ANEXO 2

INFORMES DE ESPECIALISTAS

INFORME DE ESPECIALISTA ESTRUCTURAL

"MEJORAMIENTO DE LOS CAMINOS ANCESTRALES SOBRE CAÑO MINITAS EN EL CORREGIMIENTO DE BARRANCO MINAS DEL DEPARTAMENTO DE GUAINÍA.".

INFORME No 1

PRIMERA ENTREGA

INTRODUCCIÓN

Se presenta un informe acerca del diseño del puente peatonal sobre el caño Minitas, en jurisdicción del corregimiento Barranco Minas, departamento del Guainía.

DOCUMENTOS RECIBIDOS

Se han recibido a través de correos electrónicos los siguientes archivos:

- 1301. Localizacion exacta de la obra.pdf
- 1302. Estudio hidrologico e hidraulico - Plano de Socavación.pdf
- 1302. Estudio hidrologico e hidraulico.pdf
- 1303. Estudio geologico y geotecnico.pdf
- 1304. Estudio de suelos.pdf
- 1304. Plano apiques sondeos.pdf
- 1305. Diseño de Aproches.pdf
- 1305. Diseño de estructuras - Anexo.pdf
- 1305. Diseño de estructuras.pdf
- 1306. Diseño de puente 200 m.dwg
- 1306. Diseño de puente 200 m.pdf
- 1306. Implantacion y aproches puente 200 m.dwg
- 1306. Implantacion y aproches puente 200 m.pdf
- 1306. Plano estructural puento 200 m.dwg
- 1306. Plano estructural puento 200 m.pdf
- 1322. Esquema de localizacion fuentes de materiales.pdf
- G 315-5 PLANO DISEÑO ESTRUCTURAL -PUENTE PEATONAL 200 m.dwg
- G 317. Cronograma de actividades fisicas y financieras.pdf

Adicionalmente se ha recibido copia de diferentes comunicaciones emitidas a lo largo del desarrollo del proyecto, referentes a aclaraciones que hace la Gobernación o el diseñador estructural o geotécnico. Sobre todos estos documentos y también sobre los pronunciamientos hechos en las dos reuniones celebradas en las instalaciones de INVIAS Bogotá, se hacen

Avenida 116 #59-31 Apto 206 Bogotá D.C. Teléfonos: 6 43 43 81 - 311-4566872 E-mail: jlchaconf@yahoo.com

94

seguidamente comentarios que tienen como principal sujeto de análisis al puente peatonal sobre el caño Minitas.

COMENTARIOS A LOS DOCUMENTOS

- La observación principal para los diseños presentados del puente peatonal es el incumplimiento que se está dando de la recomendación referente a la frecuencia límite de vibración, dada en la Guía de Especificaciones para el Diseño de Puentes Peatonales de la AASHTO, documento al cual se remite la Norma Colombiana de Diseño de Puentes LFRD-CCP-14 en los numerales 2.5.6.2 y 3.6.1.6, cuyas imágenes se copian en este documento.

Deben aplicarse las disposiciones de la sección 5 de la *LRFD Guide Specifications for the Design of Pedestrian Bridges* de la AASHTO para puentes peatonales, es decir, para puentes cuya función principal es la de cargar peatones, ciclistas, jinetes y su montura, y vehículos livianos de mantenimiento.

Ilustración 1 - Numeral 2.5.6.2 - CCP-14

6—VIBRATIONS

LRFD GUIDE SPECIFICATIONS FOR THE DESIGN OF PEDESTRIAN BRI

Unless waived by the Owner, vibrations shall be investigated as a service limit state using load combination Service I in Table 3.4.1-1 of *AASHTO LRFD*. Vibration of the structure shall not cause discomfort or concern to users of a pedestrian bridge. Except as specified herein, the fundamental frequency in a vertical mode of the pedestrian bridge without live load shall be greater than 3.0 hertz (Hz) to avoid the first harmonic. In the lateral direction, the fundamental frequency of the pedestrian bridge shall be greater than 1.3 Hz. If the fundamental frequency cannot satisfy these limitations or if the second harmonic is a concern, an evaluation of the dynamic performance shall be made. This evaluation shall consider:

8

Ilustración 2 - Numeral 6 - GSDPB - AASHTO

Los puentes exclusivos para peatones, tráfico ecuestre, vehículos livianos de mantenimiento, y/o tráfico de bicicletas deberían diseñarse de acuerdo con *LRFD Guide Specifications for the Design of Pedestrian Bridges* de la AASHTO.

