

Informe Técnico No. de

**Visita técnica de verificación
Viaducto - Acueducto Tocaima**

I. IDENTIFICACIÓN.

Expediente	No Aplica.			
Radicación	No Aplica			
Solicitante o Contraventor	Alcaldía Municipal			
Representante Legal	Fernando Afanador Puentes			
Identificación				
Domicilio Solicitante	Calle 5 Carrera 9 Esquina - Palacio Municipal			
Teléfonos Solicitante	8340061 o 8340072			
Municipio	Tocaima			
Vereda	San Isidro			
Predio	Viaducto INGEAGUAS			
Ubicación	Coordenadas E: 941815; N: 989175 (Sistema de Coordenadas Magna-Sirgas)			
Cédula Catastral	No Aplica			
CIIU	No Aplica.			
Asunto	Punto crítico identificado y zona de amenaza y riesgo zona rural del municipio de Tocaima.			
Objetivo	Realizar verificación del riesgo generado por socavación bajo las bases de los soportes estructurales que sostienen las líneas de conducción del agua, ubicado en el Municipio de Tocaima – Cundinamarca.			
Fecha Visita	Febrero 14 de 2014			
Tipo	Tramite por Decidir		Seguimiento y Control	Evaluación de Documentación
	Permisivo		Permisivo	Permisivo
	Sancionatorio		Sancionatorio	Sancionatorio
	X Otro			

II. ANTECEDENTES

Mediante solicitud adelantada por el Alcalde municipal, el Doctor Fernando Afanador Puentes, quien manifiesta la necesidad de verificar el estado de las bases estructurales que sostienen las líneas de conducción de agua ubicado sobre el cauce del río Bogotá, el profesional hidráulico y el enlace de Riesgos de la Oficina Provincial Alto Magdalena de la CAR, realizaron la respectiva visita para realizar la verificación del riesgo generado por socavación en la vereda San Isidro, municipio de Tocaima – Cundinamarca.

Informe Técnico No. de

**Visita técnica de verificación
Viaducto - Acueducto Tocaima**

III. INFORME DE VISITA

Asistentes:

NOMBRE	CARGO
CARLOS ANDRÉS RODRIGUEZ	CONTRATISTA GESTION DEL RIESGO – CAR
MARIA FERNANDA HUERFANO	ENLACE GESTION DEL RIESGO CAR - OPAM

Desarrollo de la Visita:

La visita se realizó para verificar la afectación de la estructuras que sostiene la tubería de conducción de agua de la empresa prestadora del servicio INGEAGUAS S.A.E..

La comisión se desplazó hacia el municipio de Tocaima, una vez en él, se toma la vía que conduce hacia el municipio de Apulo, y en el sector conocido como San Isidro, se procede a verificar el estado general de las estructuras de soporte del viaducto que se encuentra sobre el río Bogotá, ubicado con coordenados E: 941815 y N: 989175.

Durante la visita se procedió a realizar un recorrido por el margen occidental del río, observando que el tránsito de las aguas cambiado, desviándose hacia la zona de las bases estructurales con posible afectación a la tubería que se está soportando.

En la inspección a la zona se observaron adecuaciones, compuestas por jarillones y empedrados en los taludes marginales del río; estos se encontraban en buenas condiciones y permitían el flujo de la corriente del río sin afectar su estabilidad. Se reitera, sin embargo, que estas cubren solo una porción de la base, y no son lo suficientemente resistentes para soportar el impacto del río Bogotá; el resto del lindero del predio que limita con el río se encuentra sometido a procesos erosivos y de socavamiento por el impacto de las aguas de dicha fuente. (Ver fotografía 1)



Fotografía 1. Tubería que transporta las aguas sobre el río Bogotá, para el abastecimiento de la misma en los municipios de Agua de Dios y Tocaima, por la empresa INGEAGUAS S.A- E.S.P

Informe Técnico No. de

**Visita técnica de verificación
Viaducto - Acueducto Tocaima**

La dinámica del río Bogotá en su cuenca baja y como consecuencia el riesgo presente, se atribuye a diversos factores que obedecen a condiciones naturales y antrópicas, tales como la configuración geomorfológica de la fuente, intensidad de precipitación, alteraciones de la línea de flujo y el material; los cuales actúan como detonantes de los fenómenos de socavación, erosión e inestabilidad de las márgenes del río. (Ver fotografía 2).

