Tunja, 30 de julio de 2024

OFC 001-GEO-2599-2024

Señores
Ingeniero Oscar Javier Pardo Moreno
Arquitecto Luis Fernando Caicedo Torres
Director de Interventoría

Asunto: Corrección de observación de estudio geotécnico recibido mediante comunicación D1-OF-SUE-INT-MC-202 recibida el día 22 de julio de 2024, emitida por el Arquitecto Luis Fernando Caicedo Torres.

Referencia.

- CONSULTORÍA PARA LA EVALUACION DEL ESTADO ESTRUCTURAL ACTUAL DEL PALACIO DE JUSTICIA DEL MUNICIPIO DE COLOSÓ, MEJORAMIENTO DE FACHADA Y TODAS LAS ADECUACIONES, REPARACIONES REQUERIDAS O REDISEÑO ESTRUCTURAL; ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA, ESTUDIOS DE PATOLOGIA ESTRUCTURAL, GEOTECNICOS, DISEÑO DE LAS INTERVENCIONES DE REFORZAMIENTO Y REHABILITACION ESTRUCTURAL, INCLUYENDO EL TRAMITE DE LA LICENCIA DE CONSTRUCCION Y DEMAS PERMISOS."

Cordial saludo,

Desarrollo de las observaciones diseño geométrico:

Se reciben las observaciones emitidas por el Arquitecto Luis Fernando Caicedo Torres para el proyecto en mención del municipio de Coloso, Sucre en donde se especifica las siguientes:

a. Considerando que los estudios geotécnicos implican la formulación de un modelo geológico – geotécnico local que debe ser congruente con las dimensiones del área de influencia directa del proyecto, así como con los rasgos topográficos, litológicos, estructurales y geomorfológicos. Este modelo también debe incluir una descripción detallas de los materiales, tanto como suelos como rocas. Por lo tanto, es esencial que el registro de perforaciones se complemente con información sobre tanto la Unidad

ESTE DOCUMENTO E SPROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS SAS Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Geológica Superficial (UGS) como de la Unidad Geológica Básica (UGB) para cada uno de los tres (3) sondeos realizados.

R: Se da solución a esta observación en el ítem 6.2 “PERFIL ESTRATIGRÁFICO” del presente informe, en donde se plasma la información del tipo de suelo asociado a la unidad geológica superficial encontrado en cada uno de los sondeos. De la misma forma se agregó el Anexo B. PERFILES ESTRATIGRAFICOS del presente informe.

b. De acuerdo con el capítulo H.3.2.5 (Profundidad de los sondeos), se establece que, en casos donde se encuentre roca firme o capas de suelos firmes asimilables a rocas, a profundidades menores a 6 metros, los sondeos pueden suspenderse para una Categoría Baja. No obstante, este numeral también define criterios adicionales aplicables al proyecto en particular. Solicitamos tener en cuenta para el cumplimiento de la NSR-10, los cuales numeramos a continuación:

- Profundidad en la que el incremento de esfuerzo vertical (σv) causado por la edificación, sobre el terreno sea el 10 % del σv en la interfaz suelo-cimentación.
- 2.5 veces el ancho de la zapata de mayor dimensión.
- En el caso de excavaciones, la profundidad de los sondeos debe ser como mínimo 1.5 veces la profundidad de excavación.

R: Se da solución a esta observación en el ítem 3.3 “CATEGORIA DE LA EDIFICACION” del presente informe, en donde se agrega una nota de la aceptación de la profundidad explorada con referencia en el incremento de esfuerzo vertical referente en la NSR - 10.

c. El capítulo H.3.3. (Ensayos de laboratorio) establece que los estudios geotécnicos deben incluir ensayos tanto de propiedades básicas para la caracterización de suelos y rocas como una caracterización geomecánica detallada de las propiedades mecánicas, hidráulicas y dinámicas, utilizando métodos y criterios reconocidos. Por lo tanto, solicitamos complementar la información para el cumplimiento de la norma, dado que actualmente solo se han adjuntado ensayos de propiedades básicas de los suelos. En caso de que no sea posible realizar ensayos mecánicos ni dinámicos, se debe dejar constancia en el informe de las razones correspondientes.

