1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	**CT – 8068** Por el cual se actualizan y reemplazan los Conceptos Técnicos CT – 6649 y CT – 7085 de 2013
1.2 ÁREA:	Análisis de Riesgos y Efectos de Cambio Climático
1.3 COORDINACIÓN:	Conceptos y Certificaciones de Riesgo
1.4 CARTA REMISORIA No.	**CR – 23282**

2. INFORMACION GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Secretaría Distrital de Hábitat - SDHT
2.2 LOCALIDAD:	BOSA
2.3 UPZ:	87 Tintal Sur
2.4 PLAN PARCIAL:	CAMPOVERDE
2.5 ÁREA (Ha):	84.17*
2.6 FECHA DE VISITA:	3 de Marzo de 2016
2.7 TIPO DE RIESGO:	Por Inundación por Desbordamiento
2.8 VIGENCIA:	Temporal, mientras no se produzcan cambios significativos en las condiciones de riesgo de la zona y siempre y cuando se mantengan las suposiciones en las que se basa el concepto.

* Área aproximada según polígono suministrado

3. INTRODUCCIÓN

El Artículo 393 del Decreto 190 de 2004 que compila el Artículo 382 del Decreto 619 de 2000, faculta a la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE (hoy IDIGER), para señalar los estudios de mitigación de riesgo que deben someterse a su consideración, como requisito previo para la expedición de las licencias de urbanización y construcción, en predios localizados en zonas con amenazas de inundación, remoción en masa o de riesgo tecnológico.

Además, el Artículo 3 del Decreto 173 de 2014 "Funciones del Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER" El Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER como entidad encargada del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático -SDGR-CC, cumplirá las funciones establecidas en el Acuerdo Distrital 546 de 2013 dentro de las cuales se destacan:

- Actuar como autoridad técnica distrital en materia de la gestión de riesgos. Para tales efectos, el IDIGER deberá:
  - Elaborar y actualizar los estudios y la zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgos, requeridos para la gestión de riesgos en el Distrito Capital.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

- Emitir los conceptos técnicos de riesgo que le corresponda o que le sean requeridos al interior del Sistema, así como los previstos en el Plan de Ordenamiento Territorial, los decretos reglamentarios y las demás disposiciones o planes que así lo requieran o establezcan.

En atención a la solicitud presentada por la Secretaría Distrital de Hábitat – SDHT relacionada con la inquietud de los promotores del Plan Parcial Campo Verde respecto de la posibilidad de actualizar el Concepto Técnico vigente para el Plan Parcial en consideración al avance de las intervenciones realizadas por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, la SDHT solicitó una reunión interinstitucional con los promotores del Plan Parcial, la cual se llevó a cabo el día 27 de Enero de 2016; en esta reunión se estableció como compromisos principales que los promotores radicarán un solicitud formal de la petición antes mencionada y el IDIGER determinará la viabilidad de modificación del Concepto en función de la información de parte de las entidades responsables de las intervenciones hidráulicas en los ríos Bogotá y Tunjuelo.

Según lo mencionado, el IDIGER recibió la solicitud de la empresa Fiduoccidente (Fiduciaria de Occidente S.A.) con radicado 2016ER1722 del 2 de Febrero de 2016 relacionada con la actualización del Concepto Técnico CT – 6649 de 2013 emitido para el Plan Parcial Campo Verde señalando que de acuerdo con lo mencionado en este pronunciamiento el cambio del concepto se debe a: *"...Incertidumbre del comportamiento del Río Bogotá debido a las intervenciones realizadas en la cuenca alta y media, y a no tener un modelo hidrológico e hidráulico del Río en condiciones actuales. ...Inexistencia de la totalidad de las obras de Adecuación Hidráulica que permitan disminuir el nivel de amenaza de inundación por desbordamiento..."*.

Además dentro de la solicitud se menciona que *"...con ocasión de la culminación de las obras de adecuación hidráulica del Río Bogotá en el área del Plan Parcial, esta intervención alcanza la solución técnica y económica de disminución máxima del riesgo en el Plan Parcial, teniendo en cuenta que esas intervenciones tanto en el cauce del Río, como la construcción de jarillones en sus márgenes se obtiene un cambio significativo de las condiciones de riesgo de la zona de manera que la administración distrital cuenta nuevos elementos de análisis para efectuar la clasificación de riesgo y por lo tanto es procedente que esta entidad realice una actualización del Concepto Técnico CT – 6649 de 2013..."*

El Concepto Técnico CT-6649, dentro de los aspectos considerados para emisión del mismo, señaló disposiciones de la Ley 1523 de 2012, por la cual se adoptan la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones, señaló los principios generales que orientan la gestión del riesgo entre los cuales destacó el "Principio de precaución", según el cual cuando exista la posibilidad de daños graves o irreversibles a las vidas, a los bienes y derechos de las personas, a las instituciones y a los ecosistemas como resultado de la materialización del riesgo en desastre, las autoridades y los particulares aplicarán el principio de precaución en virtud del cual la falta de certeza científica absoluta no será óbice para adoptar medidas encaminadas a prevenir, mitigar la situación de riesgo.

Así mismo consideró el estado en que se encontraban las obras de adecuación hidráulica del Río Bogotá, indicando: "La CAR mediante el oficio 20132101076 del 16 de Enero de 2013, manifiesta que las obras de adecuación hidráulica comprendidas entre el tramo de la calle 13 y Alicachín se encuentran en proceso precontractual y se espera que para el segundo semestre del 2013 salgan a licitación las correspondientes con el tramo comprendido entre Puente La Virgen y La Calla (sic) 13." (Pag. 15)

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Conforme a los informes de la CAR y de la EAB, en relación con la ejecución de las obras de adecuación de los Ríos Tunjuelo y Bogotá, cuyo contenido y alcance se analiza en los numerales 6.1 y 6.2 del presente concepto, respectivamente, se encuentra que las condiciones físicas de los dos cauces han sufrido modificaciones, respecto a las existentes en el momento de emitir el CT-6649, y, como consecuencia de ellas, el comportamiento hidráulico de los mismos presenta cambios sustanciales en relación con las posibilidades de ocurrencia de inundaciones por desbordamiento en los puntos críticos identificados en el precitado concepto, aspectos que se presentan en el numeral 7 "Evaluación de amenaza" del presente concepto.

De acuerdo con estos resultados, se despeja la incertidumbre considerada para invocar la aplicación del principio de precaución en la emisión del CT-6649 de 2013. Así, este documento pretende establecer las condiciones de la amenaza de inundación por desbordamiento existente actualmente en el Plan Parcial Campo Verde, luego de las adelantadas por el Fondo para la Inversiones Ambientales del Río Bogotá de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR mediante el proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del Río Bogotá, la información técnica generada por Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático y la información técnica proporcionada por las entidades del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático -SDGR-CC.

El concepto debe verse como una herramienta para la planificación del territorio y la toma de decisiones sobre el uso del suelo. Más que una delimitación cartográfica exacta, aporta un punto de partida para la realización de estudios específicos, en los casos en que así se requiera.

El Concepto Técnico para el plan parcial CAMPO VERDE, define las condiciones de amenaza de inundación por desbordamiento que puede tener éste a la fecha de elaboración del mismo; teniendo presente que la amenaza por su carácter dinámico puede ser modificada tanto positiva como negativamente de acuerdo con la intervención que se haga sobre ella, sobre el entorno, o sobre la cuenca.