En caso de efectuar intervenciones en este punto del río, estas deberán ceñirse a las disposiciones del Decreto 2811 de 1974 y la normativa correspondiente, con el fin de controlar y evitar efectos nocivos en la zona, que puedan comprender alteraciones considerables al cauce y desencadenar riesgo mayores a largo plazo.

Por este motivo, las intervenciones se deben soportar y ejecutarse a partir de estudios y diseños que contemplen modelaciones hidráulicas e hidrológicas, con objeto de considerar escenarios técnicos factibles y posteriormente desarrollar acciones técnicas que permitan proteger la estructura, salvaguardando alteraciones ambientales y mitigando los riesgos por socavación e inestabilidad presentes en los soportes de la estructura.



Fotografía 2. Inclinación de los soportes estructurales debida a socavación e inestabilidad del material de cimentación.

IV. EVALUACIÓN DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

- **USO DEL SUELO**

De conformidad con el Acuerdo N° 042 de 2001, por medio del cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Tocaima, sobre el río Bogotá, fuente hídrica en el territorio municipal, establece que se debe conservar una franja de suelo no inferior a treinta (30) metros paralelo al nivel máximo de las aguas, a cada lado de su cauce. Sobre esta, solo se permiten los usos y/o actividades definidos a continuación.

“Uso principal. Conservación del suelo y restauración de la vegetación adecuada para la protección de los mismos.

Uso compatible. Recreación pasiva y contemplativa.

Informe Técnico No. de

**Visita técnica de verificación
Viaducto - Acueducto Tocaima**

Usos condicionados. Captación de agua e incorporación de vertimientos siempre y cuando no afecten el cuerpo de agua ni se realicen sobre los nacimientos. Construcción e infraestructura de apoyo para actividades de recreación. Embarcaderos, puentes y obras de adecuación, desagües de instalaciones de acuicultura y extracción de material de arrastre.

Uso prohibido. Usos agropecuarios, industriales, urbanos y suburbanos, loteo y construcción de vivienda, minería, disposición de residuos sólidos, tala y rocería de la vegetación.”

V. CONCEPTO TÉCNICO

Para la elaboración del concepto técnico se realizó una revisión de información secundaria, con el fin de identificar las características físicas relevantes a nivel de cuenca hidrográfica dentro de la cual se localiza el área de estudio y el estado en el cual se encuentra la estructura, para posteriormente determinar las posibles causas que actualmente están originando riesgo, fundamentalmente por los procesos erosivos o de socavación sobre las márgenes del río.

A partir del marco contextual presentado anteriormente, el cual se encuentra soportado mediante el registro fotográfico, diagnósticos preliminares e inspección visual en campo proporcionados en la visita, surgen consideraciones técnicas en el siguiente orden de:

5.1 Descripción de afectación y riesgo por Condiciones estructurales – Cruce aéreo

La tubería elevada que transporta aguas con fines de abastecimiento perteneciente a la empresa INGEAGUAS S.A – E.S.P y sus soportes ubicados en los extremos de la sección transversal del río, no cuentan con la capacidad óptima de servicio; en primera instancia, el material de la tubería presenta altos índices de oxidación en las secciones de empalme y conexión, dados por factores externos de deterioro, que a su vez se transmiten en la mayor parte del tramo de tubería y generan condiciones vulnerables a la falla (pérdidas, filtraciones considerables e inminente riesgo de fractura y rompimiento) que puede conllevar a la suspensión temporal del servicio de abastecimiento hídrico de los municipios de Agua de Dios y Tocaima. (Ver fotografía 3)

En segunda instancia, las columnas o soportes de la tubería elevada ubicados en los extremos de la sección transversal del río, aparentemente contruidos en concreto reforzado, no presentan fallas representativas como elemento estructural, teniendo en cuenta que no se registran fisuras o grietas propias derivadas de las condiciones de carga o de servicio impuestas por la tubería; pero a su vez, se encuentran en inminente riesgo de falla de cimentación o volcamiento por la inestabilidad del suelo circundante.

Tal inestabilidad del suelo por fenómenos de socavación, que posteriormente será contemplada en el presente informe, produce la pérdida de capacidad portante en la cimentación, disminuye el factor de seguridad a deslizamiento y volcamiento, por consiguiente genera altas probabilidades de colapso en la estructura general del cruce aéreo.