Ilustración 3 -Numeral 3.6.1.3- CCP-14

6-Vibraciones

A menos que el propietario renuncie a esta especificación, deberán ser investigadas las vibraciones como un estado límite de servicio, usando la combinación de cargas Servicio I de la tabla 3.4.1-1 de la AASHTO-LRFD. Las vibraciones en la estructura no causarán incomodidad o preocupación a los usuarios de un puente peatonal. Como se especifica aquí excepcionalmente, la frecuencia fundamental de un modo vertical del puente peatonal sin carga viva, será mayor que 3.0 hercios para evitar el primer armónico. En la dirección lateral, la frecuencia fundamental del puente peatonal será mayor que 1.3 hercios. Si la frecuencia fundamental no puede satisfacer estas limitaciones, o si el segundo armónico es una preocupación deberá hacerse una evaluación dinámica. Esta evaluación deberá considerar:

- La frecuencia y la magnitud de las cargas peatonales.
- Las fases de carga incluyendo el fenómeno "lock-in" (sincronización forzada).
- Estimación apropiada del amortiguamiento de la estructura.
- Límites de la Frecuencia dependiente de aceleración o velocidad

(Numeral 6 - GSDPB – AASHTO)

Se hizo un modelo de contraste en SAP2000 y otro en MIDAS, los cuales corroboraron las lecturas de frecuencias que reportan las memorias presentadas. Llevar el puente a cumplir esta especificación cambia de forma fundamental el diseño hasta ahora presentado, puesto que se requiere rigidizar la estructura, y para cumplir este objetivo se debe cambiar la geometría o cambiar la sección de los elementos o ambas cosas

Avenida 116 #59-31 Apto 206 Bogotá D.C. Teléfonos: 6 43 43 81 - 311-4566872 E-mail: jlchaconf@yahoo.com

- El incumplimiento de la disposición normativa referente a las vibraciones se puede ver en los datos que muestran las memorias de cálculo así:



LADICOL
INGENIERIA DE ESTRUCTURAS

MODOS DE VIBRAR

Desplazamientos normalizados a PHI*M*PHI=1

Modo de vibrar : 1

W = 2.03 [RAD/SEG] PERIODO = 3.09980 [SEG]

DESPLAZAMIENTOS

Nudo	Tras.X [phi]	Tras.Y [phi]	Tras.Z [phi]	Rot.X [phiRot]	Rot.Y [phiRot]	Rot.Z [phiRot]
420	3.92E-01	0.00E+00	7.11E-08	0.00E+00	9.39E-12	0.00E+00

Modo de vibrar : 2

W = 2.28 [RAD/SEG] PERIODO = 2.75738 [SEG]

DESPLAZAMIENTOS

Nudo	Tras.X [phi]	Tras.Y [phi]	Tras.Z [phi]	Rot.X [phiRot]	Rot.Y [phiRot]	Rot.Z [phiRot]
420	0.00E+00	-7.59E-08	-3.02E-03	-8.09E-081.39E-02		-4.42E-08

Modo de vibrar : 3

W = 2.45 [RAD/SEG] PERIODO = 2.56054 [SEG]

DESPLAZAMIENTOS

Nudo	Tras.X [phi]	Tras.Y [phi]	Tras.Z [phi]	Rot.X [phiRot]	Rot.Y [phiRot]	Rot.Z [phiRot]
420	-7.11E-08	0.00E+00	3.97E-01	-4.40E-081.05E-042.26E-07		

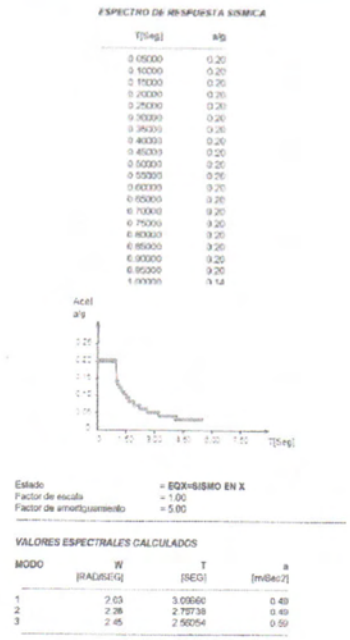
Ilustración 4 - Frecuencias de vibración reportadas en memorias

En la información presentada se han evaluado tres modos de vibración el modo 1 reporta una frecuencia de 2.03 radianes /segundo, valor que corresponde a 0,32 Herz, este primer modo parece corresponder, según la gráfica presentada, a un modo horizontal y en consecuencia no cumple la recomendación de ser superior a 1,3 Herz. Así mismo el modo 2 de predominancia vertical reporta frecuencia de 2,28 radianes/segundo que corresponde a 0,36 Herz, lo cual incumple la recomendación de ser mayor o igual a 3,0 Herz.

Dado que el valor obtenido es bastante alejado de la recomendación de norma, se concluye que será necesario modificar el diseño.

- Con respecto a los resultados del análisis espectral se tiene igualmente una observación importante.

Avenida 116 #59-31 Apto 206 Bogotá D.C. Teléfonos: 6 43 43 81 - 311-4566872 E-mail: jlchaconf@yahoo.com



ESPECTRO DE RESPUESTA SISMICA

T[Seg]	a/g
0.05000	0.20
0.10000	0.20
0.15000	0.20
0.20000	0.20
0.25000	0.20
0.30000	0.20
0.35000	0.20
0.40000	0.20
0.45000	0.20
0.50000	0.20
0.55000	0.20
0.60000	0.20
0.65000	0.20
0.70000	0.20
0.75000	0.20
0.80000	0.20
0.85000	0.20
0.90000	0.20
0.95000	0.20
1.00000	0.14

Acel
a/g

T[Seg]

Estado	= EQX=SISMO EN X
Factor de escala	= 1.00
Factor de amortiguamiento	= 5.00

VALORES ESPECTRALES CALCULADOS

MODO	W [RAD/SEG]	T [SEG]	a [m/Sec2]
1	2.03	3.09960	0.49
2	2.28	2.75738	0.49
3	2.45	2.56054	0.59

Ilustración 5 - Espectro usado en el análisis

El espectro usado no corresponde estrictamente al que se calcula con parámetros de la norma CCP-14 LRFD.
EL espectro de norma tiene una meseta 0,25, el usado la muestra de 0,20. Por otra parte, al haber usado un periodo del orden de 2,50 segundos la fuerza horizontal resultante es inferior a 0,05*g*m en su espectro, contra la que se debió usar que es del orden de 0,25*m*g. Se requiere en consecuencia revisar los diseños sismorresistentes de la infraestructura.