ESTE DOCUMENTO E SPROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS SAS Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

R: Dado el alcance de la categoría de construcción y el tipo de suelo encontrado, no fue posible la recuperación de muestras inalteradas, por lo cual, se emplean correlaciones semiempiricas a partir de los resultados SPT de campo para determinar los parámetros de caracterización geotécnica.

d. En el estudio de suelos se trabaja el comportamiento aparente del suelo según criterio de Mohr- Coulomb, utilizando el parámetro de resistencia al corte no drenado (Su). Sin embargo, según la NSR-10 (capítulo H.2.4.2), este caso es especial para materiales cohesivos, saturados y sin fisuración, condiciones que no se ajustan al contexto del proyecto. Por lo tanto, se recomienda, como mínimo, utilizar los parámetros del criterio de Mohr-Coulomb para el esfuerzo cortante a la falla (τf), específicamente la cohesión efectiva (c') y ángulo de fricción efectiva (ϕ').

R: Se da solución a esta observación en el ítem 7.2 "ANGULO DE FRICCION" y en el ítem 7.4 "COHESION EFECTIVA" del presente informe, en donde se agregan las expresiones utilizadas para el respectivo cálculo de cohesión efectiva y ángulo de fricción efectiva.

e. Considerando la ausencia del nivel freático y los valores de saturación del suelo por debajo del 100 %, se concluye que la mecánica de suelos aplicable al proyecto corresponde a la mecánica de suelos parcialmente saturados. Esta condición se debe a la fluctuación del nivel freático resultante de la interacción del suelo con el medio ambiente, lo que implica que la presión de poros debida al agua (uw) es negativa. En este contexto, el suelo se rige por el fenómeno de capilaridad, conocido como succión matricial.

   La succión matricial depende del tamaño y distribución de las partículas, del tamaño de los poros y el grado de saturación. La relación el contenido de agua-succión también está influenciada por el contenido de arcilla y mineralogía del suelo (**Figura 1**). Según los resultados presentados en el estudio de suelos el perfil estratigráfico muestra material fino granular, lo que resulta en altos valores de succión matricial a bajos contenidos de agua, característicos de suelos arcillosos. Para mitigar esta ascensión capilar hacia los elementos en superficie, es necesario colocar una capa de material granular. Recomendamos la colocación de una capa de 10 cm de material grueso pobremente gradado a nivel de la cota de desplante para limitar eficazmente este fenómeno.

ESTE DOCUMENTO E SPROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS SAS Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

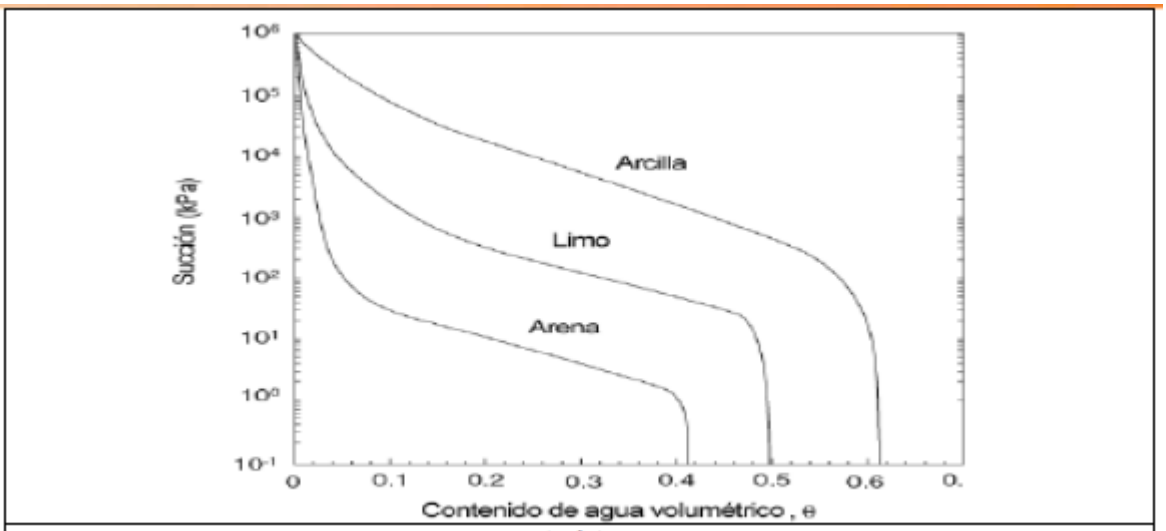


Figura 1. Curva característica suelo-agua (SWCC)

R: Se acepta esta observación y se agrega dicha recomendación de la instalación de una capa de material granular con un espesor mínimo de 10 cm para reducir la capilaridad, en el ítem relacionado con el potencial expansivo y en las conclusiones del presente informe.

f. En la información presentada, no se encuentran los registros de campo de los apiques que fueron realizados en el marco de la campaña de exploración geotécnica directa, de acuerdo con lo anterior, se solicita complementar el documento presentado, con dicha información. Asimismo, en el anexo de registro fotográfico de campo, no se encuentra información de los apiques, por lo que se solicita incluir esta información en la versión final del documento.

