remoldadas obtenidas mediante el tubo de Cuchara Partida
- Definición del perfil estratigráfico del subsuelo y caracterización de los parámetros geomecánicos.
- Análisis geotécnico a fin determinar las recomendaciones para la ejecución del proyecto, la zonificación del área de acuerdo con sus características y amenazas geotécnicas, verificación geotécnica.

2.2 Perforaciones y ensayos en sitio

Con el objeto de conocer las características físicas y los espesores de los diferentes estratos que conforman el perfil del subsuelo y obtener muestras de cada una de ellas, se llevó a cabo **SEIS *(6) sondeos***, para la determinación de las características del terreno teniendo en cuenta el tipo de edificación(es), su uso, así como el tamaño de la(s) misma(s), cubriendo el área del lote y teniendo en cuenta las características más importantes del proyecto en el terreno.

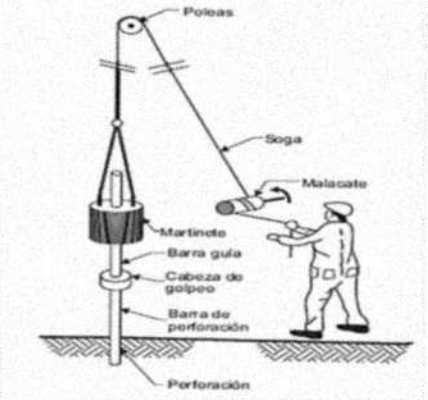
Las perforaciones se realizaron empleando el método de percusión con un equipo manual (barreno de mano). Simultáneamente se llevó a cabo el ensayo de penetración estándar (SPT) para establecer un índice complementario que permita determinar la resistencia del suelo en análisis.

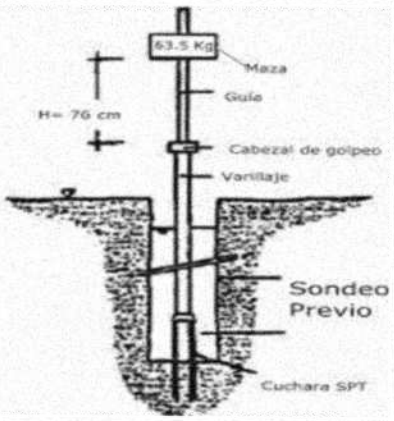
En los Anexos se presentan los registros de perforación de los sondeos realizados, que incluyen información sobre la estratigrafía, material de suelo encontrado a medida que se el nivel freático y la resistencia del perfil de suelo medido en número de golpes (N).

*Nota 1: El número y profundidad de los sondeos fueron determinados según lo establecido en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR – 10: decreto 926 del 19 de marzo del 2010, decreto 2525 del 13 de julio del 2010 y decreto 092 de enero 17 del 2011 en el **TÍTULO H – ESTUDIOS GEOTECNICOS** en el ordinal **H.3.2.3 – NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS**, efectuándose sondeos y ensayos adicionales en caso que a nuestro criterio fuese requerida información complementaria para definir el perfil de suelo y/o la determinación de propiedades y/o parámetros adicionales del subsuelo en el área de estudio.*

La exploración del subsuelo de los sitios de interés, se realizó mediante la ejecución de sondeos geotécnicos profundos, que consisten en realizar una exploración mediante inserción de un muestreador hueco, ya sea de forma manual o mecánica, en donde se lleva a cabo una penetración en el terreno que permite conocer las características del subsuelo y extraer muestras del mismo. Esta metodología de exploración radica en la ejecución de perforaciones de pequeños diámetros (entre 65 y 140 mm) que, aunque no permiten tener una visión "in situ" o al interior del terreno, facilitan la recuperación de testigos mediante la extracción de muestras de suelo en el sustrato perforado para poder realizar los respectivos ensayos.

Las perforaciones a percusión, son sondeos mecánicos que se encuentran reglamentados mediante la norma ASTM D 1586, donde se utiliza un cilindro hueco (muestreador estándar SPT), que es adaptado a uno o varios elementos metálicos rectos (varillaje) así como a una guía que permite la caída de un martillo o masa normalizada desde una altura especificada, transmitiendo esta energía a través de la guía y el varillaje, induciendo la entrada del muestreador en la punta y empujándolo al interior del terreno. El cilindro del muestreador lleva un dispositivo que retiene el material, evitando la caída del suelo durante su extracción. El equipo típico de perforaciones por sistema a percusión se presenta en la ilustración a continuación:





Las perforaciones a rotación, son sondeos mecánicos, con extracción de testigo continuo, con o sin agua, mediante barrenas simples o dobles que llevan en su borde inferior una corona cortadora. Sirven para todo tipo de suelos o rocas, aunque la corona de la broca puede presentar problemas de abrasión, o desviaciones al atravesar bolos o gravas gruesas. En el sistema de perforación a rotación, generalmente el agua favorece la perforación, minimiza la abrasión de las barrenas, y contribuye a la evacuación de los detritos.

Algunos de los materiales son difíciles de perforar a rotación, como los depósitos de flujo de lodo o depósitos aluviales, conformados por gravas y bolas de roca o arenas finas muy densas bajo el nivel freático, debido al arrastre del fluido de perforación, sin embargo, mediante la combinación de los dos sistemas de perforación, rotación y percusión, es posible alcanzar las profundidades necesarias para la evaluación acertada de cada uno de los sitios estudiados.