Así mismo, al caracterizarse como una estructura (puente) que permite salvar un accidente geográfico (río), se encuentra amenazado por eventos sísmicos, que pueden maximizar las condiciones de inestabilidad y generar riesgos por colapso.

Informe Técnico No. de

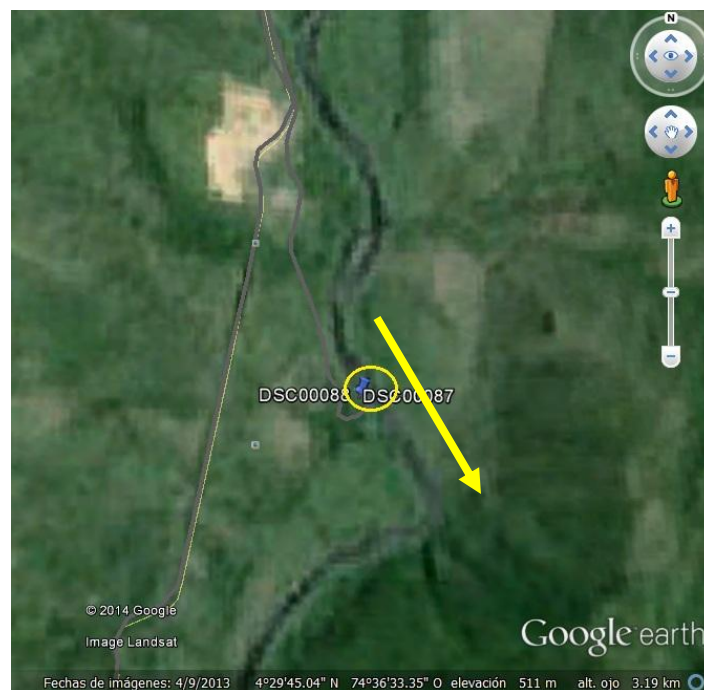
**Visita técnica de verificación
Viaducto - Acueducto Tocaima**



Fotografía 3. Conexiones de Tubería que transporta las aguas sobre el río Bogotá, para el abastecimiento de los municipios de Agua de Dios y Tocaima.

5.2 Aspectos de geomorfología – Morfología Fluvial

Bajo el análisis general de la disposición geomorfológica de la zona de estudio, resulta válido aclarar que el río Bogotá en su cuenca baja y en el área confluyente a la estructura, no presenta curvas representativas o configuraciones de tipo meandro; por tanto no condiciona factores de riesgo relevantes propios de geomorfología de la cuenca, resaltando que la estructura no se encuentra al margen de curvas pronunciadas, las cuales se caracterizan por el depósito sedimentario propio del material de arrastre a bajas velocidades en su parte externa, y en su zona externa, altas velocidades que conducen a la erosión y socavación, lo que teóricamente, dispone la configuración geomorfológica del cauce a través del tiempo bajo condiciones especiales.



Gráfica 2: Ubicación de estructura y dirección de flujo

Informe Técnico No. de

**Visita técnica de verificación
Viaducto - Acueducto Tocaima**

En vista de lo anterior, la estructura no se encuentra ubicada en curvas anudadas, salvo no se garantiza ni descartan las condiciones de riesgo presentes, puesto que los fenómenos de socavación no eluden o son únicamente característicos por condiciones morfológicas fluviales.

5.3 Descripción de afectación y riesgo por inestabilidad geotécnica e hidráulica

Como ya se mencionó, mediante la descripción visual y el registro fotográfico, la ubicación de las columnas o soportes estructurales del cruce aéreo se encuentran justo al margen y sobre las laderas del río.

Presentan un aislamiento o protección temporal con materiales in situ, tales como gravas y empedrados conformando jarillones; estos jarillones se proyectan temporales teniendo en cuenta que proporcionan condiciones mínimas de estabilidad y duración frente a condiciones normales del río, puesto que en la confluencia de altas precipitaciones, golpeteo abrupto y constante del agua a la ladera en el tiempo, aporte por escorrentías y la consecuente crecida o aumento significativo del caudal, se generan los escenarios óptimos a la socavación y desprendimiento, con lo cual procede a la pérdida sustancial del material de jarillon presente en la ladera y por consiguiente cambio crítico en la geometría del talud y sus estados tensionales.

A continuación se puede evidenciar por medio de la tabla, la descripción e influencia de las diferentes condiciones en los materiales y su comportamiento geomecánico. Tabla 1 y 2 mediante la señalización roja en el recuadro.

Tabla 1. Influencia de los diferentes factores en las condiciones de los materiales y de las laderas. Tomado de Ingeniería Geológica, Gonzales de vallejo

	Factores	Influencias y efectos
Condicionantes	Relieve (pendientes, geometría)	Distribución del peso del terreno.
	Litología (composición, textura)	Densidad, resistencia. Comportamiento hidrogeológico.
	Estructura geológica y estado tensional	Resistencia, deformabilidad. Comportamiento discontinuo y anisótropo. Zonas de debilidad.
	Propiedades geomecánicas de los materiales	Comportamiento hidrogeológico. Generación de presiones intersticiales.
	Deforestación	Modificaciones en el balance hídrico. Erosión.
	Meteorización	Cambios físicos y químicos, erosión externa e interna, generación de zonas de debilidad.
Desencadenantes	Precipitaciones y aportes de agua	Variación de las presiones intersticiales y del peso del terreno.
	Cambio en las condiciones hidrológicas	Saturación en suelos. Erosión.
	Aplicación de cargas estáticas o dinámicas	Cambio en la distribución del peso de los materiales y en el estado tensional de la ladera. Incremento de presiones intersticiales.
	Cambios morfológicos y de geometría en las laderas	Variación de las fuerzas debidas al peso. Cambio en el estado tensional.
	Erosión o socavación del pie	Cambios geométricos en la ladera. Cambios en la distribución del peso de los materiales y en el estado tensional de la ladera.
	Acciones climáticas (procesos de deshielo, heladas, sequías)	Cambio en el contenido de agua del terreno. Generación de grietas y planos de debilidad. Disminución de las propiedades resistentes.

Tabla 2. Factores influyentes en el comportamiento geomecánico de los materiales. Tomado de Ingeniería Geológica, Gonzales de Vallejo.

Informe Técnico No. de

**Visita técnica de verificación
Viaducto - Acueducto Tocaima**

Reducción de la resistencia al corte	Aumento de los esfuerzos de corte
<p>Condiciones iniciales:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Composición, textura y estructura. ← — Fracturas y fallas. — Planos de estratificación y de foliación. — Zonas de brechas. — Rocas masivas sobre materiales plásticos. — Alternancia de materiales con diferente permeabilidad. <p>Cambios en los materiales por meteorización y reacciones físico-químicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Desintegración física de rocas. ← — Hidratación de minerales arcillosos. — Deseccación de arcillas y de rocas arcillosas. — Disolución y lavado de materiales ← — Plastificación de arcillas. <p>Cambios en las fuerzas intergranulares debidas al agua y presiones de agua en poros y fracturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Precipitaciones. ← — Deshielo. — Lagos y embalses. — Riego. — Deforestación. <p>Cambios en la estructura:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Por fisuración en pizarras y arcillas sobreconsolidadas. ← — Por relajación de tensiones en laderas rocosas en valles o excavaciones. — Por remodelo de suelos finos (arenas, loess) y arcillas sensitivas. <p>Debilitamiento de la resistencia debida a procesos de <i>creep</i></p> <p>Acción de las raíces de los árboles y arbustos.</p> <p>Excavación de madrigueras de animales.</p>	<p>Actuación de esfuerzos transitorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Movimientos sísmicos. — Vibraciones por voladuras, maquinaria y tráfico. — Deslizamientos cercanos. <p>Pérdida de confinamiento lateral y en la base de las laderas:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Erosión del pic de las laderas por ríos, arroyos, olas, mareas, etc. — Lluvias. ← — Erosión interna o subterránea. ← — Disolución y lavado del material. ← — Labores mineras. — Presencia de materiales plásticos infrayacentes. <p>Cambios en la morfología:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Deslizamientos. ← — Grandes fallas. <p>Sobrecargas naturales:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Peso de la lluvia, nieve y agua de acuíferos. — Acumulación de derrubios, coluviones o masas deslizadas. ← — Vegetación. <p>Sobrecargas antrópicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Rellenos, escombreras y acopio de materiales. — Edificios y otras estructuras. ← — Cultivos y riego de laderas. ← <p>Otras acciones antrópicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Excavaciones. — Retirada de elementos de contención. — Construcción de embases y lagos. <p>Presión lateral:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Agua en grietas y cavidades. — Hielo en grietas. — Presencia de materiales expansivos. — Movilización de esfuerzos residuales. <p>Procesos volcánicos.</p>

Bajo el anterior escenario de falla e inminente riesgo consolidados en el factor principal, el cual es la socavación, los factores de seguridad por volcamiento y capacidad portante proyectan una disminución al punto del colapso de los soportes.