R: Se recibe la observación, se agrega los registros de campo y el ANEXO A. “REGISTRO FOTOGRAFICO” del presente informe.

g. Teniendo en cuenta la clasificación de suelos expansivos establecida en el capítulo H de la NSR-10, en el estudio de suelos se determinó que el estrato arcilloso de cimentación presenta un alto potencial expansivo. Basándose en los resultados del estudio de suelos, se analizaron los valores de las relaciones entre de contenido de agua / límite líquido (w/LL), así como la humedad de equilibrio (%) considerando el valor del límite líquido (Tabla 1).

ESTE DOCUMENTO E SPROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS SAS Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Tabla 1. Humedad de equilibrio y relación w/L_L

Sondeo	Profundidad (m)	w (%)	L_L (%)	L_P (%)	H_{eq} (%)	w/LL
S1	1	31.11	76.35	24	57.05	0.41
	2	30.12	84.83	34	62.98	0.36
	3	28.07	86.72	36	64.30	0.32
S2	1	32.83	77.01	33	57.51	0.43
	2	31.87	81.56	33	60.69	0.39
	3	31.22	77.91	31	58.14	0.40
S3	1	26.4	77.74	35	58.02	0.34
	2	28.43	75.77	34	56.64	0.38

Con base en las propiedades índice, se determina que los suelos con potenciales críticos de expansión corresponden a relaciones de w/LL inferiores a 0.50. Por lo tanto, se puede concluir que esta condición se presenta hasta la profundidad de 3 metros, donde se encuentra el contacto con la Unidad Geológica Básica (UGB) de la Formación Carmen (PgNgc)

Asimismo, partiendo del análisis de los valores de humedad de equilibrio (%), se puede establecer que el suelo estudiado presenta contenidos de agua de aproximadamente un 50 % por debajo de la humedad de equilibrio hasta el contacto con la UGB, por lo tanto, el perfil estratigráfico no es susceptible a cambios volumétricos, siempre y cuando no entre en contacto con agua, debido a la presencia de materiales finos en el perfil.

De igual manera, con respecto a los valores de contenido de agua (w) cercanos o superiores a los del límite plástico (LP) en todo el estrato arcilloso indican que el suelo es poco vulnerable a procesos de hidratación que podrían a contribuir al desarrollo de procesos expansivos. Esto sugiere que la potencialidad expansiva del suelo ya se encuentra desarrollada.
Dado lo anteriormente expuesto, se concluye que la potencialidad expansiva del suelo depende de los cambios en el contenido de agua en el perfil estratigráfico, por lo que para identificar la posición del agua subterránea a lo largo del año, se realizó un balance hídrico con la información existente de la Estación Meteorológica El Paraíso – 13090060 (Figura 2). Este balance determinó que la zona presenta un déficit de humedad constante, ya que la evapotranspiración es mayor que la precipitación. Como resultado, el suelo experimenta una perdida continua de humedad y su recarga siempre se encuentre en déficit.

ESTE DOCUMENTO E SPROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS SAS Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