4. ALCANCE Y LIMITACIONES

- Este concepto evalúa las condiciones de amenaza de inundación por desbordamiento con base en las definiciones de amenaza adoptadas por el IDIGER, las cuales corresponden a criterios hidráulicos del comportamiento de los cuerpos de agua.
- Este concepto evalúa las condiciones de amenaza de inundación por desbordamiento con base en los procedimientos establecidos por el IDIGER para la emisión de Conceptos Técnicos para el Programa de Planes de Planes Parciales.
- Este concepto no evalúa inundaciones por encharcamiento y/o reflujo del sector.
- El IDIGER se limita a determinar las zonas de amenaza de acuerdo con las premisas descritas en el desarrollo de este concepto, bajo la claridad de que el alcance de este documento utiliza como insumos principales los diseños de las obras de adecuación hidráulica y mitigación de crecientes para los Ríos Tunjuelo y Bogotá desarrollados por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá EAB – ESP y la Corporación Autónoma Regional del Cundinamarca – CAR, respectivamente, considerando que para el río Tunjuelo ya se realizaron las intervenciones de obras a partir de los diseños y que para el río Bogotá en el tramo colindante con el Plan Parcial Campo Verde ya se construyeron las obras por parte de la CAR.
- Este concepto no pretende en ninguna forma evaluar o avalar los diseños y construcción de las obras de protección del Río Tunjuelo, dado que dichas obras son responsabilidad exclusiva de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

- Este concepto no pretende en ninguna forma evaluar o avalar los diseños y construcción de las obras de protección del Río Bogotá en el proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del Río Bogotá, dado que dichas obras son responsabilidad exclusiva de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR.
- Los Análisis realizados fueron basados en los diseños originales del el proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del Río Bogotá adelantados por la CAR, que deberán ser actualizados una vez esta entidad realice la entrega formal de los planos records y las memorias técnicas de las obras avaladas por la Corporación.
- La visita de campo realizada para la elaboración de este concepto tiene el alcance de la verificación de las condiciones físicas del sector y no constituye una evaluación de amenaza.

5. LOCALIZACIÓN

El área propuesta para el Plan Parcial "Campo Verde" de 84.17 Hectáreas, se encuentra localizado en el sector suroccidental de la localidad de Bosa cerca a la confluencia de los Ríos Tunjuelo y del Río Bogotá. El predio propuesto se encuentra en el sector catastral San Bernardino XXII, en una zona de poca consolidación urbana. El sector cuenta con un ingreso por la Carrera 95A que corresponde a una vía principal del sector.

El Predio Campo Verde limita al norte con el Plan Parcial Bosa 37, al sur con el Plan Parcial Agua Blanca - El Remate, al oriente con El Plan Parcial Edén – El Descanso y al occidente con predios de la EAB - ESP, se ubica en la parte noroccidental de la localidad de Bosa aproximadamente entre las siguientes coordenadas con origen Bogotá como se muestra en la Figura 1.

Norte:	102200	a	103850
Este:	84600	a	85850

El plan parcial Campo Verde limita al sur con el río Tunjuelo en una longitud aproximada de 400 metros, entre los abscisados K3+100 y K3+500, definidos para el Río Tunjuelo según la EAB – ESP y se encuentra a una distancia que varía aproximadamente entre 300 y 1500 metros. La longitud del cauce del Río Bogotá, aferente al plan Parcial es cercana a 1400 metros, entre los abscisados K21+200 y K22+600 definidos por la CAR como se muestra en la Figura 1.

El Plan Parcial Campo Verde tiene una particularidad respecto a su posición geográfica, debido a que se encuentra en el valle aluvial del Río Bogotá, en inmediaciones de la confluencia del Río Tunjuelo, pero haciendo parte de una subcuenca urbana el Tintal, el drenaje actual del predio se hace a través de los canales artificiales San Bernardino y La isla, tributarios del Canal Cundinamarca. Es importante mencionar que el Río Bogotá y el Río Tunjuelo son cuerpos de agua regulados y su operación está a cargo de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) respectivamente

Adicionalmente, mediante el Acuerdo 577 del 26 de Diciembre de 2014 del Concejo de Bogotá, "Por el cual se declaran e incorporan como parques ecológicos distritales de humedal, los humedales de ribera "Tunjo" y "La Isla" y se dictan otras disposiciones" se declaró el parque ecológico Humedal La Isla que se encuentra en el costado suroccidental del Plan Parcial Campo Verde.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

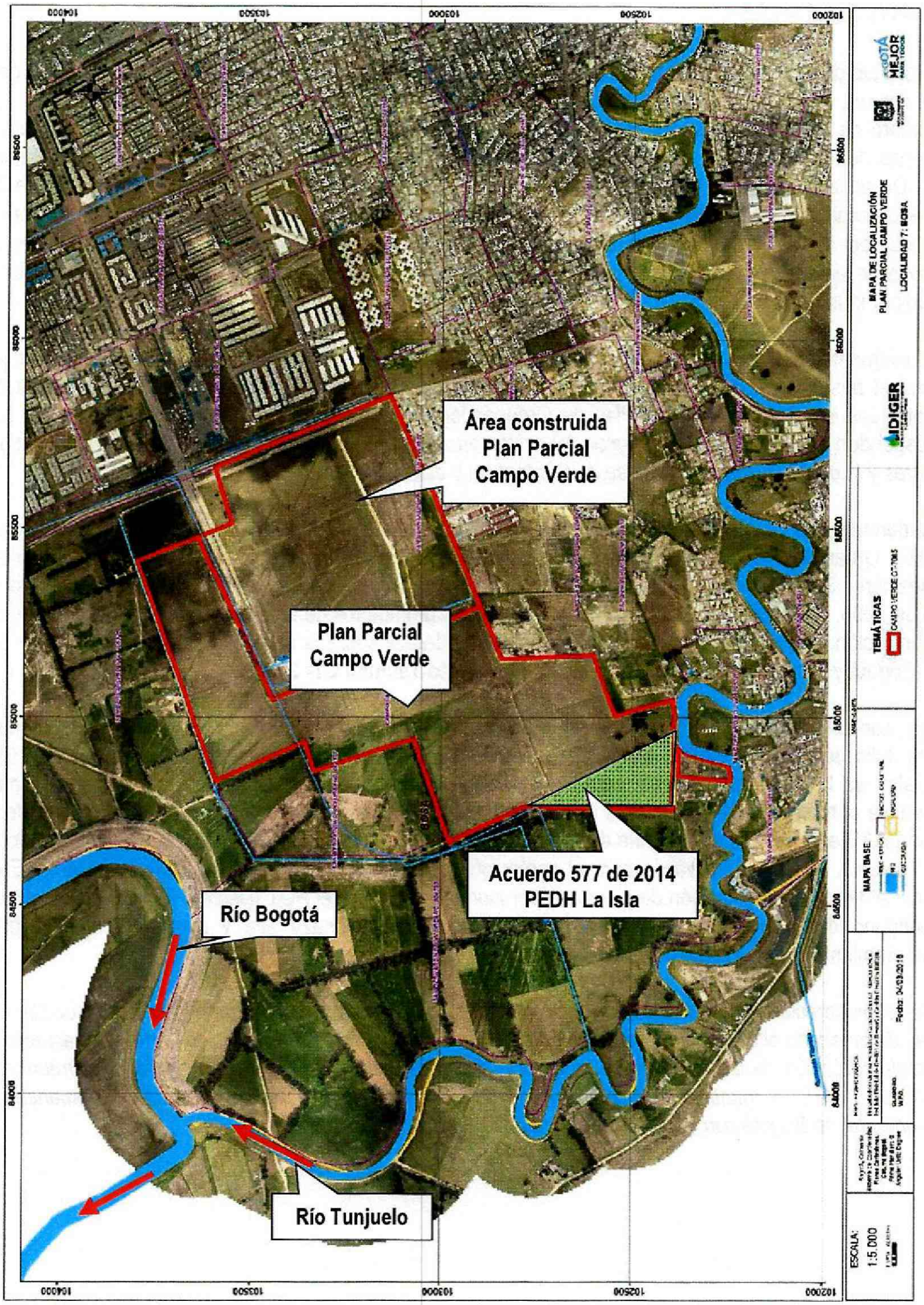


Figura 1. Localización general Plan Parcial Campo Verde

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

6. ANTECEDENTES

Por solicitud de la Secretaría Distrital de Planeación, para el caso específico del Plan Parcial Campo Verde la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias – DPAE (actualmente IDIGER), emitió el 10 de Diciembre de 2003 el **Concepto Técnico CT- 3936**, usando como insumo principal el Plano Normativo de amenaza de inundación por desbordamiento que hace parte integral del Plan de Ordenamiento Territorial – POT. De acuerdo con este pronunciamiento, en el costado sur existe una zona aproximadamente de 2 Ha. que está localizada dentro de la zona de alta amenaza por inundación producida por el desbordamiento del Tunjuelo, por lo cual se recomienda no adelantar urbanismo en ese sector y el resto del predio está en zona de zona de amenaza media, por lo tanto, en esta área no es necesario considerar estudios específicos de riesgo por inundación.

Adicionalmente, dentro de las recomendaciones de este pronunciamiento, se menciona que para poder reducir el riesgo en el sector por cuenta de la amenaza del Río Tunjuelo, se deben adelantar las obras establecidas en el artículo 76 del Plan de Ordenamiento Territorial – POT (Decreto 619/2000), las cuales corresponden a: *reconformación y realce del jarillón en algunos sectores, dragado del río Tunjuelo en algunos sectores y la construcción del Embalse de Cantarrana y obras anexas*.

Posteriormente, la DPAE (actualmente IDIGER), dando trámite a la consulta realizada por la Subdirección de Gestión Urbanística del Departamento Administrativo de Planeación Distrital (hoy Secretaría Distrital de Planeación - SDP), emitió la Respuesta Oficial No. RO-17589 con radicado de salida No. 2-01963 del 5 de abril de 2006, en la cual se aclara que las obras que los promotores de este plan parcial mencionan en dicha comunicación, son obras de drenaje que no tienen incidencia sobre la amenaza por desbordamiento de los ríos (Bogotá y Tunjuelo) por lo que se ratifica el **Concepto Técnico CT- 3936.**

Luego, con el fin de actualizar y reemplazar el Concepto Técnico CT – 3936, el FOPAE (hoy IDIGER) emitió el 19 de Julio de 2010 el FOPAE emitió el **Concepto Técnico CT – 5871** dirigido a la Dirección de Planes Parciales de la Secretaría Distrital de Planeación (SDP), en el cual se establece que con la información disponible al momento de elaboración de ese concepto y teniendo en cuenta especialmente lo manifestado por la EAAB en cuanto a su garantía de seguridad y buen funcionamiento de las obras adelantadas sobre el Río Tunjuelo, se considera válido para el sector que cubre el polígono del Plan Parcial "CAMPOVERDE", ratificar el Mapa de zonificación de amenaza por inundación, según el POT (Decreto 190 de 2004), en donde el polígono del plan parcial está localizado en zonas de amenaza alta y media, de inundación por desbordamiento del río Tunjuelo y el río Bogotá como se muestra en la Figura 2.

En las consideraciones de este pronunciamiento se establece que *no se considera viable la reducción de las zonas de amenaza alta y media mostradas para el Plan Parcial Campo Verde debido entre otros aspectos a la no implementación de las medidas de mitigación definidas para el río Bogotá en el Plan de Ordenamiento Territorial – POT, se mantiene la incertidumbre frente a los efectos de un posible efecto de remanso por la creciente del río Bogotá con diferentes períodos de retorno.*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

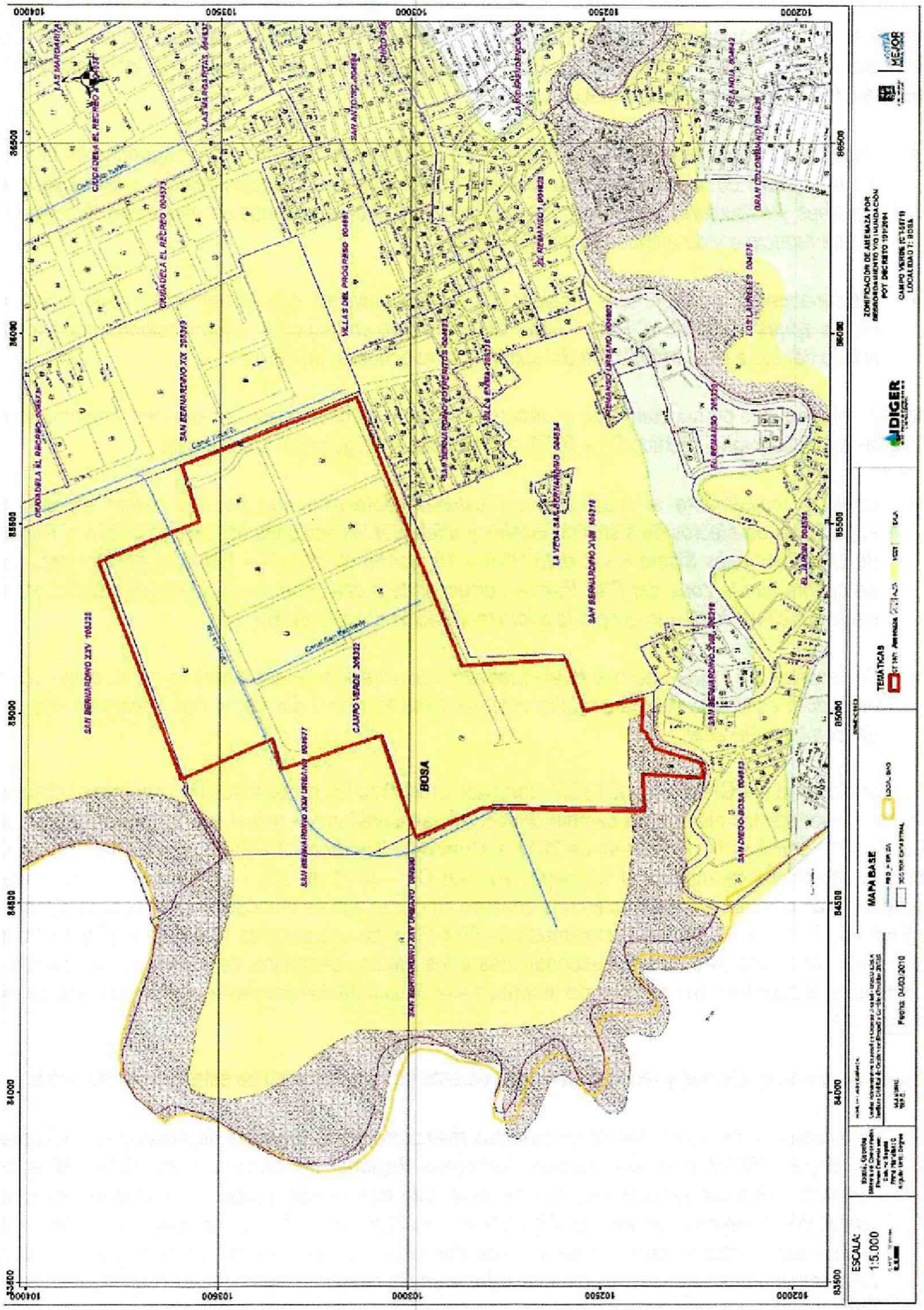


Figura 2. Zonificación de Amenaza de Inundación Plan Parcial Campo Verde según Concepto Técnico CT – 5871 de 2010

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Posteriormente, en atención a la solicitud de METROVIVIENDA de precisar el alcance del Concepto Técnico emitido para el Plan Parcial Campo Verde, el FOPAE (hoy IDIGER) el 1 de Junio de 2012 emitió la **Carta Remisoria CR-14816**, en donde se establece:

- *Dadas las decisiones que tomó la ciudad para su desarrollo urbanístico, la seguridad de la población en las zonas de amenaza media dependerá del adecuado funcionamiento y estabilidad de los jarillones y estructuras hidráulicas, ya que con este tipo de medidas de mitigación la amenaza sólo puede reducirse y de ninguna forma eliminarse.*

- *Adicionalmente, es importante recalcar que las inundaciones que se han presentado recientemente en las zonas aledañas al Plan Parcial Campo Verde corresponde a inundaciones por anegación y reflujo debido a la vulnerabilidad del sistema de evacuación de aguas.*

Adicionalmente, en este pronunciamiento se recomienda tener en cuenta las conclusiones y recomendaciones enunciadas en el Concepto Técnico CT – 5871 y entre otras las siguientes precisiones:

- *Realizar previamente al urbanismo un estudio geotécnico que permita definir las condiciones específicas de efectos de sísmicos locales y adelantar las acciones necesarias según el Reglamento de Construcciones Sismo Resistente NSR – 10, donde el Título H – Estudios geotécnicos, teniendo en cuenta que la zona del Plan Parcial corresponde a una zona susceptible a licuación conforme al decreto 523 de 2010 que adoptó la microzonificación sísmica de Bogotá.*

- *Se recomienda incluir una nueva alternativa de evacuación de agua para la zona, como una planta elevadora adicional, debido a la alta vulnerabilidad funcional del Canal Cundinamarca y la Estación de Bombeo Gibraltar.*

Luego, para la zona el FOPAE (hoy IDIGER), teniendo en cuenta las condiciones de variabilidad climática, los propósitos de reducir los efectos del cambio climático y la incertidumbre actual del comportamiento hidráulico del Río Bogotá; emitió el 14 de Febrero de 2013 el **Concepto Técnico CT – 6649** para el Plan Parcial Campo Verde que actualiza y reemplaza el Concepto Técnico CT – 5871 de 2010, en donde se establece que el polígono del plan parcial se encuentra en una zona de amenaza alta de inundación por desbordamiento de los Ríos Bogotá y Tunjuelo en un área aproximada de 50.6 Ha y en una zona de amenaza media de inundación en 32.0 Ha y las zonas aledañas correspondientes a los predios denominados potreritos colindantes con el plan parcial se encuentran en una zona de amenaza alta de inundación por desbordamiento como se muestra en la Figura 3.

Dentro de las consideraciones y recomendaciones de este pronunciamiento se establece lo siguiente:

- *De acuerdo a los resultados de los estudios realizados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR sobre los ríos Tunjuelo y Bogotá respectivamente, se evidencia que el plan parcial se encuentra en una zona vulnerable a eventos de inundación debido a la características topográficas del predio, ante una posible falla funcional de los jarillones o un desborde, causado por la baja capacidad hidráulica que se presenta en la confluencia de los dos ríos y en las secciones transversales colindantes con el plan parcial.*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

- *Considerando las intervenciones realizadas en la cuenca alta y media del Río Bogotá presentadas en los numerales 6.1 y 6.2 , en la actualidad se tiene una gran incertidumbre del comportamiento hidráulico del río y por lo tanto se justifica la reconsideración de los criterios que determinan las condiciones de amenaza por inundación por desbordamiento en este sector*

- *Las dinámicas presentadas a nivel hidrometeorológico durante el período 2010-2011, influenciadas por el Fenómeno de la Niña 2010-2011, han advertido de la incertidumbre en la capacidad predictiva de los modelos de comportamiento hidrológico de las cuencas de los ríos Tunjuelo y Bogotá. Esto determina una alta vulnerabilidad para los diseños implementados como medidas de mitigación, así como para la población cuya seguridad depende de estas obras.*

- *•Si bien ya se ejecutaron las obras de adecuación hidráulica y protección del rio Tunjuelo y están previstas las obras de adecuación del Río Bogotá, que garantizan un nivel de seguridad básico, de acuerdo a las observaciones realizadas por el FOPAE en la zona, se evidencian procesos de deterioro de estas estructuras de protección, lo cual denota insostenibilidad en los mecanismos implementados para el mantenimiento preventivo y funcional de las mismas y por lo tanto un incremento de las condiciones de riesgo.*

- *Teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente, la zona de amenaza alta por inundación definida de acuerdo al presente concepto, en concordancia con la normatividad vigente, deben ser objeto de restricción del uso y ocupación del suelo, por lo que en dicha zona no se podrán adelantar procesos de urbanización.*

- *La zona de amenaza media por inundación, en concordancia con la normatividad vigente, tienen su uso sujeto a la implementación y funcionamiento de medidas estructurales y no estructurales de mitigación. En aras de prevenir cualquier tipo de riesgo ante un peligro de daño grave e irreversible por amenaza de inundación, atendiendo además el mandato del Plan de Desarrollo "Bogotá Humana 2012-2016" en cuanto a sus principios y objetivos estructurantes, y de acuerdo con los siguientes criterios, se condiciona el desarrollo a la realización de:*

    - *Evaluación de la capacidad hidráulica de los canales existentes, su influencia en la cuenca Tintal y las consecuencias de la impermeabilización del suelo y la disminución del tiempo de concentración.*
    - *Ejecución de las obras que permitan mejorar el drenaje del predio y aumentar la capacidad y funcionalidad de los canales existentes. Estas medidas de drenaje deben contemplar el comportamiento de los flujos subsuperficiales y los niveles freáticos, así como la influencia sobre estos de los ríos Tunjuelo y Bogotá.*
    - *Evaluar y construir de ser el caso, una alternativa de bombeo complementaria o adicional a la estación Gibraltar o un sistema de redundancia del bombeo, de modo que se supla la eventual insuficiencia o falla funcional, que se pueda presentar en dicha estación.*
    - *Incluir dentro proyecto urbanístico medidas para el aislamiento y protección de viviendas y construcciones en general, debido a los fenómenos de capilaridad y humedad que se pueden generar por los flujos subsuperciales y subterráneos debido a la proximidad del plan parcial con los Ríos Tunjuelo y Bogotá.*
    - *El diseño del proyecto constructivo y sus obras de cimentación, deben contemplar, dentro de su evaluación geotécnica, la susceptibilidad a procesos de licuación, debida a la presencia de mantos de arena y de altos niveles freáticos del en el sector.*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

- *Se recomienda realizar una modelación hidráulica de los ríos Bogotá y Tunjuelo, así como de la microcuenca Tintal, con el fin de calcular la afluencia en el predio ante desbordamiento y diseñar e implementar estructuras de manejo, zonas de amortiguación y obras de protección requeridas para este predio en particular.*

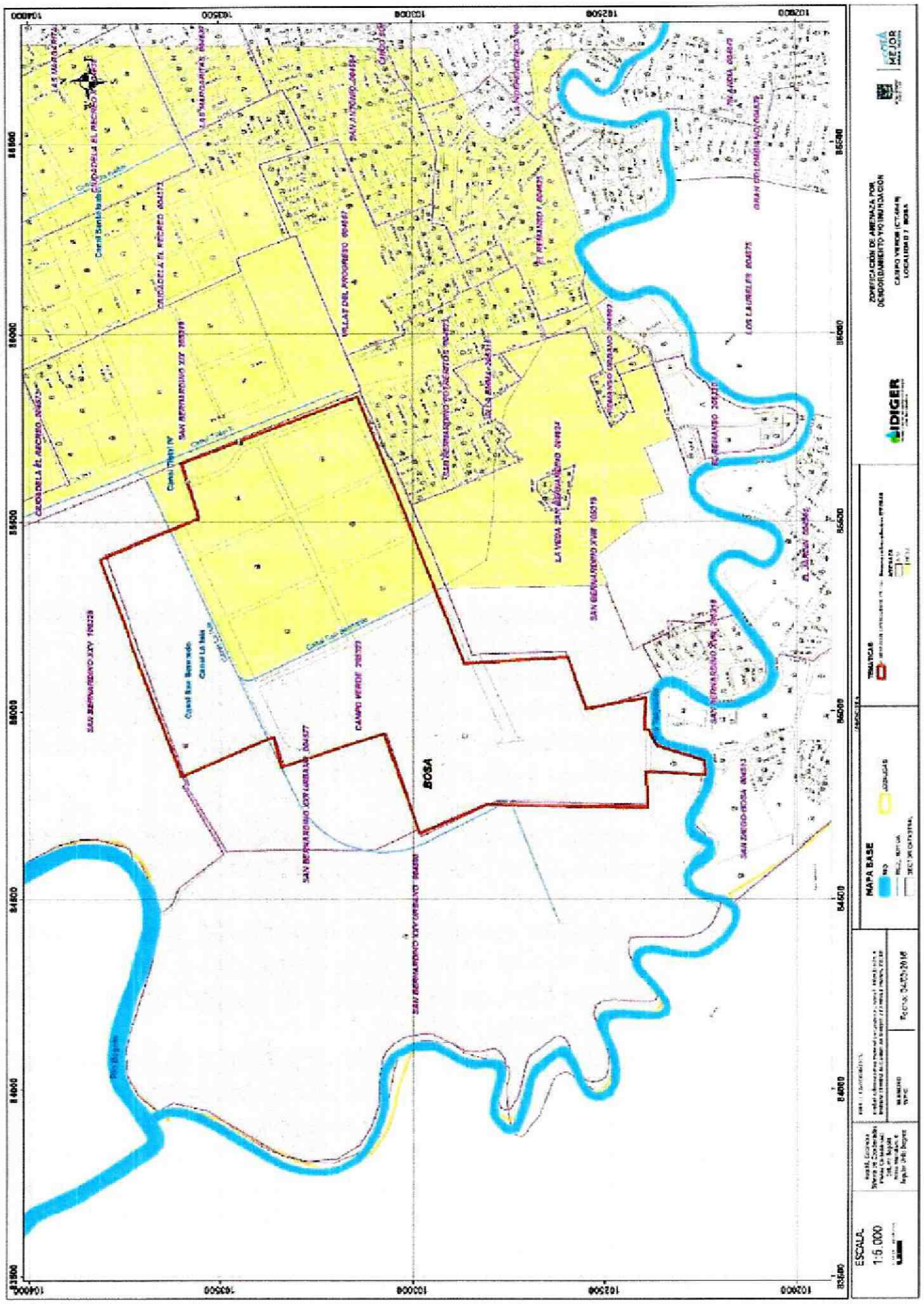


Figura 2. Zonificación de Amenaza de Inundación Plan Parcial Campo Verde según Concepto Técnico CT – 6649 de 2013

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Luego, en el marco de los compromisos adquiridos en el Comité Técnico de Planes Parciales del 26 de Julio de 2013, la Dirección de Planes Parciales de la Secretaría Distrital del Planeación I solicitó al FOPAE (hoy IDIGER) realizar un ajuste cartográfico al Concepto Técnico de Inundación por Desbordamiento No 6649 del 14 de Febrero de 2013 emitido para el Plan Parcial Campo Verde de la Localidad de Bosa.

Según lo mencionado, el FOPAE (hoy IDIGER), emitió el 21 de Noviembre de 2013 el **Concepto Técnico CT-7085** correspondiente a la Adenda No. 1 al Concepto Técnico CT-6649 de 2013, en el cual en correspondencia con la solicitud del Comité Distrital de Planes Parciales, se modifica la Tabla 8 "Zonificación de Amenaza de inundación por desbordamiento" y la Figura 55 "Zonificación de Amenaza de Inundación según Concepto Técnico CT – 6649, para el Plan Parcial CAMPO VERDE" del numeral 8 Zonificación de Amenaza del pronunciamiento mencionado, precisando el cálculo de superficie y porcentaje de las zonas sujetas a cada grado de amenaza de inundación por desbordamiento, en donde se establece que el polígono del Plan Parcial se encuentra en zona de amenaza alta de inundación por desbordamiento de los Ríos Bogotá y Tunjuelo en un área aproximada de 48.2 Ha y en una zona de amenaza media de inundación en 35.9 Ha como se muestra en la Figura 3.

6.1 INTERVENCIONES EN EL RÍO TUNJUELO

A continuación se hace un breve resumen de los antecedentes sucedidos frente a las intervenciones realizadas en el Río Tunjuelo por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá EAB – ESP (antes EAAB como se menciona a lo largo de este ítem) en las obras de adecuación hidráulica y control de inundaciones del Tunjuelo, las comunicaciones mencionadas corresponden a pronunciamientos emitidos por cada entidad de acuerdo con las solicitudes realizadas.

En mayo y junio de 2002 se produjo el desbordamiento de la quebrada La Chiguaza y la ruptura del jarillón de la margen oriental del río Tunjuelo a la altura de la Escuela de Artillería y las consecuentes inundaciones del barrio Tunjuelito (sector El Hoyo) y de la cantera Pozo Azul, respectivamente. Tras el segundo episodio de creciente del río Tunjuelo (junio 10 de 2002) el cauce del mismo se desvió parcialmente produciendo mayores inundaciones en los barrios San Benito y Tunjuelito y en las canteras Santa María, Carlos Madrid, Sánchez y González y Conagre.

Con el fin de abordar la problemática generada por estos hechos se expidió el Decreto 316 de octubre de 2004, por medio del cual se adoptaron los instrumentos para la Coordinación Institucional, se designó a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá como gerente y se adoptaron los siguientes instrumentos:

- La definición de un Macroproyecto Urbano para la Cuenca del Río Tunjuelo a mediano y largo plazo.
- La definición de un Plan de Prevención y Mitigación de Riesgos en la Cuenca del Río Tunjuelo – Barrios adyacentes a la zona de canteras-, a corto plazo.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

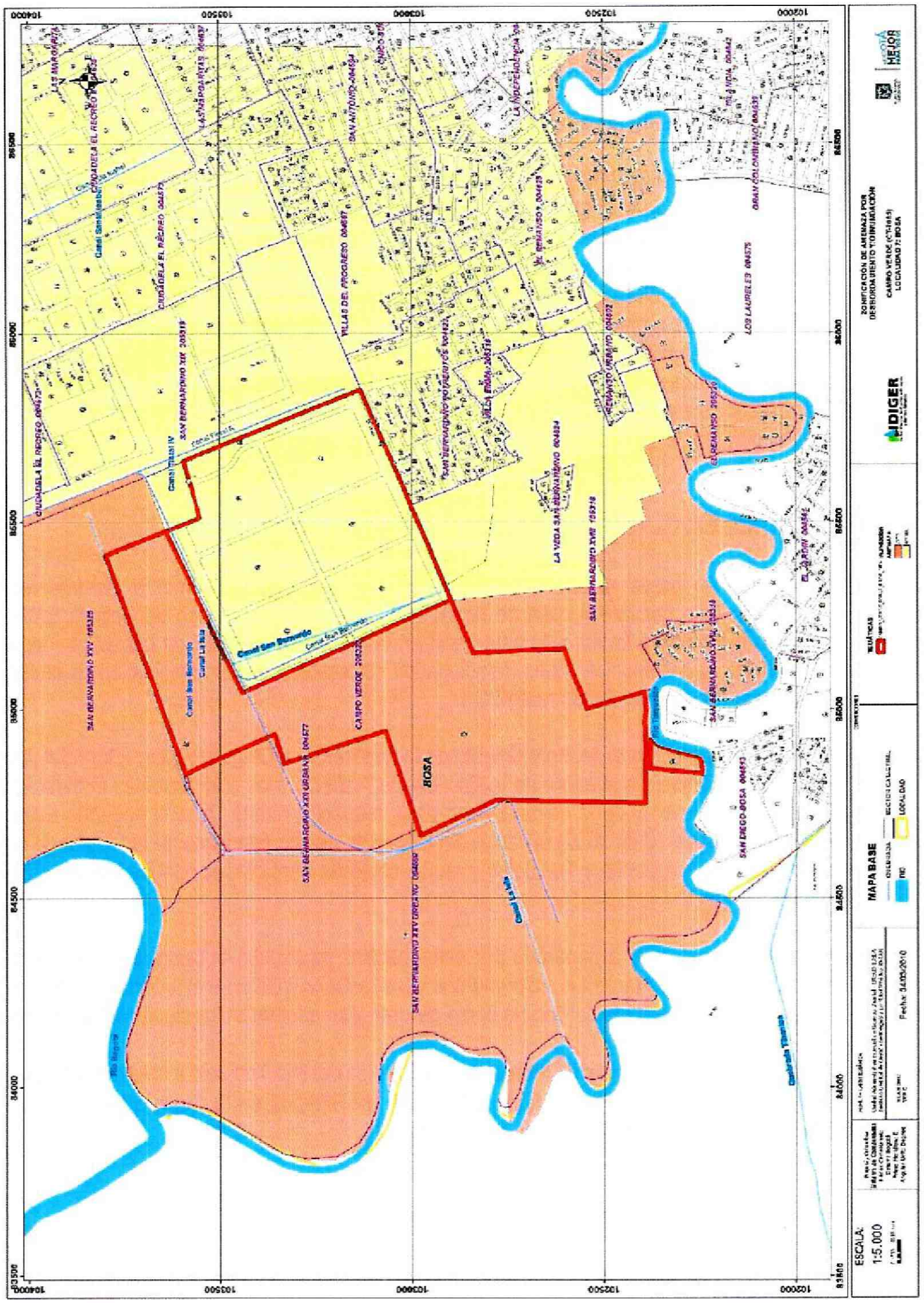


Figura 3. Zonificación de Amenaza de Inundación Plan Parcial Campo Verde según Concepto Técnico CT – 7085 de 2013

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

A finales del año 2004, el Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) inicia la formulación del plan de Acción del Macroproyecto Urbano de la Cuenca del Río Tunjuelo. Una de las seis gerencias establecidas corresponde a la Gerencia de proyecto de adecuación hidráulica a cargo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, que responde al objetivo de preservar y mantener la capacidad hídrica de la cuenca. Una de las líneas de acción de esta gerencia corresponde al proyecto presa Cantarrana y otra de ellas a los estudios de restitución del cauce del río Tunjuelo, en el cual se encontraba el componente de mecanismos de control de crecientes en la zona de canteras. Adicionalmente, dentro de las líneas de acción se encontraba por ejecutar en su momento, la adecuación hidráulica y rehabilitación de la zona de ronda y la zona de manejo ambiental de la quebrada Chiguaza Tramo I.

Posteriormente a mediados del año 2008 la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá informó sobre la culminación del proyecto Cantarrana y obras anexas, constituyendo ésta una obra de gran envergadura y gran impacto en el comportamiento hidráulico del río Tunjuelo, al incluir -como lo menciona el artículo 132 del Plan de Ordenamiento Territorial- una presa de escala considerable y cercana a la zona urbana de Bogotá, la intervención de la geometría del cauce por medio de dragados, la modificación de las estructuras de protección correspondientes a los jarillones y la intervención del vertedero del embalse de amortiguación No 3.

Mediante los oficios **CR – 2838, CR - 4211, CR- 4699, CR- 5927**, el FOPAE (hoy IDIGER) solicitó a la EAAB todo el soporte sobre las obras de adecuación hidráulica del río Tunjuelo, de manera que esta entidad pudiera evaluar y conceptuar sobre el nivel de riesgo de inundación luego de las intervenciones ejecutadas.

De acuerdo a esta información solicitada a la EAAB mediante los oficios **2007ER15806, 2008ER8295, 2008ER10292, 2008ER15417, 2009ER4793** manifiesta las siguientes consideraciones:

- *Las obras para el control de crecientes del Río Tunjuelo fueron construidas acorde con los criterios de diseño definidos mediante contrato 1-02-4100-224-2000 de INGETEC, en los sectores identificados en dichos diseños."*
- *La empresa solo dispone de la modelación hidráulica de los diseños de las obras, realizada por INGETEC en el periodo 2000-2002, en consecuencia, la modelación disponible no contempla la influencia de la zona de gravilleras en las condiciones actuales. Por otra parte, las condiciones futuras de niveles del río Bogotá aún están en proceso de definición por parte de la Corporación Autónoma Regional. Actualmente la EAAB, no dispone de la actualización del modelo hidráulico del río Tunjuelo con las condiciones existentes y futuras del río Bogotá*
- *Si la tormenta se concentra en alguna de las quebradas afluentes al río, este fenómeno puede presentar inundaciones no solo en el área de influencia de la quebrada, sino también en los sectores aledaños a dicha confluencia en caso que en dichas quebradas no se hayan construido las obras de protección contra inundaciones"*
- *El área de confluencia de la quebrada Chiguaza al río Tunjuelo, aún tiene riesgo de inundación hasta tanto no se contemplen las obras de protección previstas para dicha quebrada, lo mismo aplicaría para todas las quebradas afluentes al río Tunjuelo.*
- *Las obras de protección de orillas y realce de jarillones se realizaron en los sectores donde se identificó, a la fecha de ejecución de los diseños y a la fecha de ejecución de las obras, que requería la ejecución de las mismas, sin embargo es conveniente mencionar, que la misma dinámica del río y la intervención que hacen los particulares sobre el jarillón del río, sin ningún requerimiento técnico,*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

hace que otros sectores del río puedan requerir realce o protección de orillas, lo cual tendrá que ser evaluado en su momento puntualmente

- *La invasión actual de las zonas de ronda y zonas de manejo y preservación ambiental y la que comúnmente se presenta en estos sectores, es un problema de invasión de espacio público, el cual se sale completamente de las manos de la Empresa de Acueducto, en consecuencia las obras construidas por la Dirección Red Troncal de Alcantarillado, no garantizan la protección de estos sectores, ni ha dejado previsto medidas para mitigar o prevenir riesgo de inundación en dichos sectores.*
- *El manejo del río en el sector de Canteras como se ha mencionado, es algo que no está definido.*
- *Es importante mencionar que la EAAB ejecutó obras de realce de jarillones y protección de orillas en los sitios puntuales identificados por el Diseñador y en la etapa de construcción. En consecuencia las obras ejecutadas garantizan la protección contra inundaciones para los periodos de retorno diseñados; sin embargo, la EAAB no puede garantizar la protección contra inundaciones en los sectores que aún no han sido intervenido, ni en la confluencia de las quebradas.*

Como resultado del análisis de la información remitida por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá hasta marzo de 2009 con respecto a las condiciones del río Tunjuelo luego de la intervención a la que fue sometido durante el proyecto Cantarrana y Obras Anexas, la DPAE (hoy IDIGER) emitió en septiembre del año 2009 el concepto técnico CT-5633 para el denominado Plan Parcial "la Palestina" en el cual llegó a las siguientes conclusiones:

- *La información proporcionada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, no es contundente sobre si se realizó una intervención integral en el río Tunjuelo para generar una protección para el periodo de retorno de 100 años, correspondiente a lo ordenado por el Plan de Ordenamiento Territorial; sin embargo, la EAAB no puede garantizar, la protección contra inundaciones en los sectores que aún no han sido intervenidos, ni en la confluencia de las quebradas afluentes del río Tunjuelo en las cuales no se hayan ejecutados obras de recuperación hidráulica.*
- *Con respecto a la información de factores de seguridad que ha sido proporcionada correspondiente a los criterios de diseño plasmados por uno de los consultores de la EAAB; en el caso de los jarillones, no es claro si estos factores de seguridad aplican para toda la longitud de las estructuras, más aún, teniendo en cuenta que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado remitió a la DPAE (actualmente FOPAE) a través de la comunicación 2009ER4797, una relación de puntos por intervenir en donde se incluyen en algunos casos, tramos cuya descripción corresponde a fallas de talud. Lo anterior genera incertidumbre sobre la integridad estructural de estas obras en toda su longitud, teniendo en cuenta que según la Empresa de Acueducto y Alcantarillado la intervención realizada fue puntual; con respecto a los criterios de seguridad de la presa Cantarrana, la EAAB no remitió información al FOPAE.*
- *En relación con las condiciones hidráulicas, la EAAB manifestó que no cuenta con un modelo hidráulico del río Tunjuelo que le permita responder a los requerimientos de información de la DPAE (hoy FOPAE), por lo cual la EAAB manifestó durante las reuniones sostenidas con la DPAE, que consideraba necesaria la ejecución de un estudio que le permitiera determinar los caudales máximos y su correspondiente periodo de retorno que pueden ser transitados por el río Tunjuelo, sin desborde bajo las condiciones actuales. La EAAB ha manifestado que solo podría pronunciarse al respecto luego de que su estudio soporte fuera ejecutado.*

Por lo expuesto anteriormente, el FOPAE (hoy IDIGER) consideró en su momento que la información enviada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, implicaba que NO era posible realizar un cambio en

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

la zonificación de amenaza del río Tunjuelo, que considerara la reducción de las zonas de amenaza debido a que todavía no se había culminado la intervención integral para el manejo de inundaciones en el río Tunjuelo. Por el contrario, la información remitida, sugería la necesidad de evaluar las consideraciones que se tuvo en cuenta para la elaboración del plano normativo de amenaza de inundación en la zona.

Posteriormente, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá emitió la comunicación con radicado FOPAE **2010ER4552** del 09 de abril de 2010, en donde manifestó literalmente:

> *"...la EAAB certifica que las citadas obras de control de crecientes sobre el cauce del río Tunjuelo se encuentran concluidas y operando de acuerdo con las consideraciones y criterios de diseño; además el seguimiento sobre la condición de las mismas y los resultados de la modelación nos permiten afirmar que las obras gozan de estabilidad geotécnica y estructural así como de sostenibilidad operacional"*

Con respecto al tramo del Río Tunjuelo en el que se encuentra localizado el plan parcial CAMPO VERDE (K3+100 y K3+500), la EAAB se expresó en los siguientes términos:

> *"...Este sector comprende aproximadamente el 40% de la longitud total tenida en cuenta en la modelación y su área de drenaje incluye la mayoría de las solicitudes de desafectación provenientes de la localidad de Bosa. Los diferentes escenarios considerados en la modelación, permiten conceptuar que este sector se encuentra libre de alto riesgo no mitigable, lo cual claramente se puede apreciar en los planos de áreas de inundación para los diferentes periodos de retorno, generados por los modelos hidráulicos e hidrológico; en particular se aprecia que las áreas inundables para un periodo de retorno de 1/10 años se encuentran contenidas entre las líneas de coronación de los jarillones izquierdo y derecho..."*
>
> *"...Una vez analizados y evaluados los datos obtenidos y considerando modelos de lluvias con periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años con 11 posibles escenarios, el resultado obtenido para los barrios San Bernardino, Providencia, San José, La Independencia, Getsemaní, San Nicolás, Las Vegas, La Palestina y Antonia Santos, dio como resultado que dichos barrios no presentan riesgo por inundación para los periodos de retorno mencionados"*

Ante dicho pronunciamiento el FOPAE solicitó mediante oficio RO-42663 a la EAAB aclaraciones finales con el fin de despejar algunas inquietudes relacionadas con la SEGURIDAD, INTEGRALIDAD Y GEOREFERENCIACIÓN de los sectores a los que hace referencia el pronunciamiento de la EAAB (2010ER8659), toda vez que se presentan algunos contrastes entre los dos últimos pronunciamientos y sus pronunciamientos anteriores. Atendiendo dichas inquietudes de la DPAE, el Gerente de la EAAB envió la comunicación con radicado FOPAE2010ER9657 del 08 de julio de 2010 en la cual manifestó:

> *"...La EAAB ya tiene terminado el 100% de las obras de control de crecientes en el cauce y orillas del río Tunjuelo, por lo cual los barrios San Bernardino, Providencia, San José, La Independencia, Getsemaní, San Nicolás, Las Vegas, La Palestina y Antonia Santos se encuentran libres de amenaza por desborde e inundación para periodos de retorno de 100 años. Esto considera la situación actual del río, habiéndose atendido situaciones anteriores, que en su momento generaron riesgo, y que en el escenario de hoy se encuentran superadas con la culminación de las obras mencionadas".*
>
> *"Como se mencionó anteriormente, la situación actual del río Tunjuelo con las obras 100% ejecutadas, conduce a que en los barrios: San Bernardino, Providencia, San José, La Independencia,*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Getsemaní, San Nicolás, Las Vegas, La Palestina y Antonia Santos para periodos de retorno de 100 años, no exista riesgo de inundación".