2.3 Ensayos de laboratorio

Sobre muestras remoldadas obtenidas mediante el tubo de cuchara partida, se realizaron ensayos de laboratorio, definidas como Normas NTC por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, de la Sociedad americana para ensayos y Materiales ASTM, a las cuales se hace referencia en el Capítulo H.2 de la NSR – 10, que incluyen:

- *NTC 1495 [ASTM D 2216]: Ensayo Para Determinar el Contenido de Humedad Natural*
- *NTC 1528 y/o 1568 [ASTM D 2167 y/o D 1556]: Ensayo Para Determinar los Pesos Volumétricos del Suelo en Estudio*
- *NTC 1493 [ASTM D 4318]: Ensayo Para Determinar los Límites Líquido y Plástico y el Índice de Plasticidad del Suelo*

En los Anexos se adjunta el resumen de los ensayos de laboratorio efectuados.

3. PERFIL DE SUELOS

3.1 Contexto geológico:

Colombia está situada, dentro del marco tectónico global, en la placa suramericana que sufre un proceso de separación de la placa africana. El vestigio de esa separación es una sutura en el piso del océano Atlántico denominada RIFT; allí diariamente sale magma que conforma el piso del océano atlántico originando un fenómeno de expansión y crecimiento.

Por estar en la esquina noroccidental de la placa suramericana, como se observa en el mapa, Colombia se encuentra en un sitio de choque entre placas pacifica, oceánica, y el borde norte de la placa suramericana, allí la placa pacifica empieza a penetrar por debajo de ella, en un evento conocido como subducción. La placa del Caribe también presenta una zona de subducción y penetra a una velocidad 1 a 2cm por año. La placa pacifica penetra a una velocidad estimada mayor, 6cm/año.

Este juego de movimientos de placas produce una serie de fallas de sentido SE – NW, como las fallas de ROMERAL, CAUCA-PATIA, SOAPAGA y la del borde este (oriental) de la CORDILLERA ORIENTAL. También se originan fallas de rumbo como la falla BUCARAMANGA-SANTA MARTA, que desplazo LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA, que fue el resultado del movimiento tectónico de la cordillera central hacia el noreste por varios kilómetros. Debido a las fallas se genera mucho esfuerzo y acumulación de energía que, al liberarse, da origen a un considerable número de sismos. La placa pacifica subsume la placa suramericana levantando las cordilleras. Una vez estas se forman, comienzan un proceso de erosión, transporte y acumulación de materiales en una cuenca de sedimentos interna. Cuando la placa oceánica llega a cierto nivel de profundidad, se vuelven a fundir con las rocas del piso oceánico, entonces este nuevo magma busca zonas de debilidad y

comienzan a ascender dándose un nuevo proceso de enfriamiento y formando rocas intrusivas solidificándose dentro de la corteza continental. Por condiciones especiales del magma, puede haber emisiones de gases que salen a la superficie, formando las rocas efusivas, volcánicas o explosivas.

En el país hay una cadena de volcanes que van desde Manizales, con el volcán Nevado del Ruiz, y continua hasta el Ecuador; cuya serie de formaciones volcánicas obedece a dicho origen. Como consecuencia del choque de placas emergió la cordillera central, primera cadena montañosa que se elevó en Colombia. Su formación creó una cuenca interna, constituida por un mar interno con variada fauna marina que incluyo reptiles marinos gigantescos. Cuando esta cuenca se rellenó con sedimentos y por un proceso posterior de empujes desde la zona de subducción contra el cratón, estos sedimentos emergieron y formaron la Cordillera Oriental, que es la última en aparecer en la historia geológica de las cordilleras de nuestro territorio. Primero emergió la Cordillera central, después la occidental como consecuencia de un salto de la zona de subducción y posteriormente emerge la Cordillera oriental donde los restos de reptiles gigantes quedaron fosilizados y por ello es común encontrarlos en zonas como Villa de Leyva y en los altiplanos de esta Cordillera.

3.1.2 Geología local

En el municipio afloran depósitos fluvio volcánicos cubiertos por suelos derivados de cenizas volcánicas. El sustrato inferior en el municipio está compuesto por una antigua superficie relativamente plana con algunos cerros aislados como los que se presentan al NOR ORIENTE del municipio. La topografía actual se desarrolla sobre un flujo piroclástico de más de 50 m de espesor, el cual se alcanzan a distinguir bloques dosimétricos y centimetritos, especialmente de andesitas, algunos de los cuales se conservan completamente frescos, pero más del 80% de ellos presentan avanzado estado de meteorización al igual que toda la matriz.

El antiguo paisaje formado por el flujo piroclástico fue cubierto por los eventos posteriores de caída de cenizas que suavizaron la topografía debido a su importante espesor que alcanza hasta 10 m

Se entiende como cauce menor o cauce activo, la zona comprendida al lado de la corriente que resulta inundada periódicamente durante la presentación de lluvias normales; dentro de esta definición quedan involucradas entonces las playas y las barras, donde los sedimentos son continuamente erosionados y redepositados. El cauce mayor es la zona adyacente a la anterior, que es alcanzada por agua, con sedimentos solamente con ocasión de las avenidas o crecientes extraordinarias de una corriente dada.

Los depósitos aluviales se ubican al nor. -este de la zona de estudio y estén constituidos por intercalaciones de limos orgánicos de color gris y arenas limosas de color amarillo con fragmentos de rocas.

3.1.3 Aspectos geomorfológicos

Descripción: La secuencia volcánica basáltica de la Formación Amaime, en el departamento del Cauca se presenta como un cinturón discontinuo orientado NE-SW, con un bloque principal localizado 5 Km. norte Caldono hasta Miranda y saliendo del departamento con una longitud de 55 Km. por 8 a 2 Km. de ancho. Se presentan otros bloques más pequeños con la misma orientación, localizados al oriente de Morales, oriente de Rosas, sur de la Sierra y nororiente de Mercaderes. Los bloques más orientales se encuentran limitados al oriente por la Falla Cauca-Almaguer, que las pone en contacto con los esquistos Paleozoicos de la Cordillera Central (Complejo Arquía) y al occidente son cubiertos parcialmente por los depósitos sedimentarios del terciarios y depósitos vulcano-sedimentarios del cuaternario o presentan límites tectónicos con estas mismas.

El Complejo Cajamarca aflora a lo largo del borde occidental, oriental y hacia las partes mas altas de la Cordillera Central. En la cuenca estudiada aflora a lo largo del borde oriental del Departamento del Valle del Cauca en una franja de 150 km de largo, orientada NE-SO. Predominan dos tipos de esquistos de bajo grado intercalados con cuarcitas y localmente con mármoles: esquistos verdes y esquistos grafiticos o negros.

3.2 Estratigrafía

A partir de los registros de perforación y la interpretación de los resultados de laboratorio, se ha logrado tipificar el perfil de suelo hasta la profundidad explorada como INTERCALACIONES DE SUELO VEGETAL ORGANICO, LIMOS ARCILLAS, ARENAS DE ALTA PLASTICIDAD HOMOGENEOS Y HETEREOGENEOS ALGUNOS MEZCLADOS, ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS DE PLASTICIDAD ALTA, Y LIMOS PLASTICOS.

Tal como se puede observar en el Anexo 2. Los Registros de Perforación de los sondeos realizados incluyen información sobre la estratigrafía, el nivel freático y la resistencia del perfil de suelos. En la Tabla 1, a continuación, se presenta una relación del número y profundidad de los sondeos realizados.

3.3 Nivel freático

Como característica general, durante la etapa de exploración no se detectó la presencia del nivel freático hasta los 5.00 metros hasta la profundidad u explorada.

4. DEFINICIÓNES PARA LA ESTIMACIÓN DEL ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO

Los valores de los diferentes coeficientes y magnitudes para la definición de los espectros Elásticos de aceleración, velocidad y desplazamiento, se definen en función de los siguientes parámetros incluidos en la NSR-10:

- Aa = coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2.
- Av = coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2.
- Fa = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos locales o de sitio, adimensional.
- Fv = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional.
- g = aceleración debida a la gravedad (9.8 m/s2).
- T: Valor del período fundamental del edificio, calculado de acuerdo con la prescrito en A.5 de la Normas Sismo Resistentes Colombianas NSR-10 [Método del Análisis Dinámico].
- To: Período de vibración, en segundos, correspondiente al inicio de la zona de aceleración constante del espectro de diseño.
- Tc: Período de vibración, en segundos, correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño, para períodos cortos, y la parte descendiente del mismo.
- TL: Período de vibración, en segundos, correspondiente al inicio de la zona de aceleración constante del espectro de diseño, para períodos largos.
- Sa: Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un período de vibración dado. Máxima aceleración horizontal de diseño, expresada como una fracción de la aceleración de la gravedad, para un sistema de un grado de libertad con un período de vibración T.
- I: Coeficiente de importancia definido en A.2.5.1 de la Normas Sismo Resistentes Colombianas NSR-10

En los ordinales a continuación se hace el detalle de la obtención de los parámetros sísmicos.

4.1 Condiciones especiales del subsuelo

El procedimiento que se emplea para definir el tipo de perfil de suelo se basa en los valores de los parámetros de la masa de suelo en los 30 metros superiores del perfil medidos desde la superficie. Para el diseño del espectro elástico de aceleración se deben emplear los coeficientes espectrales definidos en el estudio de Zonificación Sísmica de Colombia, descritos en el título A de la norma NSR-10 – Capitulo A.2.

De acuerdo con los efectos locales descritos en las normas Colombianas de diseño y construcción, en el mapa de zonificación sísmica de Colombia, el área del proyecto se encuentra dentro de la ***zona de amenaza sísmica alta***. Respecto a los tipos de perfil de suelo para la definición de efectos

locales, se obró según las disposiciones del numeral A.2.4 de las NSR-10, así partiendo de los valores del número de golpes N-SPT (A partir de la caracterización del suelo y del cuadro resumen de propiedades del suelo, Anexo), medio para los diferentes estratos, para todos los casos al obtener la velocidad de cortante promedio V_s.

Departamento del Cauca

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Popayán	19001	0.25	0.20	Alta	0.15	0.08
Almaguer	19022	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Argelia	19050	0.35	0.25	Alta	0.09	0.06
Balboa	19075	0.30	0.25	Alta	0.16	0.08
Bolívar	19100	0.25	0.25	Alta	0.15	0.07
Buenos Aires	19110	0.25	0.20	Alta	0.16	0.08
Cajibío	19130	0.25	0.20	Alta	0.15	0.08
Caldonó	19137	0.25	0.20	Alta	0.16	0.07
Caloto	19142	0.25	0.20	Alta	0.16	0.07
Corinto	19212	0.25	0.20	Alta	0.12	0.06
El Tambo	19256	0.30	0.25	Alta	0.14	0.08
Florencia	19290	0.25	0.25	Alta	0.14	0.07
Guapí	19318	0.40	0.35	Alta	0.14	0.08
Inzá	19355	0.25	0.20	Alta	0.12	0.06
Jambaló	19364	0.25	0.20	Alta	0.11	0.06
La Sierra	19392	0.25	0.20	Alta	0.16	0.08
La Vega	19397	0.25	0.20	Alta	0.16	0.07
López	19418	0.40	0.30	Alta	0.14	0.07
Mercaderes	19450	0.25	0.25	Alta	0.15	0.08
Miranda	19455	0.25	0.20	Alta	0.13	0.06

Se efectúa inicialmente la verificación en la ***tabla A.2.4-4 – DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO*** de la NSR-10, partiendo de los parámetros establecidos en la misma para definir el tipo de perfil, o si se trata de suelos de tipo rocoso, siguiendo el procedimiento de clasificación que se describe a continuación.