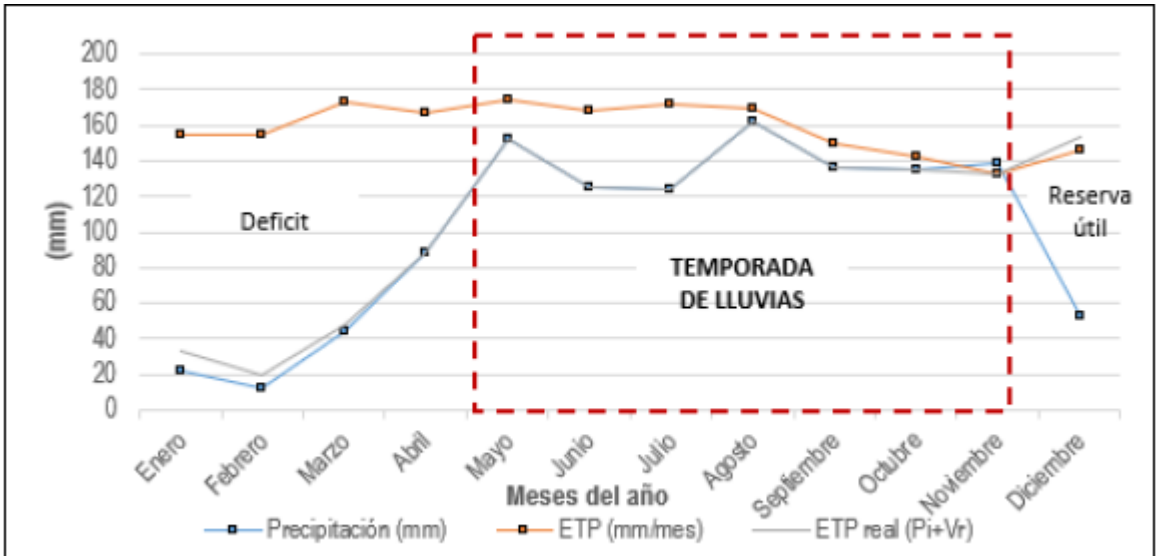


Figura 2. Balance Curva característica suelo-agua (SWCC)

Tales resultados se confirman con lo presentado en el estudio de suelos, realizado durante la temporada de precipitaciones en la zona (junio-2024). Durante las perforaciones, no se detectó la presencia del nivel freático, lo que indica una desecación continua en el perfil estratigráfico. Esto sugiere que la máxima profundidad de desecación se alcanza hasta el contacto con la UGB, y que el nivel freático solo puede ascender durante los periodos de fin de año, cuando se presenta una reserva útil debido a que es la única época del año donde las precitaciones superan las evapotranspiraciones. Sin embargo, consideramos que el ascenso del nivel freático es mínimo.

R: Se da solución a esta observación en el ítem 9.2 “POTENCIAL DE EXPANSION” del presente informe, en donde se agrega el análisis relacionado a lo recibido en la observación.

h. Como conclusión principal, consideramos que, aunque la mineralogía del material indica un alto potencial de expansividad, el desarrollo de esta expansión depende de la interacción con el medio ambiente y la presencia de agua. Según clasificación de Thornthwaite, la zona se encuentra en una condición semiárida, caracterizada por la ausencia de exceso de agua. En estas condiciones, es poco probable que los poros del perfil estratigráfico se llenen de agua y aumenten sus porcentajes de humedad, lo que llevaría al material arcilloso a desarrollar expansividad.

ESTE DOCUMENTO E SPROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS SAS Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Tabla 2. Cálculo Índice Thornthwite

Índice de Humedad	I_h	0.47	%
Índice de aridez	I_a	45.68	%
Índice de Thornthwite	I_m	**-26.93**	
Categoría por humedad		**Semi-árido**	

R: Se da solución a esta observación en el ítem 9.2 “POTENCIAL DE EXPANSION” del presente informe, en donde se agrega el análisis relacionado a lo recibido en la observación.

i. Podemos establecer que el estrato arcilloso no presenta mayor potencialidad al que ya posee. Por lo tanto, se recomienda implementar medidas solo de tipo preventivas para alterar lo menos posible el equilibrio dinámico del subsuelo, dada la presencia de materiales finos en el perfil estratigráfico. Esto ayudará a reducir los posibles cambios de humedad / succión, y, en consecuencia, minimizar las expansiones / contracciones. Estas recomendaciones deberán estar alineadas con lo establecido en el capítulo H.9.1.6 de la NSR-10 (Medidas preventivas).

R: Se presenta la corrección a esta observación en el ítem 11.4 CONTROL DE HUMEDAD del presente informe.

j. Considerando los resultados presentados sobre la potencialidad de colapsabilidad para la Unidad Geológica Superficial (UGS) del perfil estratigráfico, que corresponde a un suelo residual derivado de la descomposición in situ de la Unidad Geológica Básica (UGB), se puede concluir que los suelos hasta los tres metros presentes en el perfil estratigráfico, que se encuentran en estado parcialmente saturado, no presentan potencialidad de colapso. Sin embargo, para minimizar posibles variaciones en la resistencia y rigidez del suelo debido a procesos de humedecimiento, se recomienda densificar el suelo de subrasante cerca de la humedad óptima antes de la construcción de la estructura o la implantación de cimentación superficial.

R: Se recibe la observación y se agrega la recomendación mencionada en el ítem 11.3 “RELLENOS Y MEJORAMIETOS” del presente informe.

k. De acuerdo con el H.4 de la NSR-10 (Cimentaciones) es necesario presentar los análisis o resultados que garanticen que la cimentación no estará

ESTE DOCUMENTO E SPROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS SAS Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

apoyada sobre capa vegetal, rellenos sueltos, materiales degradables, erodables, susceptibles a licuación o ablandamiento cíclico, colapsables, etc., donde la estructura sea cimentada sobre materiales de propiedades mecánicas adecuadas en términos de resistencia y rigidez, o sobre rellenos artificiales debidamente compactados.