- Se solicita incluir en el plano un esquema detallado de la sección transversal de cada uno de los elementos principales de la superestructura, de tal forma que queden definidas las distancias relativas entre los perfiles que componen la sección.

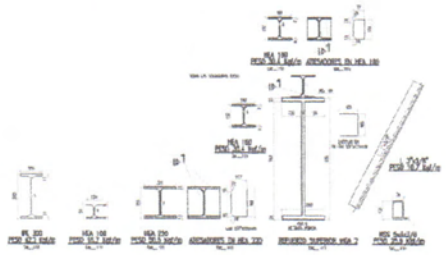


Ilustración 6 - Ejemplo de secciones transversales

Avenida 116 #59-31 Apto 206 Bogotá D.C. Teléfonos: 6 43 43 81 - 311-4566872 E-mail: jlchaconf@yahoo.com

CONCLUSIONES

- Se recomienda modificar el diseño del puente peatonal para dar cumplimiento a la norma de puentes en lo referente a las frecuencias fundamentales las vibraciones. Aunque pueda darse que las resistencias nominales de los elementos sean mayores a las acciones externas, el incumplimiento de esta recomendación que regula el desempeño dinámico de la superestructura tiene implicaciones en la durabilidad de la estructura y en su costo de mantenimiento, se requiere en consecuencia modificar la geometría de la estructura o la sección transversal de los elementos, o ambas. Se considera que dado el avance que se tiene en el diseño hasta ahora ejecutado, lo más conveniente es explorar en la reducción de la luz del puente, incrementando el número de apoyos, y hacer el ejercicio de reducción de la luz en concordancia con la longitud de cada módulo de 1.77 m que ahora se tiene.
- Es preciso revisar el espectro de diseño utilizado en el análisis sísmico, y verificar el periodo para el cual se calcula la fuerza de sismo. Teniendo en cuenta que hay igualmente observaciones al estudio de suelos, se requiere también verificar que la caracterización de suelo Tipo E dada con anterioridad se mantiene para corroborar el espectro a ser utilizado, así como la profundidad de los pilotes.
- Otras observaciones hechas anteriormente en las reuniones y comunicaciones con respecto a la baranda se consideran atendidas.

José Luis Chacón F.

JOSE LUIS CHACON FIGUEROA
Ingeniero Civil – Especialista en Estructuras
Universidad Nacional de Colombia
Matrícula No. 25202-44237 CND

Avenida 116 #59-31 Apto 206 Bogotá D.C. Teléfonos: 6 43 43 81 - 311-4566872 E-mail: jlchaconf@yahoo.com

INFORME DE ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

JOSE ANDRES LIZARRALDE ARGUELLO
ESTUDIOS DE ESPECIALIZACION EN GEOTECNIA VIAL - UN
GEOLOGO - UN

Bogotá D.C., abril 29 de 2019

INTERVENTORIA:

ING. ALCIRA PÁEZ DURÁN

ING. PEDRO FELIPE FERNANDEZ P.

OBJETO: Interventoría para el Mejoramiento de los caminos ancestrales sobre Caño Minitas en el corregimiento de Barranco Minas del Departamento del Guañía, Contrato de Obra No. 681 de 2018.

ASUNTO: Revisión y verificación de estudios y diseños en el área de geología y geotecnia del sitio del puente peatonal sobre el Caño Minitas, corregimiento de Barranco Minas, Departamento del Guañía.

1. INTRODUCCION

Como apoyo de la interventoría en desarrollo del Contrato de Obra No. 681 de 2018, cuyo objeto es **"Mejoramiento de los Caminos Ancestrales sobre el Caño Minitas en el corregimiento de Barranco Minas del Departamento del Guainía"**, a continuación, se presentan los siguientes comentarios en relación con la revisión en los temas de geología y geotecnia de los estudios y diseños existentes para el proyecto y las aclaraciones posteriores.

Se cuenta con la siguiente información:

- **Análisis Geológico,** elaborado por el Ingeniero Geólogo Henry Elías Ardila Melo para la Gobernación del Guainía en 2018 y el **Estudio de Suelos** elaborado por INGEGAR INGENIERIA S.A.S de enero de 2018 para el "Mejoramiento de los Caminos Ancestrales sobre el Caño Minitas en el corregimiento de Barranco Minas del Departamento del Guainía"

- Aclaraciones a observaciones al estudio de suelos con oficio fechado el 07 de marzo de 2019 mediante el cual adjunta nuevamente el Estudio de Suelos (Versión: 002 de fecha julio de 2014), elaborado por INGEGAR INGENIERIA S.A.S. para el **"Mejoramiento de los Caminos Ancestrales sobre el Caño Minitas en el corregimiento de Barranco Minas del Departamento del Guainía"**.