VI. RECOMENDACIONES Y OBLIGACIONES:

Según las primeras observaciones, información preliminar, información tomada en campo e información complementaria junto con la descripción, a continuación se presentan algunas recomendaciones pertinentes que deberán ser efectuadas a corto plazo, para la mitigación del proceso de socavación y condiciones de la tubería que se ha evidenciado mediante el presente informe.

En primera instancia, se recomienda el cambio de la tubería con respecto al tramo del cruce elevado, ya que a partir de la inspección visual, se encuentra en aparente riesgo de falla o desprendimiento de material producto de la oxidación, lo que conduce a una suspensión indefinida del servicio de abastecimiento de agua y posiblemente una disminución en la calidad hídrica del recurso.

Cabe aclarar, que a partir de la información obtenida en la visita, la tubería tiene fines de abastecimiento, razón por la cual se puede tratar de un tramo perteneciente a una red de distribución consolidada en un plan maestro y que requiera la pronta atención de un especialista, que a criterio de su ejercicio, evaluará la factibilidad de cambio o el oportuno y debido mejoramiento de las condiciones actuales.

Informe Técnico No. de

**Visita técnica de verificación
Viaducto - Acueducto Tocaima**

Con respecto a los fenómenos hidráulicos de socavación, se recomienda la ejecución de obras de mitigación de riesgos por eventos fluviales en función del mejorar el comportamiento de los soportes estructurales y su suelo de cimentación, mediante las siguientes acciones:

Efectuar una remoción adecuada de sedimento sobrante, entendida entre los puntos de afectación, mediante la limpieza de material cercano a la solera del río, sin alterar de manera sustancial la línea de flujo y con el fin de mejorar la capacidad hidráulica, la cual puede estar sujeta a altas precipitaciones, material de arrastre y altas velocidades que actúan en detrimento de la calidad de servicio de los taludes o laderas (material de cimentación de los soportes).

Instauración de jarillones con la litología y especificaciones adecuadas, que garanticen el óptimo comportamiento ante el choque abrupto del agua contra los taludes que soportan la estructura, los cuales no deben alterar significativamente el curso del agua y proteger la cimentación de los soportes ante eventos torrenciales o escenarios que involucren riesgo por colapso.

Efectuar un recalzado y mejoramiento de la cimentación (zapatas) de los soportes, los cuales deben transmitir de manera adecuada las cargas de servicio a la cimentación, y esta misma, garantizar condiciones de seguridad frente a eventuales crecidas y aumento en la velocidad de flujo, que trae consigo la sustracción y disgregación del material.

Las medidas para mitigación mencionadas, deben estar sujetas a estudios y diseños en un margen de rigurosidad técnica más específica, teniendo en cuenta que se presentan únicamente soluciones a corto plazo sin contemplar impactos o imprevistos derivados de las posibles alteraciones al cauce; así mismo se deben tener en cuenta las consideraciones ambientales, uso del suelo y efectos perjudiciales a predios aledaños, los cuales no se solventan mediante recomendaciones generales y son imprescindibles en la modelación y factibilidad de escenarios técnicos.

Se recomienda realizar el control y permanente monitoreo a las zonas de riesgo identificadas en el presente informe, especialmente en los periodos de lluvia, teniendo en cuenta que son altamente vulnerables en eventos críticos y son indicadores del estado de servicio.

De igual forma, se debe realizar el respectivo trámite de permisos ante las autoridades competentes, así como remitir el presente informe a la Alcaldía Municipal de Tocaima y al Consejo Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres para los fines pertinentes.

Es el informe,

MARIA FERNANDA HUÉRFANO CUBILLOS
Contratista Enlace Riesgo – CAR – OPAM

CARLOS ANDRES RODRIGUEZ
Contratista Gestión del Riesgo - CAR

JOSE GREGORIO ESPEJO JIMENEZ
Vo. Bo. Jefe Oficina Provincial Alto Magdalena



Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR
Oficina Provincial Alto Magdalena
República de Colombia

Informe Técnico No. de

**Visita técnica de verificación
Viaducto - Acueducto Tocaima**