R: Se realizó el análisis de colapsabilidad, expansión y licuación en donde se evidencia que el suelo no presenta ninguna de estas condiciones. Se encuentran adjunto en el ítem 9. POTENCIAL DE COLAPSABILIDAD, EXPANSIBILIDAD Y LICUACION del presente informe.

l. Teniendo en cuenta que la Unidad Geológica Superficial (UGS) del perfil estratigráfico corresponde a un suelo residual derivado de la descomposición in situ de la UGB los cuales presentan potencial de susceptibilidad. Teniendo en cuenta la Figura 55 y Tabla 48, podemos decir que los suelos presentes en el perfil estratigráfico que se encuentran en estado parcialmente saturado no presentan potencialidad de colapso, sin embargo, se recomienda densificar el suelo de subrasante cerca de la humedad óptima antes de la construcción de la estructura o la implantación de cimentación superficial para mitigar cambios en su resistencia y rigidez a futuro por los procesos de humedecimiento.

R: Se recibe la observación y se agrega la recomendación mencionada en el ítem 11.3 “RELLENOS Y MEJORAMIETOS” del presente informe.

m. En el informe geotécnico final debe presentarse lo contemplado en los Capítulos H.7 (Evaluación Geotécnica de Efectos de Sísmicos) y H.8 (Sistema Constructivo de cimentaciones y excavaciones), así como el capítulo H.9 (Condiciones geotécnicas especiales) de la NSR-10.

R: Se recibe la observación y en el informe geotécnico presentado se encuentra la evaluación geotécnica de efectos sismos y sistema constructivo de cimentaciones y excavaciones.

n. Es necesario presentar en el cuerpo del informe las recomendaciones de diseño, recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos y para construcción, los cuales son de obligatoria elaboración por parte del ingeniero geotecnista responsable. De igual manera se debe presentar en los anexos las memorias de cálculo con el resumen de la metodología seguida, una muestra de cálculo de cada tipo de problema analizado y el resumen de los resultados en forma de gráficos y tablas, además, planos, esquemas, dibujos, gráficas, fotografías, y todos los

ESTE DOCUMENTO E SPROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS SAS Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

aspectos que se requieran para ilustrar y justificar adecuadamente el estudio y sus recomendaciones

R: Se recibe la observación y se agrega lo mencionado anteriormente en el ítem 11. "RECOMENDACIONES PARA CONSTRUCCION" del presente informe.

o. Teniendo en cuenta la obligatoriedad de los estudios geotécnicos definidos por la NSR-10 (Capítulo H.1.1.2), estos deben ser dirigidos y avalados por ingenieros civiles matriculados en el COPNIA y con tarjeta profesional vigente con una experiencia mayor a cinco (5) años, por lo que los informes presentados deben venir debidamente firmados por el profesional a cargo, así como acompañado de la certificación de vigencia de la tarjeta profesional. Es de anotar que los estudios de suelos en Colombia se rigen por la Norma Sismo-resistente NSR-10 y es la base de revisión por parte de las Curadurías en el país, por lo que la falta u omisión de uno de los ítems establecidos en ella, nos llevará a que no sea aceptado y por ende se retrasará el proceso de obtención de la licencia de construcción en los tiempos establecidos por la Alcaldía del municipio, el cual debe contener como mínimo lo establecido en el Capítulo H de la NSR-10 y más exactamente en el H.2.2.2. (Estudio Geotécnico definitivo).

R: Se agregan documentos como tarjeta profesional, diplomas y COPNIA vigente del Ingeniero Civil responsable del estudio de la presente Consultoría.

p. Se solicita presentar las memorias de cálculo de capacidad portante para diferentes profundidad y dimensiones de cimentación, Es de anotar que el presente estudio establece que la capacidad portante del suelo de fundación es variable y depende de la forma geométrica del cimiento y de su altura de desplante y asentamientos diferenciales.

R: Se recibe la observación y se agrega en el ANEXO D. MEMORIA DE CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE del presente informe.

Atentamente,

I.C. ELKIN ANDRÉS VARGAS CAÑÓN
ESP. GEOTECNIA VIAL Y PAVIMENTOS.
M.P. 15202-320643 BYC

ESTE DOCUMENTO E SPROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS SAS Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN