

ASESORÍA GEOTÉCNICA PARA PROYECTOS EDUCATIVOS FONADE

ESTUDIO GEOTÉCNICO



VISTA IMPLANTACION 01



VISTA IMPLANTACION 03



VISTA IMPLANTACION 04



VISTA IMPLANTACION 02



VISTA IMPLANTACION 01



VISTA IMPLANTACION 05

INFORME FINAL

ABRIL 2017

ASESORÍA GEOTÉCNICA PARA PROYECTOS EDUCATIVOS FONADE

ESTUDIO GEOTÉCNICO

INFORME FINAL

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	APROBÓ CLIENTE
0	16/03/2017	Aprobado interno	FSS	FSS	GTM	
A	10/04/2017	Comentarios de interventoría	FSS	FSS	GTM	
B	25/04/2017	Comentarios de interventoría 24/04/2011	FSS	FSS	GTM	

PROYECTO No. 240	DOCUMENTO No. IGC240_EG_01_VB.docx
----------------------------	--

ASESORÍA GEOTÉCNICA PARA PROYECTOS EDUCATIVOS FONADE

ESTUDIO GEOTÉCNICO

Contenido

1	CONDICIONES DEL PROYECTO	5
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
3	CONDICIONES DE EXPLORACIÓN Y ENSAYOS DE LABORATORIO	8
4	CONDICIONES SÍMICAS DEL PREDIO	10
5	ANÁLISIS GEOTÉCNICO	11
5.1	CAPACIDAD PORTANTE	11
6	CONDICIONES GEOTÉCNICAS ESPECIALES	12
7	ESTABILIDAD DE TALUDES.....	12
8	ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.....	13
9	REQUISITOS MÍNIMOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO	13
10	RECOMENDACIONES.....	14
10.1	GENERALES	14
10.2	RECOMENDACIONES PARA PLACA DE CONTRAPISO	15
11	BIBLIOGRAFÍA.....	16

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Modulo 1 Aula múltiple y comedor.....	6
Figura 2 Modulo 2 Aulas básicas y media	6
Figura 3 Modulo 3 Aulas básica y media	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4 Modulo 4 preescolar	7
Figura 5 Módulo 5 Baños Básica media	7
Figura 6 Módulo 6 baños Básica y media	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7 implantación y distribución en planta de los módulos educativos.....	5

1 CONDICIONES DEL PROYECTO

El proyecto del presente informe se enmarca en la tipificación preliminar de las posibles condiciones geotécnicas donde se implantarán proyectos modulados para infraestructura educativa, en el territorio colombiano.

La tipificación solo se puede usar como un insumo preliminar en anteproyecto, como herramienta de consulta y para la toma de decisiones presupuestales, y no se puede hacer parte de un diseño definitivo. Por lo que siempre se tendrá la necesidad de realizar un estudio de suelos dando cumplimiento a lo dispuesto en el título H del reglamento de construcciones sismo resistentes NSR-10

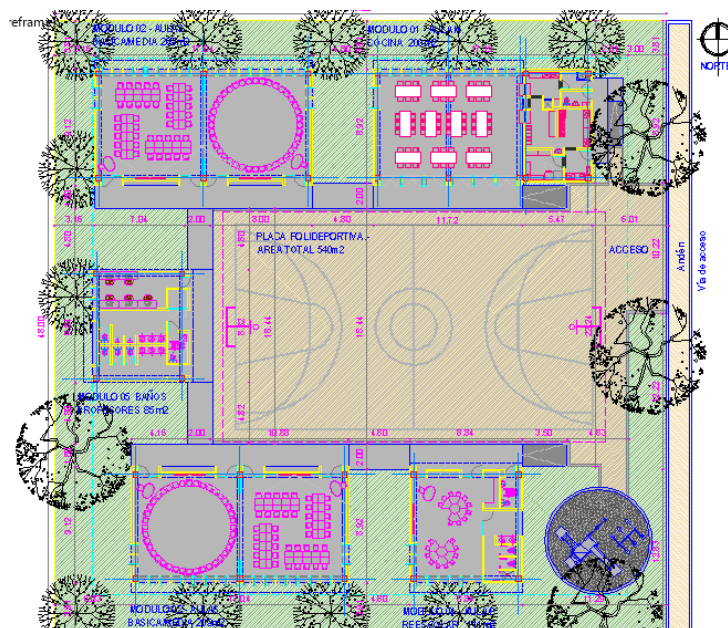
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Los proyectos de infraestructura educativa contemplan la construcción de un colegio con 6 unidades constructivas independiente, distribuidas en 5 modulos arquitectónicos, de un nivel, con una sobre altura, en cubierta liviana. El sistema estructural corresponde a pórticos en concreto resistentes a momento en las dos direcciones.

La implantación y combinación de módulos dependerá de las áreas disponibles del proyecto.

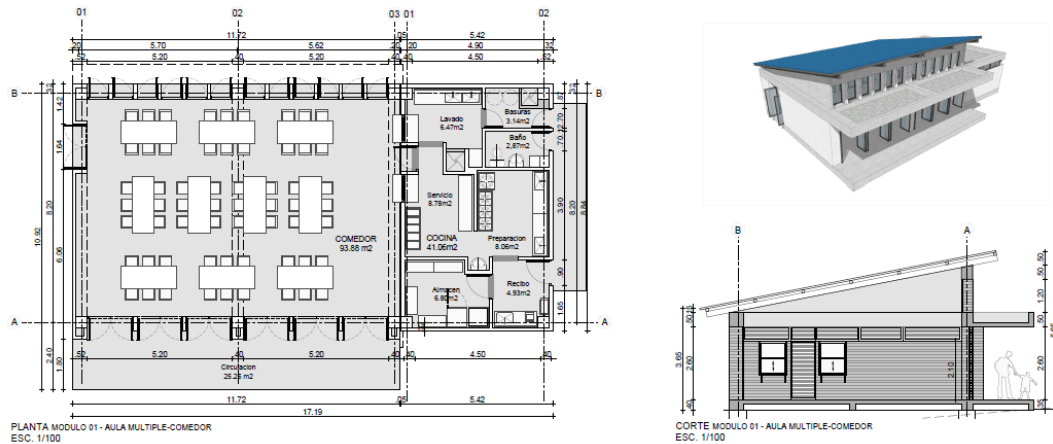
El proyecto arquitectónico propuesto y la distribución más probable se presentan continuación:

Figura 1 implantación y distribución en planta de los módulos educativos



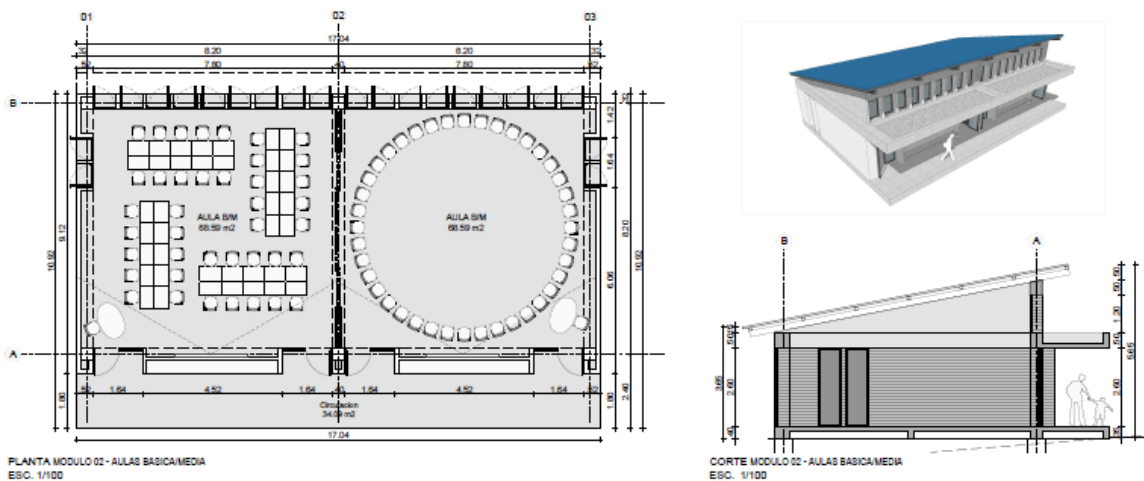
Los módulos y las cargas preliminares a cimentación se presenta continuación:

Figura 2 Aula múltiple y comedor



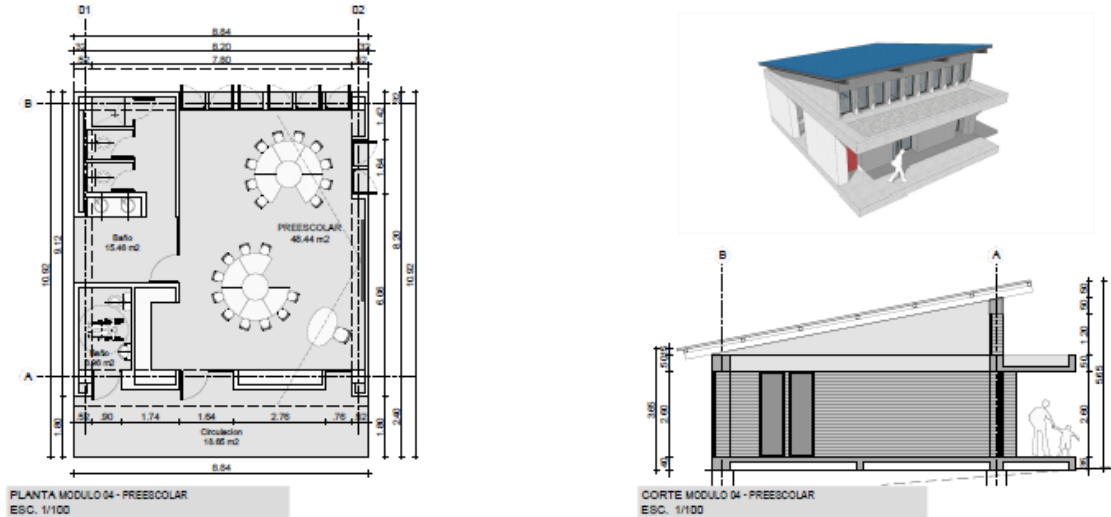
Este módulo presenta luces del orden 5.70 m en el eje corto y hasta de 10.92 m en la luz larga, se esperan cargas máximas de 283 kN para el sistema especial de disipación e energía DES, es importante mencionar que el módulo presenta dos estructuras separadas por junta que separa el comedor con la cocina. En este caso se considera como dos unidades constructivas.

Figura 3 Aulas básicas y media



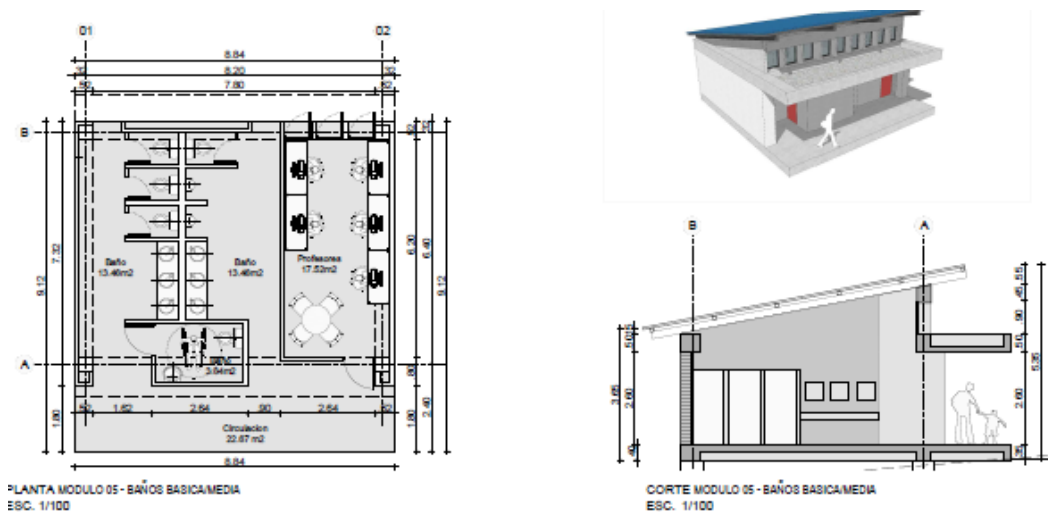
Este módulo presenta luces del orden 8.20 m en el eje corto y hasta de 10.92 m en la luz larga, se esperan cargas máximas de 396 kN para el sistema especial de disipación e energía DES.

Figura 4 preescolar



Este módulo presenta luces del orden 8.20 m en el eje corto y hasta de 10.92 m en la luz larga, se esperan cargas máximas de 218 kN para el sistema especial de disipación e energía DES.

Figura 5 Baños Básica media



Este módulo presenta luces del orden 6.4 m en el eje corto y hasta de 8.20 m en la luz larga, se esperan cargas máximas de 211 kN para el sistema especial de disipación e energía DES.

El grupo de uso de los diferentes módulos es III y el factor de importancia es de 1.25.

3 CONDICIONES DE EXPLORACIÓN Y ENSAYOS DE LABORATORIO

De acuerdo con la NSR-10 el número de sondeos mínimo se adopta de acuerdo con las siguientes tablas:

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

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

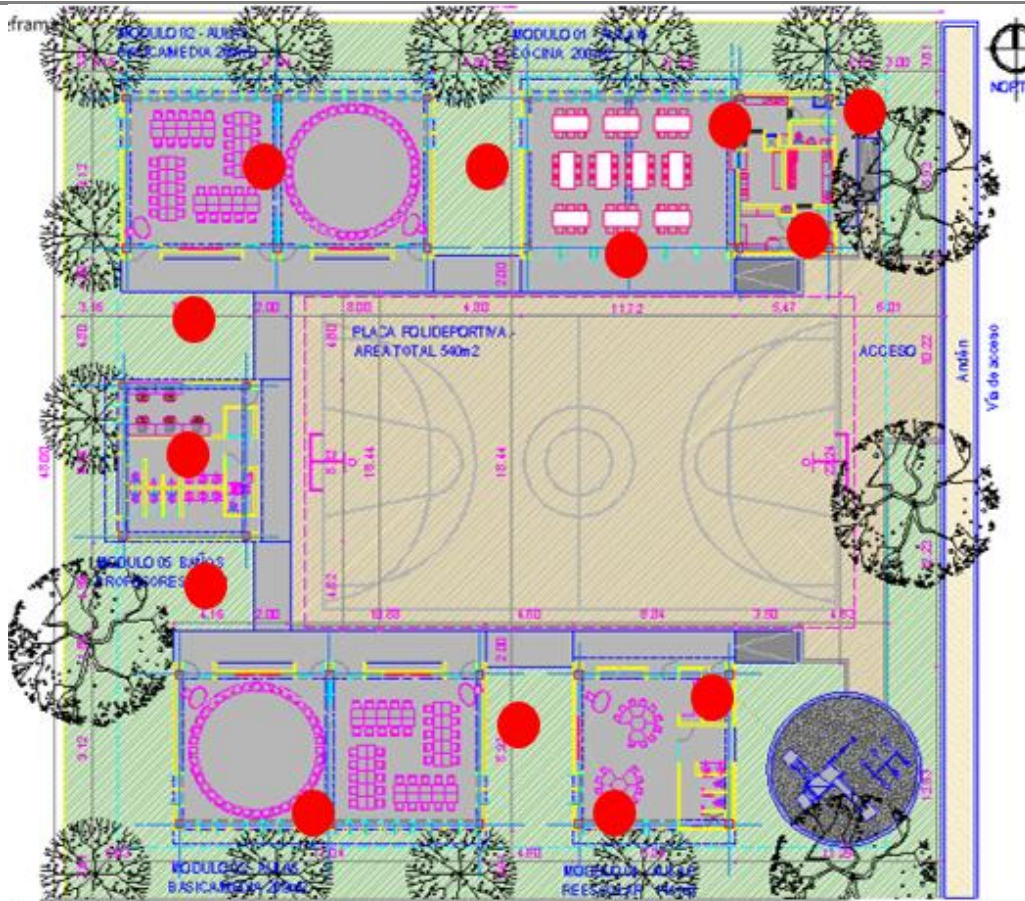
La categoría se define según sea el nivel de construcción o cargas máximas. El número de sondeos puede reducirse por efecto de repetición y/o cercanías de estructuras compartiendo sondeos.

Debido al nivel de cargas esperadas los módulos clasifican como categoría baja, menos de 400 kN y número de pisos menor a 3.

Por lo anterior se requiere mínimo 18 sondeos hasta máximo 6.00 m de profundidad, los cuales pueden ser modificados de acuerdo con el título H.3.2.4, H.3.2.5 y H.3.2.6, según aplique o se requiera mayor cantidad y profundidad de acuerdo con las características de los suelos encontrados.

De acuerdo con el título H.3.2.6 se podrán compartir sondeos en unidades adyacente del mismo proyecto con lo que se podrá disminuir el número de sondeos a mínimo 13 sondeos, de los cuales mínimo 8 son hasta 6.00 m y 5 hasta 3.00 m.

Una distribución probable de estos puede ser la que se presenta a continuación:



De acuerdo con el título H.3.2.4 se deben obtener muestras en los primeros 5.00 m una muestra cada 1.00 m, después de los 5.00 m cada cambio de material o como mínimo una muestra cada 1.50 m, se debe realiza un registro de exploración que cumpla con lo dado en la especificación INV 103 – 13, numeral 10.5.

Los sondeos por su profundidad pueden ser realizados con equipo manual. Es importante indicar que los sondeos son a rechazo o hasta 6 m o 3 m según el planteamiento anterior.

El uso de equipo mecánico para sondeos esta asociada a cuando el proyecto se encuentre en cercanías a laderas y se requiera identificar la estabilidad de la misma. En este caso se pueden usar los sondeos planteados pero es requerido investigar los niveles probables duros y sueltos de tal forma que el perfil geotécnico sea identificado.

De igual manera se puede realizar sondeos o exploraciones indirectas de acuerdo con el título H3.2.2 del NSR-10, entre los que se encuentra exploraciones geofísicas, las cuales de acuerdo con las distribuciones pueden remplazar uno o más sondeos directos.

Los ensayos de laboratorio deben permitir caracterizar todos los estratos encontrados en el perfil geotécnico según lo indicado en el titulo H.3.3 de la NSR-10 con el fin de caracterizar cada material del perfil de suelo encontrado. Los ensayos mínimos deben

permitir definir las características geomecánicas del perfil, así como obtener características de compresibilidad, para poder realizar de análisis esfuerzo deformación.

Durante las investigaciones geotécnicas o exploraciones se pueden realizar pruebas de campo, tales como ensayos de penetración estándar SPT, veleta de campo, CPT y sus variantes, conos dinámicos, entre otras, las cuales deben ser válidas y aprobadas previamente según su aplicación y los materiales existentes.

Finalmente, la ejecución de ensayos de campo debe estar acorde con los materiales encontrados y debe ser definido por el ingeniero geotecnia

Los mínimos ensayos de laboratorio y de campo son:

Suelos cohesivos

- Caracterización del suelo mediante humedad, lavados sobre tamiz No. 200 y límites de plasticidad a por lo menos dos muestras de cada sondeo. Por lo menos debe quedar caracterizado cada estrato.
- Ensayo de compresión inconfiada mínimo 3 por sondeo.
- Una consolidación mínimo cada sondeo.
- Expansión controlada en consolidometro mínimo una cada sondeo para los primeros 3 m de sondeo.
- Si el proyecto es en ladera por lo menos 3 ensayos en el área de corte directo consolidado drenado.
- El ensayo de campo tipo SPT debe restringirse en su uso en estos materiales, para arcillas de consistencia firme a muy firme.

Si es requerido por compresibilidad del suelo es necesario evaluar la profundidad final de sondeos la cual estará asociada a una mayor o menor dimensión de zapata generando mayor compresibilidad y mayores asentamientos.

Suelos granulares:

- Caracterización del suelo mediante humedad, lavados sobre tamiz No. 200 y límites de plasticidad a por lo menos dos muestras de cada sondeo. Por lo menos debe quedar caracterizado cada estrato.
- Registro de ensayo de campo continuo SPT.
- Gravedad especifica por lo menos 3 por sondeo.
- Si el proyecto es en ladera por lo menos 3 ensayos en el área corte directo consolidado drenado si es el caso remoldeado.

4 CONDICIONES SÍMICAS DEL PREDIO

Para evaluar las condiciones sísmicas del predio se deberán seguir los lineamientos dados en el reglamento NSR-10, en especial lo dado en el Capítulo A.2, particularmente en los numerales A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4 Y A.2.5. En caso de que el sitio objeto de análisis haga parte de un estudio de microzonificación sísmica aprobado, se utilizará la aceleración máxima superficial del terreno establecida en el espectro de diseño respectivo en lugar de lo estipulado en la sección A.2.. Así mismo en el título H.5.2.5 sismo de diseño.

5 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

5.1 CAPACIDAD PORTANTE

Un análisis inicial del comportamiento y valores de capacidad portante, que sirva como guía para los análisis iniciales del diseño estructural y que dependen los perfiles de úselos definidos en la NSR-10 se presenta a continuación:

Perfil A y B. Son unidades de roca a roca de condiciones medias. La cimentación debería ser zapatas con dimensión mínimo de 1 m. La capacidad portante admisible a adoptar debe ser del orden de 550 kPa para FS de 2 y asentamientos totales menores a 2.5 cm (Bowles ¹Figura 4.7 para N igual a 40), con diferenciales dentro de la norma. Profundidad mínima de cimentación de 1 m.

Perfil C y D. Son roca blanda y suelos densos a rígidos. El valor de N es superior a 15 golpes/pie. . La capacidad portante admisible a adoptar debe ser del orden de 200 kPa para FS de 2 y asentamientos totales menores a 2.5 cm (Bowles Figura 4.7 para N igual a 15), con diferenciales dentro de la norma para suelos granulares. Para suelos arcillosos con valor de Cu de 50 kPa con profundidad mínima de 1.0 m se obtiene un valor de 85 kPa para un FS de 3 con asentamientos totales menores a 2.5 cm ($q_{adm} = 5.14 \times Cu$ despreciando el confinamiento). Si ocurren cargas mayores a 80 t por columna el tema debe ser evaluado teniendo en cuenta las condiciones de asentamientos diferenciales y por consolidación.

Perfil E. Depende de las cargas. Se puede manejar capacidad portante admisible de 30 kPa (la tercera parte de la anterior) para suelos blandos, pero para cargas altas mayores a 80 t por columna (límite entre categoría media a baja) se deben considerar pilotes.

Los datos analizados son dados anteriormente con fines de evaluación preliminar de capacidad portante. No obstante, es necesario que el consultor defina mediante metodologías reconocidas:

- Capacidad portante última y admisible según factores de seguridad del reglamento NSR10, verificando factores directos e indirectos de acuerdo con el título H.4.7.1.
- Asentamientos totales de acuerdo con el título H.4.9.2 y diferenciales limitando o condicionando sus valores de capacidad portante admisible a los dados en el reglamento NSR10 en el título H.4.9.3.

La definición del comportamiento a corto, mediano y largo plazo de los suelos, sean suelos cohesivos o granulares debe estar acorde con lo dado en el título H.2.5. A partir de esta definición debe programarse y efectuarse los ensayos de laboratorio necesarios y mínimos para el análisis geotécnico.

¹ Foundation Analysis And Design. Joseph E. Bowles. 5 Edición. McGraw-Hill. Figura 4-7, capacidad admisible para un asentamiento de 25mm en función de número de golpes del ensayo de penetración estándar SPT y el ancho de la cimentación. Pag 265

6 CONDICIONES GEOTÉCNICAS ESPECIALES

De acuerdo con el título H.9, se deberá evaluar las características especiales de los suelos, tales como:

- Licuación, en especial en zonas de amenaza alta por sismo.
- Colapsabilidad
- Suelos dispersivos
- Expansión

7 ESTABILIDAD DE TALUDES

En zonas que presenten pendientes mayores a 10° en el lote o el área que la circunde a la implantación del proyecto, o suelos en zonas que presenten procesos de remoción en masa activos o antiguos, áreas de actividad minera activa, en recuperación o suspendida, erosión, cuerpos de aguas u otros que puedan afectar la estabilidad y funcionalidad de los proyectos, se debe evaluar las condiciones de taludes mediante el Título H Capítulo 5 Excavaciones y Estabilidad de taludes.

Si existe normatividad vigente en la ciudad o municipio de estudio para estudios de riesgo por remoción en masa debe ser aplicado.

Para excavaciones, si se requieren, debe ser definidas las condiciones a corto y largo plazo, fallas de fondo o por turificación, y los empujes dinámicos. En cualquier caso, en suelos cohesivos debe calcularse la falla de fondo y la estabilidad de taludes a corto plazo, y en suelos granulares el análisis de turificación. Para el caso de empujes dinámicos puede usarse el valor de K_a de Mononobe Okabe o similar.

Es necesario que cuando la zapata se encuentre en cercanías de taludes debe ser reducido su capacidad portante. No obstante, el borde de zapata debe estar hacia el talud a una distancia no menor a 2 veces el ancho del cimiento y a una profundidad no menor a una vez su dimensión menor.

En cualquier caso, debe efectuarse mínimo una sección perpendicular a la pendiente del talud que identifique la geología y las condiciones geotécnicas del área de estudio. En esta sección debe efectuarse el análisis de estabilidad teniendo en cuenta las condiciones normales y las condiciones con sismo, incluyendo el colegio donde se ubique como una carga mínima de 15 kPa uniforme o con cargas puntuales de 25 t. Para el análisis de sismo el valor de A_a a considerar es el dado para cada ubicación de proyecto y teniendo en la tabla H.5.2-1 NSR10.

El análisis debe cumplir con los factores de seguridad de la tabla H.6.9-1 NSR10 incluyendo las obras de estabilidad. Estas obras de estabilidad de ladera pueden ser efectuados como medida de prevención tales como muros de gavión y drenaje o como medida de mitigación en donde la intervención puede ser más robusta tipo muros de concreto o muros con pilotes o caisson. En este caso se recomienda ubicar el colegio evitando condiciones de riesgo ante eventos de remoción en masa existentes teniendo en cuenta los costos asociados a obras. En todos los casos se deben cumplir con los factores de seguridad anotados.

8 ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

Como se mencionó una vez definidas las condiciones de estabilidad de los taludes o excavaciones presentes en el proyecto se deberán definir las estructuras de contención requeridas, así como su comportamiento a corto y largo plazo, según el tipo de material e intervención.

Para estabilidad general de los posibles cortes en las laderas naturales intervenidas por la implantación de los edificios se requerirán estructuras de contención o retención, según aplique, acordes con el proyecto y los cortes que se generen, los cuales pueden ser muros de gravedad, muros en cantiléver en concreto reforzado o sistemas más complejos tales como mallas pernadas, anclajes entre otros, los cuales debe ser evaluados según sea su pertinencia y ubicación del predio.

Todas las estructuras de contención deben trabajar en condiciones libres, es decir tipo cantiliver, teniendo en cuenta que los módulos fueron diseñados sin presentar apuntalamientos hacia laderas o con condiciones de borde diferentes. Estas estructuras de contención si son rellenas o compactadas en su parte anterior deben analizarse como mínimo el valor de K_0 o coeficiente de presión de tierras en reposo. Si la estructura se efectúa sobre un talud con movimiento sin rellenos al trasdós se debe como mínimo efectuar el análisis con K_a o coeficiente de presión de tierras activo. Todos los análisis deben contemplar el chequeo con empujes generados por sismo.

Los diagramas de empujes deben ser triangulares. El valor del empuje de tierras pasivo debe ser evaluado si efectivamente puede ocurrir. En este caso se recomienda usar una tercera parte de este empuje o no usarlo. El agua como empuje debe ser contemplado por aparte o garantizar mediante un drenaje eficiente que no se presentará. En cualquier caso, el planteamiento de la estructura de contención debe ser analizado por el ingeniero geotecnista calculando los factores de seguridad cumpliendo con los factores de seguridad dados en el reglamento NSR-10, en la tabla H.6.9-1.

Finalmente, los diagramas de empujes a suministrar al ingeniero estructural deben ser analizados y recomendados por ingeniero geotecnista.

9 REQUISITOS MÍNIMOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

De acuerdo a las condiciones solicitadas del título H.2.2.2 la NSR-10 los requisitos mínimos del estudio geotécnico podría ser el siguiente:

- 0 RESPONSABILIDAD DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO
- 1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
 - 1.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO
 - 1.1.1 Objetivo
 - 1.1.2 Alcance y Metodología del Estudio
 - 1.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO
 - 1.3 EVALUACIÓN DE CARGAS

- 1.4 INFORMACIÓN ESTUDIO ARQUITECTÓNICO
- 1.5 TOPOGRAFÍA DEL TERRENO
- 2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGIA
- 3 ASPECTOS SÍSMICOS
- 4 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO
- 4.1 PLAN DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO
- 4.1.1 CONSIDERACIONES DE NORMA
- 4.1.2 EXPLORACION DEL SUBSUELO Y VALIDACIÓN NSR10
- 4.1.3 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO
- 4.2 LOCALIZACIÓN DE TRABAJOS DE CAMPO
- 4.3 REGISTRO DE PERFORACIÓN
- 4.4 ENSAYOS DE LABORATORIO
- 4.5 RESULTADOS
- 5 CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS
- 5.1 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DEL SUELO
- 5.2 CLASIFICACIÓN DEL SUELO
- 5.3 PROPIEDADES MECÁNICAS E HIDRÁULICAS
- 5.3.1 Masa unitaria
- 5.3.2 Ensayo de Penetración estándar
- 5.3.3 Resistencia no drenada del suelo
- 5.3.4 Módulo de Elasticidad
- 5.3.5 Suelos expansivos
- 5.3.6 Ensayos de corte directo
- 5.3.7 Ensayos de consolidación
- 5.3.8 Nivel freático
- 5.4 RESULTADOS
- 6 ANÁLISIS GEOTÉCNICOS
- 6.1 EVALUACIÓN PARA ZAPATAS
- 6.1.1 Evaluación de capacidad portante
- 6.1.2 FACTORES DE SEGURIDAD
- 6.1.3 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS
- 6.2 ANÁLISIS DE PILOTES
- 6.2.1 ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE
- 6.2.2 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS TOTALES Y DIFERENCIALES
- 6.3 CONCLUSIONES
- 6.4 MÓDULO DE BALASTO
- 6.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES
- 6.6 ANÁLISIS DE PRESIÓN DE TIERRAS Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN
- 6.7 ANÁLISIS DE LICUACIÓN
- 6.8 MEMORIAS DE CÁLCULO
- 7 RECOMENDACIONES
- 7.1 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS
- 7.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
- 7.3 RECOMENDACIONES PARA EDIFICACIONES VECINAS
- 8 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

10 RECOMENDACIONES

10.1 GENERALES

Para mantener los niveles freáticos durante la ejecución de la excavación temporal, se deberá contar con un sistema de bombeo permanente que garantice el abatimiento del nivel freático en caso de presentarse.

Una vez realizada la excavación para la zapata es necesario aplicar un solado en base de 5.0 cm de espesor para limpieza y uniformidad de superficie para la construcción posterior de los sistemas de cimentación.

Debe ser necesario siempre retirar materiales orgánicos existentes en el terreno para zapatas o cualquier elemento de cimentación.

En cualquier caso, de diseño de cimentación la dimensión mínima debe ser de 1 m.

10.2 RECOMENDACIONES PARA PLACA DE CONTRAPISO

Retirar materiales orgánicos existentes en el terreno.

Con el objetivo de separar el terreno natural de los rellenos y evitar la mezcla de los materiales y el lavado de finos por acción del agua, se recomienda colocar un geotextil no tejido NT2000 o similar entre el suelo natural y el relleno a compactar.

Nivelar con subbase granular clase A INV E 320-13 compactado al 95% del P.M según INV E 311-13. Este relleno no debe ser menor a 20 cm de espesor. Si se requiere se debe excavar para obtener este espesor mínimo.

La placa puede tener un espesor de 0,15 m como mínimo y se debe dilatar en los dados de las columnas para evitar la formación de dilataciones irregulares. El concreto utilizado debe tener una resistencia a los 28 días de 21 MPa y es conveniente colocarle malla electrosoldada de 6 mm cada 15,0 cm. No obstante, las anteriores son recomendaciones y cualquier espesor de placa y su refuerzo debe ser definido por el ingeniero estructural de proyecto el cual soporta técnicamente el valor final de espesor y su refuerzo necesario.

Con el fin de generar las dilataciones por retracción de fraguado y dilataciones térmicas, se recomienda trabajar con losas moduladas en secciones de 3.0x3.0 m.

Se deben conseguir las pendientes y niveles necesarios para que todas las áreas drenen fácilmente hacia los desagües de piso. De igual manera la tubería de agua potable se debe colocar entre la capa de tierra y la placa de concreto, evitando que quede incrustada en la placa. No obstante, el diseño hidráulico y sanitario debe definir las condiciones de drenaje de la zona de cimentación de la placa de contrapiso.

10.3 RECOMENDACIONES PARA EXCAVACIONES

Las excavaciones que se requieren efectuar no ofrecerán dificultad para su ejecución, debido a que la profundidad de las excavaciones no debe superar 1,5 m. El nivel de cimentación se efectuará a mínimo 1.0 m.

Las excavaciones se podrán realizar manualmente o con equipo mecánico, con taludes 1H:2V. Las zapatas se podrán fundir contra el terreno natural, siempre y cuando se garantice la estabilidad de la excavación o con formaleta que se retirará cuando fragüe el concreto.

Cuando se requiera excavaciones de más de 3 m se debe efectuar el Plan de Contingencia de acuerdo al numeral H.8.2.6.

Todas las recomendaciones dadas anteriormente deben ser analizadas y son resultados del estudio geotécnico definitivo de las estructuras y en su sitio de implantación.

Las excavaciones deben ser supervisadas permanentemente por ingeniero geotecnista o el que se deleje. Cambios observados en las excavaciones deben ser analizados efectuando los sistemas de entibados auxiliares para poder efectuar la excavación. Las excavaciones deben ser efectuadas con seguridad y las recomendaciones dadas anteriormente deben ser analizados en campo y validadas por personal competente.

11 BIBLIOGRAFÍA

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Foundation Analysis and Design, Bowles 1988, Cuarta edición.

Principles of Foundation Engineering, Braja M. Das 1995.

GERMÁN D. TAPIA M.
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
UNIVERSIDAD NACIONAL
MP. 2520260095 CND