

**INFORME FINAL  
ACTUACIÓN DE FISCALIZACIÓN 1800.12.40.2021.**

**ACTUACIÓN DE FISCALIZACIÓN A LA OBRA AMPLIACIÓN VÍA A PANCE  
HASTA LA VORÁGINE, INCLUYE CICLO-RUTA  
CONTRATO N° 4151.0.26.1.523.2015**

**A/CI-8  
31 de mayo de 2021**

**MARÍA FERNANDA AYALA ZAPATA**  
Contralora General de Santiago de Cali

**MELBA LORENA AGUAS BASTIDAS**  
Directora Técnica ante el Sector Físico

**FELIPE ANDRÉS SARDI URREA**  
Líder de Equipo

**DARÍO FERNANDO GÓMEZ BENAVIDES**  
Profesional Universitario

**PAÚL ENRIQUE CIFUENTES LOZANO**  
Técnico Operativo

**JEAN PAUL ORDOÑEZ AULLON**  
Profesional de Apoyo

## TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO GENERAL	4
2. ALCANCE	4
3. ANTECEDENTES	4
4. ANÁLISIS	4
5. RESULTADOS	5

## 1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y determinar si la calidad y estabilidad de las obras de construcción de la Ampliación Vía a Pance hasta la Vorágine, incluye ciclo-ruta - CONTRATO N°4151.0.26.1.523.2015, se han afectado por la ola invernal.

## 2. ALCANCE

- Verificar las causas de los desprendimientos de los taludes (desprendimiento de la capa vegetal, deslizamiento de tierra y desprendimiento de rocas)
- Verificar la falta de capacidad hidráulica en las tuberías de drenaje fluvial
- Verificación de la póliza de estabilidad otorgada por el contratista posterior a la entrega de la obra.

## 3. ANTECEDENTES

Finalizando el mes de febrero de 2021, y a principios del mes de marzo del mismo año, la vía que conduce al corregimiento de Pance se vió afectada por derrumbes en sus taludes laterales, además de constantes inundaciones a causa de precipitaciones asociadas a la época invernal.

Puntualmente, los desprendimientos de taludes se presentaron en áreas intervenidas por el Contrato de Obra N° 4151.0.26.1.523.2015, razón por la cual, la Contraloría General de Santiago de Cali, en su papel fiscalizador procedió a evaluar las causales de dicha situación, realizando una revisión de las condiciones técnicas del contrato, y de las pólizas de cubrimiento del mismo, con miras a salvaguardar las inversiones realizadas por el Municipio de Santiago de Cali. Lo anterior, a través de una Actuación Especial de Fiscalización.

## 4. ANÁLISIS

La Contraloría General de Santiago de Cali, realizó visita presencial a la obra en cuestión el 07 de abril de 2021, en la cual se evidenció un desprendimiento de talud lateral rocoso, así como pérdida de cobertura vegetal y drenajes de agua procedente de los taludes a causa de la ola invernal.

Posteriormente, el equipo auditor, procedió a realizar la respectiva evaluación técnica de las especificaciones contenidas en el contrato No.4151.0.26.1.523.2015, relacionadas con lo evidenciado en terreno. Así mismo, y en virtud de la salvaguarda de las inversiones y ejecución presupuestal realizada en este sector, a través del mencionado contrato, se llevó a cabo el análisis de la cobertura y amparos de la póliza de garantía de las obras.



## 5. RESULTADOS

En relación al objetivo general del presente ejercicio, y del alcance de los temas a bordar por el mismo, los resultados fueron los siguientes:

### - VERIFICACIÓN DE CAUSALES DE DESPRENDIMIENTO

La determinación de las causas de desprendimientos de los taludes, y de la capa vegetal, se fundamenta en los resultados de la visita a la Vía a Pance practicada por el equipo auditor el 07 de abril de 2021; en el informe preliminar de Interventoría N°CIV-703-010-2021 presentado a la Secretaría de Infraestructura con fecha 19 de marzo de 2021; y en el concepto emitido por el asesor geotécnico de la Interventoría, (adjunto al oficio N° CIV-703-012-2021 de marzo 29 de 2021), concepto que incluye el análisis general de toda la zona de taludes intervenida y recomendaciones correctivas en torno de los acaecimientos.

En la visita practicada por el equipo auditor sobre la zona de parqueaderos y retorno vial, abscisa K1 + 800 hasta K2 + 500, se evidenciaron pérdidas de la cobertura vegetal del talud ocasionadas por la escorrentía de aguas lluvias recientes que, a su vez, erosionaron las caras expuestas del talud, permitieron el afloramiento de rocas embebidas en el terreno, y favorecieron las condiciones de inestabilidad y deslizamiento de las mismas. En algunos sectores el prado no completó su proceso de germinación, drenaje a través de las canaletas rápidas y de aguas procedentes de los taludes; drenaje a través de los lagrimales instalados en el talud en la zona de protección con concreto e instalación de anclajes activos y pasivos del terreno; el bordillo de confinamiento de la cuneta no recoge las aguas procedentes del talud; y se presenció la demolición con explosivos de unas rocas procedentes del talud en K1+ 950, que se encuentran en la calzada, a fin de retirarlas del lugar.

En el informe preliminar del CONSORCIO INTERVIAL LA VORÁGINE, fechado el 19 de marzo de 2021, se exponen los resultados del recorrido de campo practicado con motivo del deslizamiento del talud ocurrido el 11 de marzo de 2021, que tuvo la finalidad de evaluar las condiciones en sitio y analizar el comportamiento atípico de las aguas. De este informe preliminar se destaca lo siguiente:

*“Durante el recorrido se encontraron activos muchos afloramientos de agua que vienen de la parte alta del talud. En las áreas cercanas a la vía, se encontraron caídas de agua en sitios que no se presentaron en todo el periodo de construcción. En los encoles de las alcantarillas las entregas de los geodrenes funcionaban a tope y el río Pance se encontraba en un nivel cercano al desbordamiento en el sector de la Entrada 3 del parque de la salud”.*

(...)

*“En el mes de marzo de 2021 se han presentado 4 aguaceros muy fuertes, que iniciaron el 1 de marzo/21 con una precipitación de 63.5mm, según el reporte de la estación Meléndez del portal de CENICAÑA, el cual supera a los históricos reportados en el año 2020. Las lluvias continuas generaron saturación del material de toda la zona. Esta condición ha repercutido en otros sectores por fuera del proyecto, en donde se presentaron derrumbes que la Secretaría de Infraestructura ha atendido con prontitud”.*

(...)

#### **“DIAGNOSTICO:**

*La zona donde se presentó el deslizamiento del bolo, tiene en la parte del carretable privado tres alcantarillas cercanas que son las ubicadas en las abscisas K1+940, K1+980 y K2+030, sin embargo, el tramo comprendido entre la entrega del cabezal de la alcantarilla y el inicio de las rápidas, tiene una longitud aproximada de 40 metros en la que las aguas descienden sobre la cara del talud. Con las fuertes lluvias y según la inspección visual desde la parte alta, las aguas entregadas por las mencionadas alcantarillas se están entregando sin control los volúmenes aumentados de escorrentía que emergen saturando por completo el material y con esto se produce el desprendimiento de la capa de cobertura instalada y posteriormente los bloques de suelo”.*

En el concepto emitido por el asesor geotécnico de la Interventoría, adjunto al oficio N° CIV-703-012-2021 de marzo 29 de 2021, se realiza un diagnóstico general del corredor una vez realizada una inspección geotécnica detallada de cada uno de los sectores que comprende el proyecto, inspección llevada a cabo el 16 de marzo de 2021. De este informe se extractan las particularidades que reflejan el estado de la vía, las condiciones en que se construyó en desarrollo del contrato N° 4151.0.26.1.523 de 2015, y recomendaciones a la Secretaría de Infraestructura para garantizar la funcionalidad y movilidad segura sobre este corredor.

## 2. CONSIDERACIONES GEOTECNICAS

### A. Relación de Sectores detectados en la inspección realizada el día 16 de Marzo.

En la visita realizada y siguiendo las directrices de la secretaria de Infraestructura, a continuación me permito relacionar los sectores que ameritan algún tipo de intervención para mantener como mínimo las condiciones actuales de estabilidad, los cuales ya se habían analizado y reportado en el desarrollo del contrato.

Sector	Descripción	Observaciones
K1+920	Volcamiento potencial de bloque en la segunda terraza, bloque embebido en la matriz de suelo.	Se estiman las siguientes dimensiones 2x2x1m.
K1+960	Volcamiento y caída de un bolo.	Se estiman las siguientes dimensiones 3x2x2m.
K2+030	Afloramiento constante de agua y posible caída de bloques, agua cae directamente a una cámara existente en la parte baja.	Se estiman las siguientes dimensiones 1.5x1x1m.
K2+080	Potencial caída de bloques de tamaño medio.	Se estiman diámetros promedio de 0.30m.
K2+100	Deslizamiento somero en la zona alta obstruyendo cunetas, el material deslizado es un material fino, muy posiblemente por infiltraciones de aguas de escorrentía desde la berma inmediatamente superior.	Este proceso afecta fuertemente la geometría de las bermas y a futuro la estabilidad global del talud.
K2+345	Deslizamiento de la segunda terraza, el material deslizado es un material fino, muy posiblemente por infiltraciones de aguas de escorrentía desde la berma inmediatamente superior.	
K2+410	Afloramiento de agua y potencial caída de bloques	Se estiman las siguientes dimensiones 1.5x1x1m.

### B. Existencia de bolos que emergen en las caras de los taludes

En la zona en donde se realizó intervención de los taludes, después de ejecutada la solución de estabilización definida como construcción de terrazas de 6m de altura, bermas de 3m y una inclinación 1H:2V, quedaron expuestos bloques de rocas que emergen de las caras configuradas. En primera instancia se solicita concepto sobre el grado de estabilidad del depósito matriz-soportado, el cual presenta algunos sectores con algunos bloques que, por su posición dentro del depósito, aparentemente amenazan con caer a la vía, presentando un peligro inminente para los peatones y vehículos. Esta condición se presenta en mayor proporción entre las abscisas K1+920 y K2+100. Ver ilustración 2. Con respecto a esta situación, se hacen las siguientes consideraciones.

- Se ratifica lo indicado en los conceptos anteriores, respecto a que la mayoría de los bloques presenta una pseudo - orientación volumétrica (espacial), en contra a la pendiente del talud conformado, la cual no favorece el deslizamiento o caída de los bloques por pérdida de soporte (erosión).
- También se debe mencionar como situación a favor, que, dada la forma irregular de los bloques, en el caso de presentarse un desprendimiento, hay mayor posibilidad a que los bolos se deslicen por la cara y no que rueden sobre la misma, tal como se presentó en el evento del 11 de marzo.
- Sin embargo, existen unos casos aislados donde por la localización de los bloques se genera incertidumbre sobre su verdadera geometría (porción embebida). Adicionalmente durante la construcción de la vía, en muchos de estos casos se intentaron remover estos elementos mediante los equipos de excavación, pero no fue posible.
- Es importante también de manera preventiva a mediano plazo mejorar las condiciones de subdrenaje de todo el sector con una batería de drenes subhorizontales, con una longitud mínima de 10ml en disposición tres bolillos, con el fin de mitigar el efecto de los cambios volumétricos en la matriz del talud.
- Se debe de garantizar el óptimo funcionamiento del sistema de drenaje construido, por lo tanto, es muy importante realizar un programa de mantenimiento permanente.
- Finalmente debo mencionar que los taludes de corte se consideran estables según los resultados de los estudios de consultoría realizados (modelos de estabilidad) y de las observaciones realizadas durante seguimiento realizado al proceso constructivo. Existe una amenaza importante y es la posible caída de material granular tipo bloques, que se encuentran embebidos y que quedaron expuestos parcialmente al realizar el corte de los diferentes taludes con la geometría propuesta en el diseño; tal como sucedió en el K1+960, donde se detectó la presencia del bloque, pero se desconocía su verdadera geometría y que tanto se encontraba embebido en el talud.

### C. Evaluación general del corredor

Para dar cabida al proyecto, se hizo necesario acometer una serie de cortes sobre la ladera adedaña en el sentido longitudinal a la vía. Al realizar dichas intervenciones se presentaron dos situaciones, una primera que fue la activación de antiguos procesos inestables existentes como es el caso del sector K1+770/K1+860, la segunda situación presentada es que, dadas las características topográficas, geotécnicas, geométricas de la vía, hidráulicas y prediales; los taludes de corte realizados, presentan una altura importante, que a pesar de que fueron intervenidos según las recomendaciones de los diseños geotécnicos que tenía el proyecto, son estructuras muy vulnerables a cualquier cambio en sus condiciones de estabilidad por efecto de variables como saturación del suelo, sobrecargas o sismos, como es el caso del sector comprendido entre las abscisas K2+120 a K2+160.

En la ejecución del presente contrato de obra, se atendieron los sectores comprendidos entre las abscisas K1+770 a K1+860 y el sector comprendido entre las abscisas K2+120 a K2+160, ver ilustraciones 3 y 4. Estos dos sectores son los que revisten mayor amenaza a la vía y usuarios, por lo que, una vez realizados los diseños de las obras de estabilización, en el momento se adelantan las respectivas obras.

Entre las abscisas K1+860 y K2+120, por las mismas condiciones mencionadas, se presentan una serie de procesos de inestabilidad aislados, los cuales coinciden con un factor detonante predominante, definido como el drenaje superficial y subsuperficial del sector.

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

La zona donde se presentó el desprendimiento y/o deslizamiento del bloque hacia la vía, se encuentra localizada entre dos alcantarillas existentes en la parte alta, específicamente en el carretable privado, en las abscisas K1+940 y K1+980, las cuales inicialmente descargan desde la vía privada a un canal natural, sin revestimiento y sin una sección definida con unas pendientes longitudinales muy fuertes ( $> 45^\circ$ ), situación que genera que el agua descargada transcurra un tramo importante (longitud de 40m aproximadamente), de una manera desordenada y con una velocidad muy alta, hasta el punto que se desborda del canal natural y no alcanza a ser captada en su totalidad por la estructura existente en la parte media (Canal de rápidas). El caudal no encausado en el canal, sigue su recorrido sobre la cara del talud, generando en estos procesos erosivos importantes por arrastre de material, hasta el punto que deja sin material de cobertura o soporte los bloques existentes. Esta es la hipótesis de lo sucedido en la abscisa K1+960.

A continuación me permito hacer una serie de recomendaciones con el fin de mitigar los procesos erosivos que se puedan presentar a lo largo del corredor inspeccionado.

Sector	Descripción	Obras
K1+920	Volcamiento potencial de bloque en la segunda terraza, bloque embebido en la matriz de suelo.	Construir Sistema de subdrenaje (Drenes Subhorizontales L:10ml y S.6m). Así mismo se debe de construir la conexión de la descarga de las transversales construidas en la parte alta vía privada y las rápidas construidas.
K1+960	Volcamiento y caída de un bolo.	Construir Sistema de subdrenaje (Drenes Subhorizontales L:10ml y S.3m). Reconstrucción de la berma, para lo cual se propone un muro en tierra reforzado con Geosintéticos. Así mismo se debe de construir la conexión de la descarga de las transversales construidas en la parte alta vía privada y las rápidas construidas.
K2+030	Afloramiento constante de agua y posible caída de bloques, agua cae directamente a una cámara existente en la parte baja.	Construir Sistema de subdrenaje (Drenes Subhorizontales L:10ml y S.3m). Así mismo se debe de construir la conexión de la descarga de las transversales construidas en la parte alta vía privada y las rápidas construidas.
K2+080	Potencial caída de bloques de tamaño medio.	Construir Sistema de subdrenaje (Drenes Subhorizontales L:10ml y S.3m). Dotar el área expuesta del talud, con un sistema de malla TT, para el control de la posible caída de bloques.
K2+100	Deslizamiento somero en la zona alta obstruyendo cunetas, el material deslizado es un material fino, muy posiblemente por infiltraciones de aguas de escorrentía desde la berma inmediatamente superior.	Construir Sistema de subdrenaje (Drenes Subhorizontales L:10ml y S.6m). Reconformar el talud para recuperar geometría inicial y dotar el área expuesta de cobertura.
K2+345	Deslizamiento de la segunda terraza, el material deslizado es un material fino, muy posiblemente por infiltraciones de aguas de escorrentía desde la berma inmediatamente superior.	Construir Sistema de subdrenaje (Drenes Subhorizontales L:10ml y S.6m). Reconformar el talud para recuperar geometría inicial y dotar el área expuesta de cobertura.
K2+410	Afloramiento de agua y potencial caída de bloques	Construir Sistema de subdrenaje (Drenes Subhorizontales L:10ml y S.6m). Dotar el área expuesta del talud, con un sistema de malla TT, para el control de la posible caída de bloques.

Sumado a todo lo anteriormente mencionado, a continuación me permito hacer una serie de recomendaciones de carácter general.

- De manera inmediata y preventiva se recomienda señalizar el tramo, alertando a los usuarios sobre la posible caída de bloques de menor tamaño ( $d < 8"$ ).
- Realizar la poda y/o erradicación de las especies arbóreas que se encuentran sobre la cara del talud y amenazan con volcarse.
- Mejorar el drenaje de la calzada en el sector que corresponde a las abscisas K1+770/K1+860, ya que se está presentando una zona de encharcamiento debido al agua que están evacuando los subdrenes construidos en la pantalla. Esta situación puede generar accidentes a los usuarios de la vía.

Con las apreciaciones del Equipo Auditor durante la visita a la vía a Pance del 07 de abril de 2021, y con los conceptos especializados en la geotecnia del terreno de la zona de influencia de la vía, aportados por la Interventoría en marzo 19 y 29 de 2021, se concluye que la caída de rocas a la calzada ocurrieron como consecuencia de las lluvias torrenciales de febrero y marzo de 2021, las cuales erosionaron las caras del talud, dejando expuestos bolos de diferentes tamaños que perdieron el soporte con que contaban cuando se encontraban embebidos en el terreno. Los deslizamientos del talud ocurrieron como consecuencia de la saturación del terreno por las lluvias y por el encauzamiento de aguas de escorrentía procedentes de las bermas superiores del talud y de los drenajes del carretable existente en el predio colindante en las abscisas K1+940 a K1+980 (predio perteneciente a la empresa ARGOS S.A.). El Equipo Auditor concuerda en que la fuerte ola invernal de febrero y marzo de 2021 arrojó eventos torrenciales en la zona del proyecto Vía a Pance que superaron sustancialmente los criterios de diseño de drenajes y obras de protección de taludes, con las consecuentes inundaciones y deslizamientos que fueron testigos los vecinos del sector.



**iControl transparente y efectivo, mejor gestión pública!**

Respecto de la estabilidad de los taludes, construidos en terrazas de 6 m de altura y bermas de 3 m de ancho e inclinación de 1H:2V, el informe geotécnico de interventoría afirma que estos se consideran estables según resultados de los estudios de consultoría realizados, y del seguimiento a los procesos constructivos durante el desarrollo de las obras.

#### - **CAPACIDAD HIDRÁULICA DE DRENAJES**

El MANUAL DE DRENAJES PARA CARRETERAS 2009, normaliza este tema en las vías de Colombia; Documento técnico expedido por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS:

De este manual se extractan datos, definiciones y condiciones de diseño, a saber:

*“Numeral 4.4. ALCANTARILLAS. Una alcantarilla es un conducto relativamente corto a través del cual se cruza el agua bajo la vía de un costado a otro. Incluye, por lo tanto, conductos con cualquier sección geométrica: circulares y alcantarillas de cajón principalmente.*

*El diseño de la alcantarilla consiste en determinar el diámetro más económico que permita pasar el caudal de diseño sin exceder la carga máxima a la entrada, atendiendo también criterios de arrastre de sedimentos y de facilidad de mantenimiento*

*Numeral 4.4.5.2. El diámetro mínimo de todas las alcantarillas, incluyendo las alcantarillas de alivio de cunetas, es de 0.90 m.*

*Numeral 4.4.6.3. Pendiente del conducto o tubería. La pendiente hidráulica de las alcantarillas se debe encontrar, en lo posible, entre 0.5% y 5%, pudiendo alcanzar valores tales que no produzcan velocidades superiores a la admisible de acuerdo al material del conducto o que comprometan la estabilidad de la obra.*

*Numeral 2.4. PERIODO DE RETORNO DE EVENTOS HIDROLÓGICOS MÁXIMOS EN OBRAS DE DRENAJE VIAL 2.4.1. Periodo de retorno o intervalo de recurrencia: se define como periodo de retorno T de eventos hidrológicos máximos en obras de drenaje vial, el tiempo promedio, expresado en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez”.*

En la tabla 2.8 del citado Manual se establece que, para alcantarillas de 0.90 m de diámetro, el periodo de retorno de diseño será de 10 años (Numeral 2.4.3. Periodos de retorno de obras de drenaje vial).

Se debe tener en cuenta el coeficiente de escorrentía, el cual refleja la facilidad que tendrá el agua lluvia de correr superficialmente, está relacionado directamente con la superficie de la cuenca hidrográfica.

*“Numeral 2.5.5.2. Método racional. El método racional parte de la definición del coeficiente de escorrentía  $C$ , valor adimensional, el cual se puede definir como la relación entre el volumen de escorrentía superficial,  $VE$ , y el volumen de precipitación total,  $Vp$ , ambos expresados en  $m^3$ ”.*

El valor de coeficiente de escorrentía está entre 0 y 1, de manera que un valor cercano a 0 significa mayor dificultad de la escorrentía (en terreno de poca pendiente y mucha rugosidad), y un valor cercano a 1 significa mayor facilidad de la escorrentía (un terreno muy pendiente y poca rugosidad o liso).

La tabla 2.10 - Valores del coeficiente de escorrentía en áreas rurales, arroja un valor de 0.50 para una textura de suelo arcilloso, en vegetación de bosque y topografía de terreno ondulado, las cuales son las características predominantes en la zona de construcción de la vía a Pance.

Con los datos anteriores se procedió a calcular el caudal, cuya definición se encuentra en el Numeral 4.4.2. Caudal de diseño. *“El caudal de diseño de la alcantarilla es el caudal que debe transportar la estructura. (...) En el caso de alcantarillas que reciben cunetas, subdrenajes o bajantes, el caudal de diseño corresponde a los caudales captados por las estructuras aferentes”.*

Para evaluar la capacidad hidráulica de las obras de drenaje (alcantarillas), construidas en la vía a Pance, se obtuvo de la Secretaría de Infraestructura el documento “INFORME TÉCNICO DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS EN FASE III DEL COMPONENTE DIMENSIONAMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE PARA EL MANEJO DE LAS ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES DE LA VÍA PAVIMENTADA CORREGIMIENTO PANCE”.

Dentro de la evaluación realizada, se consideraron particularmente las condiciones de diseño de la estructura de drenaje localizada en la Abscisa K1+982, que representa el comportamiento de las alcantarillas de la Vía a Pance durante la fuerte ola invernal del mes de febrero y marzo de 2021, las cuales ocasionaron daños en los taludes por desprendimiento del material vegetal e inundaciones sobre la calzada de la vía.

Los parámetros de diseño de esta alcantarilla se extraen de la Tabla 8: Obras transversales Vía Pance - La Vorágine, del mencionado Informe Técnico, a saber:

***Tipo de obra: Alcantarilla***



**Longitud:** 18.00 m. La longitud de la alcantarilla es definida por el diseñador de acuerdo con las condiciones topográficas del lugar de construcción de la alcantarilla, de manera que atraviese totalmente el ancho de la calzada y obras complementarias como ciclorruta y bermas.

**Diámetro:** 36" (0.90 m). Cumple con el Numeral 4.4.5.2 del Manual Invías.

**Pendiente:** 1.5%. Cumple con el numeral 4.4.6.3 del Manual Invías.

**Periodo de retorno:** El documento Informe Técnico, Numeral 5.2 Caudal de Diseño, asume "Para el caso específico del proyecto, el diseño de alcantarillas con diámetro de 36 pulgadas se seleccionan los caudales asociados a un período de retorno de 10 años". Cumple con la tabla 2.8 del Manual Invías.

**Coefficiente de escorrentía:** El documento Informe Técnico, Numeral 6.1 CALCULO DEL CAUDAL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL, en lo referente al coeficiente de escorrentía, expresa "Dadas las visitas de campo realizadas en la totalidad de las 11 cuencas (costado izquierdo sentido La Vorágine – Pance ) se concluye que la vegetación y topografía de la zona corresponde a tipo Bosque con textura del suelo entre Franco Arenoso y Franco Limo Arcilloso, **siendo 0.4 el coeficiente de escorrentía más adecuado a la franja**. Este valor será el mismo para las once cuencas que influyen en la vía, ya que no hay variación de vegetación y/o topografía a lo largo de la carretera". (Negrilla fuera de texto)

El valor indicado anteriormente, es inferior al coeficiente de 0,5 que la Contraloría General de Santiago de Cali evidenció como apropiado para la zona, toda vez que un valor del 0,4 podría ser desfavorable para calcular el caudal de diseño, ya que significa una mayor dificultad de la escorrentía. Es de aclarar que el cálculo realizado por la entidad, cumple con las condiciones de la Tabla 2.10 Valores del Coeficiente de Escorrentía en Áreas rurales del Manual INVÍAS.

Con los criterios de diseño definidos anteriormente, se calcula la capacidad hidráulica de la alcantarilla, resultando esta en 1.92 m<sup>3</sup>/s. El caudal recibido, que está relacionado con la lluvia máxima en un periodo de 10 años, se calculó en los estudios en 371.04 l/s (=0.37 m<sup>3</sup>/s). En estas condiciones, la alcantarilla desempeñará sus funciones a un porcentaje de trabajo del 19%.

Este ente de control solicitó a la CVC, mediante el oficio N° 1200.12.40.21.087 de marzo 25 de 2021, información acerca de la pluviometría durante los meses de enero, febrero y marzo de 2021 en la cuenca del río Pance, obteniendo respuesta mediante oficio N° 0630-279042021 del 29 de marzo de 2021,

adjuntando los registros pluviométricos de la estación Pance – Chorrera del Indio y de la estación Topacio.

Para efectos de esta evaluación, se tomaron los registros de la Estación Meteorológica Chorrera del Indio, por encontrarse más cercana a la zona de influencia de la vía a Pance.

Los registros pluviométricos de la estación Chorrera del Indio, arrojaron las mayores precipitaciones en las siguientes fechas:

- 18 de febrero = (44 mm)
- 22 de febrero (44 mm)
- 1 de marzo (50 mm)

Se comparó la máxima de 50 mm de precipitación en la Tabla 9. - Valores de Intensidad para intervalos de duración de lluvia y diferentes periodos de retorno, del INFORME TÉCNICO DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS EN FASE III DEL COMPONENTE DIMENSIONAMIENTO DE OBRAS DE DRENAJE PARA EL MANEJO DE LAS ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES DE LA VÍA PAVIMENTADA CORREGIMIENTO PANCE, encontrando que una intensidad de 50.21 mm sucede durante 70 minutos en un periodo de retorno de 15 años.

Tabla 9. Valores de Intensidad para intervalos de duración de lluvia y diferentes periodos de retorno

T (min)	Intensidad (mm/h)								
	TR (Años)								
	2	3	5	10	15	20	25	50	100
10	121,64	124,99	129,34	135,49	139,22	141,93	144,07	150,92	158,09
20	91,47	93,99	97,26	101,88	104,69	106,72	108,33	113,48	118,88
30	74,13	76,17	78,83	82,57	84,85	86,50	87,80	91,98	96,35
40	62,76	64,49	66,74	69,91	71,84	73,23	74,34	77,87	81,57
50	54,68	56,19	58,14	60,91	62,58	63,80	64,76	67,84	71,07
60	48,61	49,95	51,69	54,15	55,64	56,72	57,57	60,31	63,18
70	43,87	45,08	46,65	48,86	50,21	51,19	51,96	54,43	57,01
80	40,05	41,15	42,59	44,61	45,84	46,73	47,44	49,69	52,05
90	36,91	37,92	39,24	41,11	42,24	43,06	43,71	45,79	47,97
100	34,27	35,21	36,44	38,17	39,22	39,98	40,58	42,51	44,54
110	32,02	32,90	34,04	35,66	36,64	37,36	37,92	39,72	41,61
120	30,07	30,90	31,97	33,49	34,42	35,09	35,82	37,31	39,08
130	28,37	29,15	30,17	31,60	32,47	33,11	33,60	35,20	36,87
140	26,88	27,62	28,58	29,94	30,76	31,36	31,83	33,34	34,93
150	25,54	26,25	27,16	28,45	29,24	29,81	30,25	31,69	33,20
160	24,35	25,02	25,89	27,13	27,87	28,41	28,84	30,21	31,65
170	23,28	23,92	24,75	25,93	26,64	27,16	27,57	28,88	30,25
180	22,31	22,92	23,72	24,84	25,53	26,03	26,31	27,67	28,99



Se concluye entonces, que la lluvia del 01 de marzo de 2021, superó suficientemente las condiciones de diseño de las estructuras de drenaje tipo alcantarillas de la vía a Pance, lo cual explica la ocurrencia de inundaciones sobre la calzada y los daños en las capas vegetales de protección del talud en algunos sectores puntuales del mismo.