- Oficio SRT 8273 del 28 de febrero de 2019, al Secretario de Planeación del Guainía suscrito por el Subdirector Red Terciaria y Férrea del INVIAS, en relación con Observaciones estudios y diseños del proyecto Mejoramiento de los Caminos Ancestrales sobre el Caño Minitas en el corregimiento de Barranco Minas del Departamento del Guainía.

- Oficio DS-018 del 23 de abril de 2018 (?), sobre Contrato de Consultoría 919 de 2016 suscrito por Edgar Moreno Mahecha Representante Legal del Consorcio Caminos Ancestrales 2016, en relación con las observaciones a los estudios y diseños del proyecto

DIRECCION: CARRERA 46 No. 187-39 AP 401 B-5, BOGOTÁ, D. C. TELÉFONOS: 6717466 – 7032758
CELULAR 3103318117, E-mail: andreslizarralde@gmail.com

160

Mejoramiento de los Caminos Ancestrales sobre el Caño Minitas en el corregimiento de Barranco Minas del Departamento del Guainía.

2. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es la construcción de un puente peatonal de 200 m de longitud sobre el Caño Minitas en el Corregimiento de Barranco Minas del Departamento del Guainía. Localizado en al oriente del aeródromo del corregimiento de Barranco Minas a 2 Km de la margen derecha del río Guaviare, con una altura de 117.5 m.s.n.m.

3. GEOLOGIA

El **Análisis Geológico,** elaborado por el Ingeniero Geólogo Henry Elías Ardila Melo para la Gobernación del Guainía en 2018, de la zona en investigación para el puente de 200 m de longitud sobre el Caño Minitas en el Corregimiento de Barranco Minas en el Departamento del Guaviare se desarrollaron los siguientes temas: generalidades, localización geográfica, fisiográfica y geomorfológica, e información superficial basado en imágenes de satélite y datos de los mapas, análisis interpretativos de la plancha 5-15 a escala 1:500.000, descripción de unidades cronoestratigráficas de la zona de investigación de acuerdo con la información del obtenida del INGEOMINAS hoy Servicio Geológico Colombiano, y las observaciones en el sitio y la investigación del subsuelo el Consultor alcanzó a:

- Definir las condiciones geológicas y geomorfológicas locales para el nuevo puente.
- Identificar y evaluar los procesos superficiales que afectan el sitio.
- Presentar la geología y geomorfología local de la zona de influencia del Proyecto.
- Evaluar las características geomorfológicas y estabilidad del cauce.
- Se hacen observaciones sobre la estabilidad y fundación de terraplenes de acceso al puente.

En relación con la geología regional, se considera que las descripciones plasmadas en el informe están de acuerdo con las condiciones geológicas existentes, y con la nomenclatura estratigráfica para la región.

Describe el Marco Geológico Regional, la geomorfología estratigrafía de acuerdo con los estudios Geológicos de la Amazonía Colombiana fundamentados en parte por lo realizado por Galvis et al (INGEOMINAS, 1979); dentro del Programa de Investigación Multidisciplinaria desarrollada a partir de 1974 de la Región Amazónica.

Respecto de la descripción de la geología local:

Informa que el puente se construirá sobre depósitos del Cuaternario correspondientes a terrazas aluviales (Q1-t) recientes acumuladas por la acción geológica del río en desarrollo de su caudal. Informa que apoyándose en los taludes expuestos en las márgenes del río Guaviare y del caño Minitas, los sondeos realizados con profundidades de 10 m en la zona de influencia y hace la descripción de los diferentes depósitos allí existentes de donde distinguen de base a techo:

- Arenas sueltas de color gris claro, grano fino, redondeado, intercaladas con arena arcillosa de color ocre y esporádicos niveles de arcillas laminadas, plásticas, de

color gris claro, en capas de 5 a 10 cm de espesor con espesor total de 5 m, estatificación plano-paralela onduladas.
- 3 metros de arena de grano fino a muy fino limpias, con esporádicos niveles conglomeráticos que gradan rápidamente a hasta área fina, nivel muy suelto.
- Suelos residuales color marrón espesor aprox. de 90 cm.

En relación con la geología estructural informa que no se evidencia información al respecto.

Concluye: "Basándose en la interpretación del mapa geológico 5-15 no se evidencia rasgos estructurales que representen estructuras falladas y de la documentación que se consultó no hay nada relacionado con información de falla o lineamientos que puedan ser tenidos en cuenta en el presente análisis geológico de la zona de investigación, construcción de un puente peatonal de 200 m de longitud sobre el Caño Minitas, Corregimiento de Barranco Minas Departamento del Guainía."

Hacen la descripción de la fisiografía y geomorfología del sitio del ponteadero, realizan una descripción y caracterización del cauce en el tramo de afectación directa de las obras del proyecto y enuncian procesos activos de erosión, socavación, migración lateral, inundación en relación con la margen derecha del río Guaviare "donde la sinuosidad del sistema meándrico del río Guaviare se encuentra mas activo y amenaza con los procesos de erosión geológica de la erosión natural por socavamiento por la dinámica del flujo afectada por el sistema meándrico que presenta."