La presente verificación se realizó efectuando el procedimiento recomendado en la *NSR-10* para la determinación de la clasificación del perfil de suelo mediante la comparación del número de golpes para cada estrato encontrado. Adicionalmente, se efectuó el procedimiento de verificación mediante el cálculo de la velocidad de onda Vs30 para estos mismos estratos recomendado por diferentes autores reconocidos en el área de la geotecnia, para poder efectuar la comparación de los resultados obtenidos y poder contar con un criterio adicional para esta misma definición.

4.2 Procedimiento de clasificación del perfil de suelo

1. (A.2.4.5.1): El suelo no se encuentra dentro de la categoría de perfil de suelo tipo F
2. Se efectúa la verificación en la ***Tabla A.2.4-1 Clasificación de los perfiles de suelo*** para que, de acuerdo con la definición y la descripción, establecer en cuál de los rangos se encuentra el tipo de suelo en estudio.

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 $w \geq 40\%$ 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 1: Tabla A.2.4-1 (NSR-10)

3. Se verifica cada uno de los criterios establecidos en la tabla A.2.4-2 presentada a continuación:

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)

El resumen del procedimiento de estimación de la velocidad de onda de corte del perfil de suelo para los primeros 30m superiores se presenta a continuación:

Método de cálculo de VS30	Valor en m/seg		Suelos licuables?	Indique contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas (VS30<180m/s)?	Clasificación de los perfiles de suelo según NSR-10, Tabla A.2.4-1	
VS30 (medido en el sitio con métodos directos)	NO APLICADO				-	
VS30 (Derivado mediante Vp y modulo de Poisson)	203,96				D	
VS30 (con Ohba y Goto)	198,67				D	
VS30 (con Yoshida y Motenori)	178,86				E	
Japan Road association (m/s)	215,11				D	
VS Sead (m/s)	222,86				D	
VS Imai y Tumico (m/s)	246,89				D	
VS Imai y Yoshimura (m/s)	204,15				D	
VS Ohba Toriumi (m/s)	211,05				D	
Va max	246,89					
Va min	178,86					
Va prom	210,19				D	

4.3 Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva (Aa) y velocidad pico efectiva (Av)

Conforme a la NSR-10 (A.2.3) y el mapa de zonificación sísmica de Colombia, el área del proyecto se encuentra dentro de la zona de amenaza sísmica ***ALTA***, con un valor de ***Aa=0.25 (región 6)*** y ***Av= 0.20 (región 6)***.

4.4 Coeficientes de amplificación para períodos cortos e intermedios

Al cruzar los valores de *Aa* y *Av* definidas en las tablas ***A.2.4-3*** y ***A.2.4-4*** con el tipo de perfil de ***suelo tipo (D)***, definido en el numeral 6:

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 3: Tabla A.2.4-3 (NSR-10)

Valores del coeficiente **Fa**, para la zona de periodos cortos del espectro (NSR-10 Tabla A.2.4-3)									
Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos								
	Aa=0.10	Aa=0.20	Aa=0.30	Aa=0.40	Aa=0.50	Aa=0.15	Aa=0.25	Aa=0.35	Aa=0.45
A	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.20	1.20	1.10	1.00	1.00	1.20	1.15	1.05	1.00
D	1.60	1.40	1.20	1.40	1.00	1.50	1.30	1.30	1.20
E	2.50	1.70	1.20	0.90	0.90	2.10	1.45	1.05	0.90
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota

Valores de Fa para la zona de periodos intermedios del espectro
1.30 VALOR DE Fa.

Tabla A.2.4-4
Valores del coeficiente F_v, para la zona de periodos 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.

Tabla 4: Tabla A.2.4-4 (NSR-10)

Dirección: Calle 31Norte # 20 – 50
Teléfono: 301 7967486
Armenia – Quindío

Valores del coeficiente F_v, para la zona de períodos intermedios del espectro (NSR-10 Tabla A.2.4-4)									
Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos								
	Av=0.10	Av=0.20	Av=0.30	Av=0.40	Av=0.50	Av=0.15	Av=0.25	Av=0.35	Av=0.45
A	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.70	1.60	1.50	1.40	1.30	1.65	1.55	1.45	1.35
D	2.40	2.00	1.80	1.50	1.50	2.20	1.90	1.65	1.50
E	3.50	3.20	2.80	2.40	2.40	3.35	3.00	2.60	2.40
F	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota

Valores de Fv para la zona de periodos intermedios del espectro
2.00 VALOR Fv.

4.5 Coeficiente de importancia

Teniendo en cuenta el tipo de edificación se clasifica dentro del grupo de uso - ***Grupo III – Estructuras de Ocupación Normal***. El coeficiente de importancia para este grupo corresponde a I=1.25

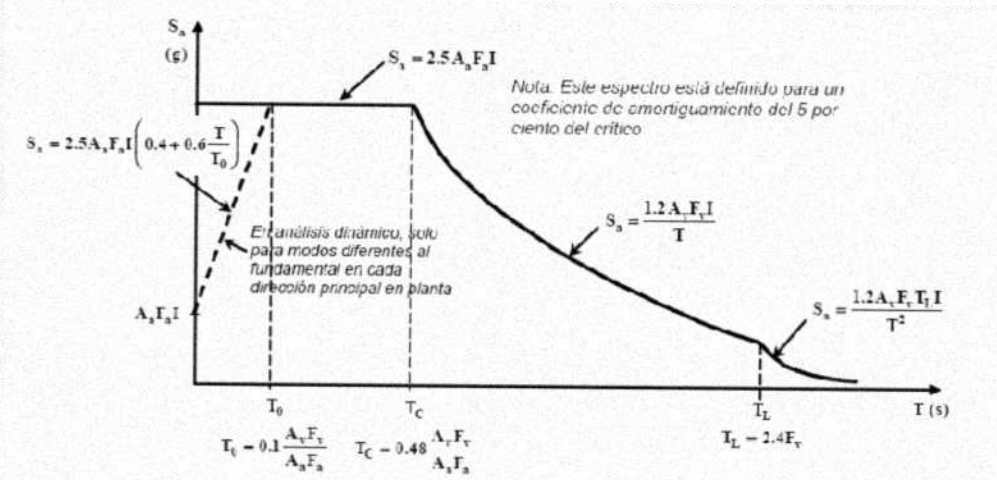
Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

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

Tabla 5: Tabla A.2.5-1 (NSR-10)

4.6 Espectro de aceleraciones

Conforme a lo estipulado por la NSR-10 (A.2.6), la forma del espectro elástico de aceleraciones, S_a expresado como fracción de la gravedad, para un coeficiente de amortiguamiento crítico del 5%, que se debe utilizar en el diseño, se da la figura A.2.6-1 y se define mediante la ecuación A.2.6-1 con las limitaciones dadas en A.2.6.1.1 a A.2.6.1.3



CLASIFICACIÓN DEL PERFIL DE SUELO = D

4.7 Efectos sísmicos locales – resumen de parámetros estimados

A continuación, y teniendo en cuenta la información anteriormente relacionada, se presenta los parámetros con los cuales debe efectuarse el análisis de los efectos sísmicos locales en el presente proyecto:

Perfil del suelo:	D
Zona de amenaza sísmica	Alta
Aa:	0.25
Av:	0.20
Coeficiente de importancia (III):	1.25
Fa:	1.30
Fv:	2.00

5. DISEÑO GEOTÉCNICO Y CIMENTACIONES

5.1 CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO DE CIMENTACIONES

Para el diseño de las estructuras de cimentación se debe tener en cuenta que: El control de las cargas frente a la capacidad portante de los suelos y el nivel de cimentación; además que los asentamientos máximos admisibles para que no se cause daño en la estructura. Para ello, la cimentación de las estructuras propuestas debe satisfacer tres criterios básicos e independientes.

- Primero, la fatiga neta no debe ser mayor a la capacidad portante última del suelo reducida por un factor de seguridad apropiado.
- Segundo, los asentamientos debidos a la compresión del suelo de fundación durante la vida de las estructuras deben ser de una magnitud tal que no causen daños estructurales o deterioro de la apariencia de las mismas.
- Tercero, el potencial de expansión del suelo de fundación puede ser controlado de forma que los hinchamientos o movimientos verticales hacia arriba que presente la cimentación se mantenga bajo límites tolerables.

5.2 DISEÑO DE CIMENTACIONES

Inicialmente se hace un análisis de la Capacidad Portante del Estrato de Cimentación y posteriormente un Dimensionamiento del Sistema de Cimentación Propuesto.

Considerando la magnitud de las cargas a transmitir al nivel de cimentación, las características de resistencia y compresibilidad del perfil de subsuelo encontrado y profundidad de cimentación y tipo de edificación, a continuación, se presentan las alternativas de cimentación recomendadas para la ampliación, incluyendo los parámetros para el diseño correspondiente.

5.2.1 Cimentación Superficial – ZAPATAS ENLAZADAS CON VIGA CORRIDA ENLAZADA.

Teniendo en cuenta que el sistema estructural a emplear en la ampliación, son pórticos convencionales en concreto reforzado, la solución de cimentación propuesta, consiste en apoyar las columnas de la estructura por medio de UAN ZAPATA ENLAZADA VIGA CORRIDA DE CIMENTACION ENLAZADA en concreto reforzado, unidas entre sí mediante vigas-columnas de amarre apoyadas sobre un colchón de material granular, con un espesor mínimo de 0.20m.

El estrato de cimentación para todas las estructuras será el descrito en el numeral 3.2, y que se encuentra superficial, para el área donde se desarrollará la edificación.

Para efectos de dimensionamiento y diseño de la cimentación para las diferentes estructuras, a continuación, me permito presentar los parámetros geomecánicos del material.

TIPO DE CIMENTACION	qa (ton/m²)	S (cm)	Ks (ton/m³)	Df (m)	F.S.
ZAPATAS ENLAZADAS VIGAS	20.02	4.08	412.35	1.00	3.00

Tabla 2. Parámetros Geo mecánicos diseño cimentación superficial

Nota: En el caso de que la profundidad del terreno natural sea mayor a la especificada, se debe sustituir el material existente con material granular hasta alcanzar los niveles recomendados o hasta alcanzar un espesor máximo de sustitución de 1.00m.

5.3 Análisis del potencial de expansión

Para las muestras de suelo tipo arcilla se realizó un análisis con base en los resultados obtenidos para los estratos cuyas propiedades presentan valores índices (índice de plasticidad *IP* y valores de límite líquido W_L), dentro del área donde se cimentará el proyecto. Con base en esta información, se puede establecer de acuerdo con la *Tabla H.9.1-1* de la *NSR-10* publicada a continuación, que en el suelo explorado se presenta *potencial de expansión de Alto a Muy Alto*, por lo cual debe tenerse algunas precauciones al momento de llevarse a cabo las labores de cimentación para el presente proyecto. Dichas recomendaciones se indican en el capítulo de las conclusiones.

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm²	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 –20	39 – 50	8 – 18	12 –34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 6: Tabla H.9.1-1 (NSR-10)

Limite liquido entre 56.00% y 42.00%.

Limite plástico 23.00% y 30.00%.

Y índices de plasticidad 12.00% y 35.00%.

Límite de contracción del suelo 15.00% Y 25.00%

Teniendo en cuenta lo anterior, se deben de tener en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Efectuar y muy buen manejo de aguas lluvia. Se debe construir las obras necesarias para evitar la infiltración del agua de escorrentía, para lo cual se deben ejecutar trabajos de construcción de andenes, cunetas, zonas duras, dotar de obras de drenaje y subdrenaje las vías y zonas verdes aledañas. Adicionalmente en las áreas aledañas a las edificaciones no se deben sembrar plantas ni árboles con sistemas radiculares agresivos que en algún momento puedan llegar a afectar la integridad de las construcciones o de las mismas redes de servicios públicos.
- Solicitar a la empresa prestadora de servicios públicos que realice una revisión del estado de las redes de acueducto y alcantarillado de las zonas aledañas al proyecto, de manera que se verifique que no existen filtraciones de aguas al terreno.
- También se debe tener en cuenta las recomendaciones que para este tipo de situaciones se efectúa al final del presente informe, de manera que se pueda mitigar y/o controlar al máximo la

ocurrencia de afectaciones por causa de la característica geomecánicas propias de la masa de suelo en estudio.

5.4 Evaluación de la humedad de equilibrio

Se evaluó así mismo la humedad de equilibrio, que puede definirse como aquella que corresponde a la avidez natural del suelo por integrar o absorber el agua externa y adicionar esta humedad en su propia masa. Si la humedad natural del suelo es inferior a la humedad de equilibrio estimada, el suelo buscará satisfacerla, es decir, que cualquier humedad adicional que se presente por causas externas (escorrentía, daños en las redes de servicios públicos, lluvias, etc.), intentará absorberla como parte de su proceso natural de equilibrar el contenido de humedad en la masa de suelo, momento en el cual tienen lugar los procesos de expansión. Así mismo, cuando ocurre el proceso contrario, cuando la masa de suelo pierde humedad debido a causas externas (como por ejemplo condiciones atmosféricas o de intemperie con altas temperaturas), y la misma disminuye por debajo de la humedad de equilibrio, es cuando tienen lugar los procesos de contracción. En los procesos de expansión y contracción se presentan los cambios volumétricos indeseados que pueden llevar a la ocurrencia por ejemplo de asentamientos diferenciales, que deben evitarse para que no afecten la estabilidad de las edificaciones a construirse. La humedad de equilibrio puede estimarse de manera aproximada de la siguiente manera con la expresión:

$$w_{eq} = 0.47W_L + 3.6$$

Dónde: W_{eq}: Humedad de equilibrio estimada
W_L: Límite líquido estimado para la capa o muestra en análisis

20.57% humedad de equilibrio

Nivel Freatico Incial				0,0 m				Analisis de Humedad de Equilibrio:		RESUMEN
Nivel Freatico Estimado				6,0 m				Proyecto:	UNIDAD ATENCION DE SALUD ORT	ENSAYOS SUELO
Diametro Perforación				56 mm						
Capa No	USCS	Prof. m	gbas KN/m³	Finos %	Wat %	LL %	IP %	HUMEDAD EQUILIBRIO	CUMPLE	CONCLUSION DEL ENSAYO
1	CL	2,0	16,4	58,2	38	46	16	25,38	SI	ES PROBABLE NO OCURRE EXPANSIO
2	CL	3,5	16,1	51,7	46	42	12	23,40	SI	ES PROBABLE NO OCURRE EXPANSIO
3	SM	4,5	18,0	45,6	24	0	0	3,60	SI	ES PROBABLE NO OCURRE EXPANSIO
4	CH	6,0	15,2	62,9	54	56	32	29,89	SI	ES PROBABLE NO OCURRE EXPANSIO

Página 1

Para el presente análisis, todas las humedades naturales de las arcillas se encuentran por encima de las humedades de equilibrio estimadas, lo que nos permite determinar que es probable que no ocurran cambios volumétricos importantes en el terreno explorado que puedan llegar a comprometer las obras a ejecutar.

No obstante, el análisis que se realiza en el presente capítulo y su conclusión, se debe tener en cuenta y atender de manera estricta las recomendaciones para prevenir y mitigar los efectos del

potencial de expansión, ya que el mismo no desaparece y hace parte de las propiedades de la masa de suelo.

Teniendo en cuenta lo anterior y que adicionalmente se estiman presiones de contacto importantes o relativamente altas debido a las obras del proyecto a realizar, que junto a las recomendaciones constructivas y de drenaje indicadas en el presente informe, ayudarán a mitigar los posibles riesgos como consecuencia del potencial de expansión, evitándose inconvenientes por causa de la expansión o contracción del suelo en el presente proyecto durante y después de su ejecución.

5.5 Potencial de licuación del suelo

A continuación, se efectúa el análisis del potencial de licuación de la masa de suelo para el presente proyecto.

La mayor parte de los suelos identificados en la campaña de exploración realizada, son de textura limosa, areno-arcillosa y arcillosa entre media y alta plasticidad, es decir, son arcillas, limos y arenas arcillosas, con un porcentaje de contenido de finos alto. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede indicar que existe muy poca o nula posibilidad que el terreno tenga potencial de licuación o de licuefacción de los suelos; que se define como una consecuencia del aumento progresivo de la presión intersticial de la masa de suelo con características de tipo granular (no cohesivos) con tamaño de partículas uniformes y contenidos de partículas finas muy bajos, que debido a la ocurrencia de movimientos sísmicos de gran magnitud u otros eventos que puedan llegar a generar vibración o que son ocasionados de manera externa, como son por ejemplo los originados por algunos motores, equipos y/o máquinas de gran tamaño.

El fenómeno de licuación ocurre debido a que, bajo condiciones drenadas, la aplicación de ciclos de esfuerzo cortante de corta amplitud sobre arenas en estado saturado resulta en una reducción progresiva del volumen, inclusive en las arenas densas cuyo potencial de dilatancia es elevado. Así mismo, cuando un depósito de arena saturada es sometido a las ondas de corte, la estructura de la arena tiende reducirse en volumen y por lo tanto a densificarse. Sin embargo, como la duración de la aplicación de las ondas sísmicas es corta comparada con el tiempo requerido para que se desarrolle el drenaje de agua en el depósito de suelo, la tendencia a la densificación resulta en un progresivo incremento en la presión intersticial, una reducción en el esfuerzo efectivo y un descenso de la resistencia al corte de la masa de suelo de arena.

Cuando la presión intersticial crece hasta alcanzar o igualar los estados de esfuerzos en la envolvente de resistencia del suelo o hasta igualar al esfuerzo de confinamiento inicial del suelo, el esfuerzo efectivo se reduce a cero y se produce la falla por resistencia al esfuerzo cortante, que es cuando se considera que el material entra en etapa de licuefacción.

La evaluación del potencial de licuefacción se puede efectuar mediante diferentes metodologías. Sin embargo, una de las metodologías a considerar para la presente estimación es la de Seed & Idriss (1982), ampliamente utilizada en la geotecnia. La evaluación del factor de seguridad de licuefacción se lleva a cabo con la estimación de dos variables: 1. la relación de esfuerzo cíclico CSR (Cyclic

Stress Ratio) y 2. la relación de resistencia cíclica CRR (Cyclic Resistance Ratio). La relación de resistencia a licuefacción (cíclica) CRR, se calcula en función de la magnitud del número de golpes, de la presión vertical efectiva y de la densidad relativa. La relación de esfuerzo cíclico (CSR): representa la demanda de esfuerzos impuesta por el sismo o factor externo sobre la capa de suelo. El potencial de licuación puede cuantificarse de una manera comprensible mediante la obtención de un factor de seguridad definido como:

Fs: CRR / CSR

Donde se considera que un depósito de suelo analizado cuyo resultado arroja un *factor de seguridad por encima de 1.00* ***NO*** *es licuable*. Ver anexo calculo ensayos.

5.6 Coeficientes de presión lateral del suelo

Para el diseño de las estructuras de contención, para taludes de corte de carácter definitivos con alturas superiores a 1.50m, el Ingeniero Estructural deberá partir de los siguientes parámetros geomecánicos:

MATERIAL	ϕ	γ (ton/m^3)	Ka	Kp	Ko	Kae
SITIO-NAT	19.92	1.623	0.500	2.020	0.660	1.768
MATERIAL GRANULAR IMPORTADO	22.10	2.000	0.463	2.158	0.633	0.500

Tabla 7: Tabla 2. Coeficientes de presión de tierras.

6. DEFINICIÓN DEL ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO

Los espectros Elásticos de aceleración, velocidad y desplazamiento se definen en función de los siguientes parámetros:

- Aa = coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2.
- Av = coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2.
- Fa = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos locales o de sitio, adimensional.
- Fv = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional.
- g = aceleración debida a la gravedad (9.8 m/s2).
- T: Valor del período fundamental del edificio, calculado de acuerdo con la prescrito en A.5 de la Normas Sismo Resistentes Colombianas NSR-10 [Método del Análisis Dinámico].

- To: Período de vibración, en segundos, correspondiente al inicio de la zona de aceleración constante del espectro de diseño.
- Tc: Período de vibración, en segundos, correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño, para períodos cortos, y la parte descendiente del mismo.
- TL: Período de vibración, en segundos, correspondiente al inicio de la zona de aceleración constante del espectro de diseño, para períodos largos.
- Sa: Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un período de vibración dado. Máxima aceleración horizontal de diseño, expresada como una fracción de la aceleración de la gravedad, para un sistema de un grado de libertad con un período de vibración T.
- I: Coeficiente de importancia definido en A.2.5.1 de la Normas Sismo Resistentes Colombianas NSR-10

En los ordinales a continuación se hace el detalle de la obtención de los parámetros sísmicos.

7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las recomendaciones contenidas en el presente informe se basan en los datos obtenidos del plan exploratorio realizado y en la información obtenida por parte de esta oficina. El perfil estratigráfico utilizado para diseño es correspondiente con los registros de perforación obtenidos del plan exploratorio.

Si durante la construcción se presentan situaciones o condiciones no previstas en este informe, deberá darse aviso oportuno a esta oficina para estudiar la solución más adecuada. Esto también incluye cambios significativos en el diseño del proyecto final, que puedan generar una variación en la localización, uso, niveles y cargas utilizados para este informe.