## - PÓLIZA DE ESTABILIDAD

El Contrato 4151.0.26.1.523 de 2015 establece la obligación al contratista de responder por la calidad y estabilidad de la obra en la CLÁUSULA VIGÉSIMA OCTAVA: *“GARANTÍA. EL CONTRATISTA deberá constituir a favor DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI-SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y VALORIZACIÓN las garantías contempladas en el artículo 2.2.1.2.3.1.2 del Decreto 1082 de 2013:28.4. Estabilidad y calidad de la obra: Por cuantía equivalente al treinta por ciento (30%) del valor total del contrato, con una vigencia de cinco (5) años a partir de la suscripción del acta de recibo final de obra.”*

Con Acta de 22 de enero de 2021, se dio el recibo final a satisfacción por parte del DISTRITO DE SANTIAGO DE CALI - SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, de la ejecución del objeto contractual, teniendo un valor final de \$34.262.660.971.

El contratista, de acuerdo a lo establecido en el Acta de Recibo Final de Obra, con oficio CVP-457-17 del 05 de marzo de 2021, remitió a la Secretaría de Infraestructura la actualización de la Póliza de Cumplimiento a Favor de Entidades Estatales N°2528920, con vigencia desde: 2016-04-01 - Hasta: 2026-01-22.

La póliza incluye los amparos que se ajustan a las especificaciones establecidas en la cláusula vigésima octava del contrato, como son: CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO, 10% del valor del contrato (\$3.426.266.097) y seis meses más del plazo de ejecución (hasta 22 de julio de 2021); SALARIOS Y PRESTACIONES SOCIALES, 10% del valor del contrato (\$3.426.266.097) y tres años más al término de ejecución (hasta 22 de enero de 2024); ESTABILIDAD DE LA OBRA, 30% del valor del contrato (\$10.278.798.291) y cinco años más al término de ejecución (hasta 22 de enero de 2026).

La Secretaría de Infraestructura, mediante el documento *APROBACIÓN DE GARANTÍAS No. 248* del 09 de marzo de 2021, aprobó la modificación de Póliza de Cumplimiento a favor de Entidades Estatales No.2528920.

Una vez finalizado el presente ejercicio de auditoría, la Secretaría de Infraestructura había retirado la totalidad de los escombros y rocas que



reposaban sobre la vía, así mismo se realizó la respectiva limpieza de las escorrentías que presentaban residuos por los deslizamientos. Frente al reforzamiento del talud, en el mes de abril de 2020, el contratista realizó las respectivas adecuaciones de protección para tal fin.

## Conclusiones

En cuanto a las causales que generaron los desprendimientos, se concluye que esta se deriva de la capacidad hidráulica de los drenajes de la zona, los cuales se vieron desbordados en su capacidad, toda vez que la lluvia del 01 de marzo de 2021, superó suficientemente las condiciones de diseño de las estructuras de drenaje tipo alcantarillas de la vía a Pance, lo cual explica la ocurrencia de inundaciones sobre la calzada y los daños en las capas vegetales de protección del talud en algunos sectores puntuales del mismo.

- Frente a las pólizas, se concluye entonces que el contratista cumplió con la suscripción de estas, amparando la estabilidad y calidad de la obra posterior a su entrega, la cual tiene una vigencia de cinco (5) años contados a partir de la fecha del Acta de Recibo Final desde el 22 de enero de 2021 hasta el 22 de enero de 2026, por \$10.278.798.291 correspondiente al 30% del valor del contrato.



**MELBA LOREANA AGUAS BASTIDAS**  
 Directora Técnica ante el Sector Físico

	Nombre	Cargo	Firma
Proyectó	Felipe Sardi Urrea	Equipo Auditor - Líder	
Revisó	Melba Lorena Aguas Bastidas	Directora Técnica ante el Sector Físico	
Aprobó	Melba Lorena Aguas Bastidas	Directora Técnica ante el Sector Físico	

Los arriba firmantes declaramos que hemos revisado el documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales vigentes y por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para firma.