4. GEOTECNIA

Basados en el informe del estudio elaborado por el INGEGAR INGENIERIA S.A.S., ESTUDIO DE SUELOS (Versión: 002 de julio de 2014), para el puente peatonal de 200 m de longitud sobre el Caño Minitas en Barranco Minas, Departamento del Guainía, se tienen los siguientes comentarios:

En el informe del Estudio de Suelos presentan lo referente a los resultados de la exploración de campo y ensayos de laboratorio, determinando la estatificación y generalidades del subsuelo.

Caracterización del proyecto (exploración de campo y ensayos de laboratorio) con el objeto de conocer las características físicas y obtener muestras de los diferentes estratos que conforman el perfil del subsuelo en el área del proyecto, se utilizó la información obtenida de dos (2) perforaciones realizadas en las márgenes del caño Minitas en 2014.

Sobre muestras obtenidas se realizaron ensayos de laboratorio necesarios para la caracterización geomecánica con el fin de obtener los parámetros de diseño de cada una de las estructuras involucradas en el proyecto.

En el anexo se consigna el resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados.

Adelantan el análisis de cimentación obteniendo capacidad de carga, cálculos de los asentamientos y efectos locales para el diseño antisísmico.

Presentan verificación de la capacidad portante según las normas del NSR y factor de seguridad básico mínimo del FSBM.

- En relación con las conclusiones y recomendaciones del estudio de suelos se destaca:

Se presentan las características de los materiales encontrados en cada uno de los sondeos y niveles freáticos encontrados.

Informa que "la capacidad de carga admisible se anexa en las tablas en la que se tuvo en cuenta para las perforaciones, un ancho asumido típico en este tipo de estructuras, y diferentes profundidades dentro del estrato escogido como cota de cimentación"

Recomienda al ingeniero calculista que tenga en cuenta las cargas reales y realizar chequeo de capacidades portantes.
"El sistema de fundación recomendado para el diseño estructural, teniendo en cuenta las capacidades de carga de las pruebas de laboratorio, y chequeos efectuados en cuanto a factor de carga y factor de asentamiento a diferentes profundidades corresponde a pilotes fundidos in situ."

Presentan el procedimiento constructivo para pilotes fundidos in situ.

En relación con la CIMENTACIÓN:

Con la exploración del subsuelo y los ensayos de laboratorio se obtuvo la información mínima para los análisis de capacidad portante, peso unitario, resistencia al corte y ángulo de fricción y compresión.

Con el oficio fechado en Villavicencio del 07 de marzo de 2019 de INGEGAR INGENIERIA S.A.S:

> -"Se evidenció visualmente que el material correspondiente a Arena Limosa color blanco con vetas rojas, humedad alta y consistencia blanda se prolongaba hasta la profundidad de perforación, realizada y por ello en el análisis de cimentación profunda (Pilotes) se determinó dicho profundidad (10 mt) para cálculo de capacidad de carga en pilotes por fricción y punta, así como también la capacidad de carga admisible del suelo, todo ello cumpliendo con los parámetros normativos estimados en la NSR-10 y LRFD14; dicha información fue suministrada al Ingeniero Estructural del Proyecto."

De acuerdo con el oficio de INVIAS SRT8273 del 28 de febrero de 2019 donde se hacen observaciones sobre la cimentación, especialmente en lo relacionado con la utilización de tubería metálica en lugar de pilotes fundidos in situ donde se destaca lo siguiente:

"En el documento del proceso constructivo se menciona la actividad de SUMINISTRO E HINCADA DE TUBO DE PERFORACIÓN API 110 DE 12", la cual en el numeral 10 dice lo siguiente: *" 10. La profundidad de diseño del hincado de tubería según el* ***estructural*** *siguiendo las recomendaciones* ***del estudio hidráulico*** *son 6 m (metros) a partir del nivel de socavación. La tubería instalada en cuanto a su longitud total variara dependiendo a la topografía del terreno para cada uno de sus cinco apoyos"*, por lo anterior al revisar el estudio de suelos en el capítulo de conclusiones y recomendaciones, se evidencia que el tipo de cimentación considerada es superficial con una carga admisible de 3.49 Kg/Cm2 y una profundidad de desplante de - 6 metros con respecto al terreno

existente, por lo anterior los estudios de suelos no determinan la capacidad por compresión de los pilotes mencionados en los planos estructurales, de igual forma no cumple con la norma NSR-10, en cuanto al numeral H.3.2.5 profundidad de los sondeos, H.3.2.5 Número mínimo de los sondeos, H.4.4 Cimentación con pilotes, H.8.4.2 Cimentación con pilotes o pilas (proceso constructivo de hincado)."

Por lo anterior recomienda "que la longitud de diseño del hincado de los pilotes no la determine el especialista estructural e hidráulico si no por el contrario el geotecnista calcule la capacidad del pilote individual y de esta manera el especialista estructural defina el número de pilotes con respecto a las cargas actuantes."

Como respuestas al anterior mediante oficio DS-018 del 23 de abril de 2018 (?), suscrito por Edgar Moreno Mahecha Representante Legal del Consorcio Caminos Ancestrales 2016, sobre Contrato de Consultoría 919 de 2016, en relación con las Observaciones a los estudios y diseños del proyecto Mejoramiento de los Caminos Ancestrales sobre el Caño Minitas en el corregimiento de Barranco Minas del Departamento del Guainía, expresan lo siguiente en relación con la cimentación:

Se menciona que en el anexo del ESTUDIO DE SUELOS se "adjuntan los ensayos de CAPACIDAD DE CARGA EN PILOTES (Fricción y de punta), ensayo de CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DEL SUELO, ensayo de COEFICIENTE DE BALASTO HORIZONTAL Kh, PARA PILOTES O MUROS VERTICALES y ensayo CALCULO MODULO DE REACCIÓN DEL SUELO".

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA REVISIÓN GEOLOGICA Y GEOTÉCNICA

En relación con las observaciones realizadas directamente en el terreno se concluye que la información geomorfológica y geológica descrita en los informes cumple con los requerimientos para el diseño y construcción del puente sobre el caño Minitas y aclaraciones sobre los estudios de suelos elaborados por INGEGAR INGENIERIAS S.A. sobre la investigación del subsuelo,

De acuerdo con lo analizado se concluye que la estratigrafía en general en la zona es muy similar y en parte homogénea donde se encuentran materiales como limos y/o arenas e intercalaciones de arcillas (posiblemente depósitos lenticulares), por lo cual con la información obtenida se considera que se tiene el conocimiento mínimo de la estratigrafía de la zona del proyecto. Según el consultor los materiales correspondientes a: "Arena Limosa color blanco con vetas rojas, humedad alta y consistencia blanda se prolongaba hasta la profundidad de perforación, realizada y por ello en el análisis de cimentación profunda (Pilotes) se determinó dicha profundidad (10 mt)".

Con la exploración del subsuelo y los ensayos de laboratorio se obtuvo la información mínima para los análisis de capacidad portante, peso unitario, resistencia al corte y ángulo de fricción y compresión.

Los informes desarrollan la caracterización geomorfológica, geológica y físico mecánica del subsuelo, las recomendaciones de cimentación y la evaluación de las condiciones geotécnicas especiales del terreno, para la construcción del puente peatonal sobre el caño Minitas en Barranco minas Departamento del Guainía

Se tipificó el perfil estratigráfico de acuerdo con los registros y ensayos realizados a las muestras recuperadas de los sondeos y se encontraron niveles freáticos en cada sondeo.

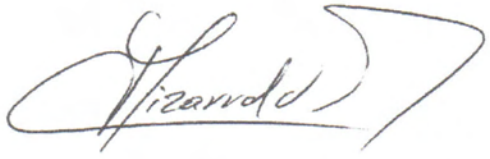
- Por lo anterior la información presentada relacionada con la geología regional, en lo que respecta a las características geomorfológicas, estratigráficas del área del proyecto, están de acuerdo con las condiciones geológicas existentes y la información existente del INGEOMINAS, la cual se considera como información geológica básica para la zonificación geotécnica realizada para el área del proyecto; con la investigación del subsuelo se adelantó la caracterización físico-mecánica de éste apoyados en ensayos de laboratorio y de acuerdo con ésta caracterización geomecánica de los materiales encontrados, presentaron recomendaciones para la fundación de los apoyos de la estructura del puente cinco (5) lo cual se considera aceptable.

De acuerdo con lo expuesto y analizando lo anterior, han determinado la profundidad de cimentación (para el caso tubería metálica) de 6 m a partir del nivel del suelo, pero se debe tener en cuenta que del nivel del suelo a la cota del cauce existente es de mas de 4 m de profundidad del canal actual del cauce, actualmente cargado hacia la margen izquierda, según el perfil presentado, quedando un rango de tan solo 2 m a la profundidad de cimentación propuesta.

Igualmente es importante tener en cuenta la posible socavación lateral del cauce del caño Minitas en la zona de ponteo en su margen izquierda, ya que el canal actual se encuentra a poca distancia de donde se ha propuesto el estribo, por lo anterior es importante tener en cuenta las recomendaciones del estudio hidráulico en relación la dinámica del cauce hacia las márgenes actuales, por la fácil erosión lateral que puede afectar los materiales presentes.

De acuerdo con lo expuesto y analizado en relación con la profundidad de cimentación se recomienda al Consultor verificar y confirmar la profundidad de hincado de la tubería metálica de acuerdo con las condiciones encontradas y lo expuesto en los párrafos anteriores.

Cordialmente,



JOSE ANDRES LIZARRALDE ARGUELLO
Geólogo
T.P. 421 CPG

INFORME DE ESPECIALISTA EN HIDRAULICA Y/O HIDROLOGIA

Bogotá, abril 27 de 2019

PARA: PFFP INGENIEROS SAS

ATN: ING. PEDRO FELIPE FERNANDEZ PAYAN - REPRESENTANTE LEGAL

DE: ING. JORGE POSADA GOMEZ ESPECIALISTA EN HIDROLOGIA Y/O HIDRAULICA PARA EL CONTRATO INVIAS 1412 – 2018

REF: Concepto técnico sobre el estudio denominado "Características hidrográficas, climatológicas, hidrológicas y estimación de la profundidad de socavación de la microcuenca hidrográfica del Caño Minitas para el proyecto mejoramiento de los caminos ancestrales sobre el Caño Minitas en el Corregimiento de Barranco Minas del Departamento del Guainía – Estudio Hidrológico - Departamento del Guañía enero de 2018"

Atendiendo los compromisos adquiridos en nuestra reunión del 29 de abril del presente año, en la que participaron los ingenieros Pedro Felipe Fernández, Alcira Páez, Jorge Posada y el Geólogo Andrés Lizarralde y, luego de presentar verbalmente las observaciones que este especialista tenía sobre la revisión de los estudios de la referencia, se decidió elaborar un documento que incluyera todas las observaciones sobre dicho documento.

LO ANALIZADO

Para realizar esta labor se dispuso además del texto de la referencia, los Estudio de suelos, Estudios de Geología, planos estructurales y comunicaciones varias que indicaban, entre otros, observaciones anteriores sobre diferentes aspectos del estudio, dibujos en AutoCAD etc.

Vale la pena indicar que este especialista no ha visitado el sector del proyecto, pero se han analizado en profundidad toda información arriba indicada, además de recopilar información de tipo satelital para evaluar las condiciones geofísicas, morfométricas de la cuenca y sitio de ponteadero y poder así confrontar con gran

Por lo anterior me centrare en dar un concepto del desarrollo de los estudios hidrológicos, hidráulicos y de socavación con el pleno conocimiento que la obra está en proceso constructivo y que algunas de mis observaciones y recomendaciones puedan ser o no consideradas e implementadas luego de un acuerdo con la firma encargada de la construcción del puente sobre el Caño Minitas.

A – ESTUDIO HIDROLOGICO

Como es bien sabido este aspecto técnico en esencia describe las condiciones geofísicas, climáticas y morfológicas de la cuenca hidrográfica y aplicando diferentes técnicas, llegar a determinar el volumen de los caudales circulantes bajo la estructura de puente proyectado. Al transitar o hacer circular los caudales obtenidos por la sección del puente se conocerán los niveles alcanzados por las crecientes (cotas en m.s.n.m.) determinando de paso los gálibos disponibles para la estructura proyectada.

De igual forma en el proceso siguiente, tomando valores del tránsito de crecientes descrito en el párrafo anterior se determinara la socavación general del lecho y local (pilas de apoyo y estribos). Estos resultados son el insumo para determinar la profundidad de cimentación de las estructuras de apoyo.

Este informe presenta un desarrollo temático adecuado en cuanto a los objetivos finales para este tipo de estudios pero el análisis de la información y resultados muestra muchas incoherencias en cuanto a la imposibilidad de poder verificar lo que allí se describe y redacta. Es así como se analizan y detallan con alguna profundidad los diferentes elementos y/o componentes atmosféricos del régimen climático de la zona, importantes estos en proyectos de cultivos y/o riegos, pero de *poca aplicación práctica en un estudio cuyo objetivo primordial es la generación de* caudales.

Estos informes no anexaron toda la información básica hidroclimatica expedida por las entidades operadoras de las estaciones de registro para poder verificar las correlaciones y cálculos descritos en el texto; tampoco se hace entrega de una memoria de cálculos que de igual forma permite verificar cálculos.

En este punto y dado que no existen estaciones de registro de caudales en la corriente Caño Minitas los caudales deben ser generados aplicando la técnica de *lluvia-escorrentía en donde los registros de lluvia en todas sus modalidades* (No. de días con lluvia, totales diarios, mensuales, anuales, máximos de 24 horas y

totales anuales son de capital importancia. Así también los registros de niveles y caudales de corrientes aforadas (estaciones hidrométricas) indicadas en el informe tales como LM-Pueblo Nuevo y LG- Barranco Murciélago ubicadas sobre el Rio Guaviare se requieren para verificar las correlaciones de lluvia y caudal en la zona.

Al no incluir en el informe una detallada memoria de cálculos la curva de IFD (pág. 15) para el sector Barranco Minas, su análisis y aplicación para generar caudales de diseño es confusa y no permite determinar su correcta aplicabilidad.

B – EVALUACIONES DE ESTE ESPECIALISTA

Los valores de lluvia máxima de 24 horas y No de días con lluvia (Cuadro 3 pág. 11), así también como los registros de lluvia total anual son utilizados, en conjunto con las cifras de sofometría de la cuenca (área, longitud, pendiente etc.), generar bajo la técnica de lluvia-caudal los hidrogramas unitarios adimensionales a los cuales se les aplica la lluvia de diseño para obtener caudales.

Se *analizan de igual forma los estudios de Regionalización de Crecidas en* Colombia Himat–1990 para el Alto Guaviare, el denominado Estudio Nacional de Aguas elaborado por Mejía, Millán & Perry para Fonade en 1984 y varias fórmulas empíricas que utilizan en su desarrollo valores morfométricos y de lluvia tales como las de Izskowski, Fuller, Creager etc.

El resultado de estas evaluaciones y cálculos permiten generar valores de caudal mayor a 100 m3/seg para los periodos de recurrencia definidos de 50 y 100 años. Estas cifras son bien diferentes a los reportados en la página 18 y 19 del informe.

C – ESTUDIO HIDRAULICO Y SOCAVACION

En cuanto a los análisis hidráulicos y de socavación el concepto es, de igual forma, pobre por decir lo menos por las siguientes razones:

a) Aplicando la ecuación de Continuidad en donde Q = A*V y el perfil topográfico de la sección del cauce se debe transitar o hacer circular por esta sección, el caudal de diseño de T = 50 años y T = 100 años para *obtener las cotas de niveles máximos de creciente, velocidades de flujo,*

áreas hidráulicas ocupadas y ancho superficial de la lámina de agua. Esta labor no se realizó y los datos que se indican en la página 21 punto 5.1 están errados.

b) En cuanto a los análisis de socavación si bien la única fórmula aplicada fue la desarrollada por Lischtvan Levediev está bien transcrita en formulación y tablas. Los parámetros indicados en el Cuadro 7 pagina 23 están errados y, particularmente un valor de capital importancia tal como el D50 = 5 m.m. cuando los ensayos de clasificación de las dos (2) perforaciones entregan valores de entre 0.1 y 0.2 m.m. como valores representativos de D50 (% que pasa). Ver Estudio de Suelos.

Lo descrito en el punto a) invalida los niveles de creciente graficados en la página 20 y los valores del cuadro incluido en el punto 5.3, puesto que no tienen un soporte teórico de análisis y calculo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1- El panorama de todo lo descrito es bien decepcionante pero como ya se indica en el aparte **B**, con la información que se incluyó en el informe, mi experiencia personal en la materia, bibliografía técnica disponible y el análisis de los informes de Suelos y Geología, se obtienen valores de lluvia máxima los cuales, disgregados en valores en lamina para un delta de tiempo adoptado, generan caudales acordes a la climatología de la zona aplicando la técnica del Hidrógrafa Unitario Adimensional.

Los caudales generados para los dos periodos de recurrencia de T50 años y de T100 años son los siguientes: 112 m3/seg y de 161 m3/seg respectivamente.

2- Al transitar la creciente de diseño utilizando los dos valores indicados en el punto anterior, se obtienen las siguientes cotas de niveles del agua en la superficie de 118.81 m.s.n.m. y de 119.56 m.s.n.m. respectivamente.

Estos cifras son similares a los indicados en el informe que se analiza pero con la gran diferencia que estos si están bien soportados por cálculos llevados a cabo por parte de este especialista.

3- Los análisis de socavación aplicando la misma fórmula de Levediev indicada en este informe y la de Blench–1969 extractada de Bridge Scour by Melville-2000, permiten obtener valores acordes a la litología y granulometría del Caño Militas en el sector del cruce del puente en construcción. Los valores obtenidos para la máxima profundidad de socavación en m. son los siguientes:

Para T50 años = 114.45 mt. y para T100 años = 113.77.

4- Se recomienda, por lo tanto, cimentar los apoyos de esta estructura en construcción a una profundidad **mayor** a la indicada en el Punto 3 anterior.

Esta recomendación deberá ser analizada por los especialistas estructurales y de geotecnia para tomar una decisión final. Esta sugerencia técnica es más real y necesaria para el estribo de la margen izquierda ya que está ubicado en donde el Cauce del Caño Minitas presenta su máxima profundidad en la sección transversal y por ende mayor susceptibilidad al fenómeno socavante.

Para las otras pilas y estribo derecho de apoyo, se podría considerar una profundidad de cimentación menor pero esta decisión estaría sujeta a los análisis de los especialistas estructurales y de geotecnia que determinen la estabilidad de la obra bajo estas condiciones (profundidad de cimentación diferencial).

5- El análisis del perfil del puente peatonal del Caño Minitas 200 m. incluido en el Plano estructural.dwg y la Gráfica de Google Anexa No 1 permite analizar dos aspectos:

a) Los niveles máximos con cotas mayores a las ya indicadas, generadas por factibles caudales mayores a los indicados para la frecuencia de T100 años, pueden alcanzar la cota 120 m.s.n.m. ocupando así los dos (2) cauces indicados en el perfil (cotas de fondo 119.49 y 119 aproximadamente);

b) Al presentarse los niveles de creciente máxima **sin desborde** por el cauce de mayor profundidad (ver apoyo izquierdo) aguas arriba esta corriente se desborda por su margen derecha (ver imagen de Google anexa) según se observa en las tonalidades claras de la imagen. Esta es la generadora de la zona de inundación que indica lo adecuado de la longitud total del puente en construcción.

(11)

6- La altura de la superestructura del puente diseñado genera gálibos adecuados para evacuar los caudales líquidos y solidos que puedan presentase en el cauce analizado. Sobre este aspecto no hay ninguna observación.

7- Se espera que estas Conclusiones sean analizadas con tranquilidad y de igual forma que algunas de sus recomendaciones sean tenidas en cuenta para que la construcción del puente llegue a un feliz término y la comunidad pueda tener paso ininterrumpido durante todo el año. Si el lector del presente documento o Entidad pertinente tiene alguna duda o requiere aclaraciones sobre algún tema, estaré presto a resolverlas.

Candialmente,

JORGE POSADA GOMEZ – Ing. Geografo

Master en Recursos Hidráulicos U. Nacional

M.P. 09772 CND

C.c. Ingeniera Alcira Páez

ANEXO: Grafica No 1

GRAFICA 1 CAÑO MINITAS CORREGIMIENTO DE BARRANCO MINAS DEPTO. DEL GUANIA