Este documento no podrá ser alterado o modificado sin autorización expresa de esta oficina.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1.1. Cimentación ZAPATAS CON VIGA CORRIDA – SOBRE MATERIAL GRANULAR

La alternativa propone el uso de MATERIAL GRANULAR COMO COLCHON PARA LA VIGA CORRIDA que enlaza y amarra las ZAPATAS las cuales trabajarán soportando la totalidad de la carga bajo cada elemento estructural.

Una vez alcanzado el nivel de cimentación, este deberá ser compactado o cilindrado, esto con el fin de minimizar deformaciones inmediatas y para detectar fallos. La estructura debe tener amarres horizontales incluyendo cubierta incluyendo vigas cumbreras y amarres verticales en las esquinas, en los cruces de muros principales. Los muros divisorios deber ir sobre vigas.

En el caso de desarrollar el proyecto por niveles, se deben llevar los cimientos de la estructura localizada en la parte alta al nivel de la terraza inferior, esta observación se hace extensiva para dar amarre al sistema de cimentación con VIGAS CORRIDAS. Se debe tener mucho cuidado con la cimentación de las construcciones vecinas y recibir sus apoyos hasta el nivel más bajo de la viga. Para lo cual se deben emplear soportes lo suficientemente resistentes y separados de manera tal que no permitan movimientos ni sobre esfuerzos de dichos elementos. En este caso se recomienda el siguiente procedimiento alternativo:

- Realizar las excavaciones para la cimentación de manera alternada, esto con el fin de que no se descubran tramos importantes de la cimentación de la edificación existente (aledaña).

- Realizar submuraciones en los sectores que coincidan con los ejes de la cimentación para la edificación nueva, excavaciones para las zapatas, esto manteniendo la recomendación, de que sea de manera alternada.

- Sin embargo, es importante que las excavaciones realizadas, no se dejen abiertas mucho tiempo, una vez fundidos los elementos recomendados, se deben de rellenar técnicamente las excavaciones realizadas.

- Se deben de construir en su orden las submuraciones, luego las zapatas y finalmente las vigas de cimentaciones perimetrales.

El material producto de las excavaciones deberá ser dispuesto de manera tal que:

- No se generen concentraciones de esfuerzos en las paredes de las excavaciones o laderas aledañas por sobrecargas. Este se debe acumular guardando cierta distancia del borde de la excavación o taludes aledaños y en forma lineal.

- Se debe proteger de las aguas lluvias, de manera tal que, en el momento de realizar rellenos, este no se encuentre saturado y no permita una compactación óptima.

- Debe ser dispuesto en zonas estables y en sitios tales que no amenacen o disturben el bienestar y a integridad de las personas y edificaciones vecinas.

- No se contamine con materiales no aptos para el LLENADO de las excavaciones (material vegetal, basuras, etc.).

El contratista es el responsable de la estabilidad de los taludes temporales y permanentes, por lo tanto, debe soportar y proteger a satisfacción del interventor todas las superficies expuestas por las excavaciones hasta la terminación de la obra.

A continuación, me permito hacer unas consideraciones al respecto:

. A fin de prevenir los desmoronamientos y los riesgos de accidentes, por una parte y para disminuir la superficie total ocupada por otra, es conveniente entibar las excavaciones.

Las posibles infiltraciones de agua, trepidaciones provocadas por maquinas, cargas externas, etc. Son elementos que modifican los planos de rotura del terreno.

. Los entibados en la mayoría de los casos se hace de acuerdo a las costumbres de cada región a las experiencias recogidas, sin embargo, es muy importante tener en cuenta: Es necesario entibar a tiempo y material destinado al revestimiento de la excavación debe estar a pie de obra con la suficiente antelación, en buen estado y cantidad suficiente.

. La distancia libre entre las tablas depende del tipo de terreno, para terrenos movedizos estas deber ir pegadas a tope y así sucesivamente y de acuerdo al comportamiento del terreno se puede ir modificando la distribución de los elementos.

. El material producto de las excavaciones deber quedar separado por lo menos 1m de la arista del talud, El revestimiento debe quedar por lo menos 0.10m por encima de la cota del terreno para evitar la caída de material a la excavación.

. Se debe dotar el área de un sistema temporal para el manejo de aguas de escorrentía de manera que el agua no ingrese en las excavaciones alterando las propiedades del material.

. En los procesos de excavación donde se noten desprendimientos en las paredes, se recomienda además de los entibados, Conformar el talud en una disposición 1H:2V a partir de la profundidad donde se presenten los desprendimientos, esta profundidad varía dependiendo de las condiciones encontradas durante la construcción.

. No se deberán dejar las excavaciones abiertas más del tiempo necesario, esto con el objeto de evitar derrumbes que desestabilicen las paredes de la excavación, principalmente en épocas o periodo de lluvias.

9. ANEXOS

Como complemento a este informe, se incluyen los siguientes anexos:

Anexo 1:	Localización de los sondeos
Anexo 2:	Registros de Perforación
Anexo 3:	Resumen de resultados de los Ensayos de Laboratorio efectuados
Anexo 4:	Capacidad portante de suelo de terreno natural
Anexo 7:	Registro fotográfico

Cordialmente,

ANDRES FELIPE EGUIS VIVAS
Ingeniero Civil
Especialista en Mecánica de
Suelos y Cimentaciones
c.c. 9 730 055 de Armenia
Mat. Prof.: 05202087589ANT