"Es así como, de conformidad con el decreto 332 en su artículo 15 y 16 en donde la responsabilidad de asumir el riesgo y mitigarlo corresponde a las entidades públicas o privadas y dado que la DPAE no tiene dentro de sus funciones revisiones o avales sobre conceptos técnicos que emitan entidades públicas o privadas, explícitamente la EAAB, nuevamente reitera que dentro de sus competencias legales, informa que en los barrios mencionados en el párrafo anterior para periodos de retorno de 100 años no existe riesgo por inundación evaluando las condiciones técnicas y físicas de hoy".

"Ya se encuentra terminada la intervención de estos puntos mencionados (15 puntos críticos localizados a lo largo del río Tunjuelo), considerando las condiciones técnicas hidráulicas y estructurales para los sectores comprendidos entre los barrios mencionados anteriormente.

Por otra parte se tiene un plan de seguimiento y monitoreo de las márgenes del río Tunjuelo en los sectores de los barrios mencionados, con el fin de verificar el comportamiento de las obras y efectuar acciones correctivas en caso de ser necesario..."

Se resalta que las zonas mencionadas por la EAAB en las comunicaciones con radicación FOPAE **2010ER8659** y FOPAE **2010ER9657**, cubren el sector sur del Plan Parcial CAMPO VERDE, conforme con el plano de georreferenciación adjunto a esta última comunicación.

La EAAB, mediante su comunicación del 19 de julio de 2010 con número de radicado **2010ER10205**, conociendo su responsabilidad para mitigar y evaluar el riesgo de inundaciones, emitió concepto favorable para el Plan Parcial CAMPO VERDE, de la siguiente manera:

"Sobre la margen derecha del río Tunjuelo en las abscisas ubicadas en los linderos del Plan Parcial Campo Verde, la modelación hidráulica anteriormente citada, permite al Acueducto conceptuar que no existe riesgo de desbordamiento con periodo de retorno hasta 100 años.

De igual forma la EAAB mediante comunicación del 09 de Julio de 2012 con radicado *2012ER12584*, expresa lo siguiente:

"...En los oficios 10200-2010-0424/0481, 17 de Junio y el 8 de Julio de 2010, (anexos) y como se soporta en los documentos del C.D. remitido mediante oficio 25510-2012-01348; correspondientes al Contrato No 1-02-4100-224-2000 de Noviembre de 2002; la E.A.A.B., certifica la estabilidad de las obras de Realce de Jarillones y Protección de Orillas del Río Tunjuelo.

En lo referente al mantenimiento de las obras de control de creciente, la Empresa manifiesta que a partir de la terminación de las obras del contrato No 1-01-25500-504-2006 cuyo objeto fue " "Construcción de la Primera Etapa de las obras de Control de Crecientes en la Cuenca Baja del Rio Tunjuelo-Realce de Jarillones, Dragados y obras de Protección", se ha implementado un procedimiento de inspecciones periódicas al final de las temporadas invernales, para determinar sitios Críticos o de fallos incipientes que requieren intervención, particularmente lo relacionado a la estabilidad de los Jarillones; de lo anterior, se han dado Justificación y se han ejecutado las obras de protección de orillas y estabilización de taludes mediante los contratos Nos.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

- *2-01-25500-694-2009*
- *2-01-255000-513-2011*
- *201-25500-777-2011..."*

De acuerdo con las comunicaciones citadas anteriormente entre el FOPAE (hoy IDIGER) y la EAAB, para la zona en la cual se encuentra el Plan Parcial Campo Verde, es claro que la EAAB certifica, que la estabilidad de las obras de control de crecientes y obras de Realce de Jarillones y Protección de Orillas del Río Tunjuelo, se encuentran concluidas y operando de acuerdo con las consideraciones y criterios de diseño para periodos de retorno de 100 años, por lo cual no existiría riesgo de inundación. Además que la EAAB tiene un plan de seguimiento y monitoreo de las márgenes del río Tunjuelo en el sector, con el fin de verificar el comportamiento de las obras y efectuar acciones correctivas en caso de ser necesario.

Posteriormente, en atención a la solicitud presentada por la empresa Fiduoccidente (Fiduciaria de Occidente S.A.) con radicado 2016ER1722 del 2 de Febrero de 2016 relacionada con la solicitud de la actualización del Concepto Técnico CT – 6649 de 2013 emitido para el Plan Parcial Campo Verde en el marco de las intervenciones que se están adelantando en el Río Bogotá debido a las obras de adecuación hidráulica que adelanta la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y de las obras realizadas por la EAB – ESP ejecutadas en el Río Tunjuelo en inmediaciones del Plan Parcial, el IDIGER mediante la Carta Remisoria CR – 23035 del 10 de Febrero de 2016 solicita la siguiente información de las condiciones del Río Tunjuelo actualizadas a 2016:

- Estudio hidrológico e hidráulico del Río Tunjuelo con las nuevas obras adelantadas por la CAR en donde se detalle los escenarios de diseños, caudales y períodos de retorno que puede transitar el cuerpo de agua sin desborde bajo las condiciones actuales, factores de seguridad y escenarios con los cuales se diseñaron las obras de protección (jarillones, vertederos, zonas multifuncionales, entre otras)
- Definición de las zonas de ronda hidráulica y la zona de manejo y preservación ambiental luego de la adecuación realizada en el río.
- Informes de mantenimiento de las obras de adecuación con la georreferenciación de puntos o sectores intervenidos ejecutadas por la EAB – ESP. (Dragado, mantenimiento y/o realce de jarillones, limpieza, entre otros)

En atención a la solicitud presentada por el IDIGER, la EAB – ESP mediante el pronunciamiento 25510-2016-00363 de 4 de Marzo de 2016 menciona lo siguiente:

> *"...Con respecto al estudio de modelación hidráulica del rio Tunjuelo, elaborado por la firma IHT Ltda. para la EAB como parte del contrato 2-02-25500-739-2009, el cual fue remitido a IDIGER en el año 2012 (radicado 25510-2012-01369) y que se toma como base para la evaluación de amenaza por inundación del Plan Parcial Campo Verde, es necesario precisar que los resultados y conclusiones de la modelación hidráulica realizada en dicho momento consideraban una condición de frontera en la descarga al Río Bogotá correspondiente a la situación del rio previo a las obras de adecuación hidráulica del mismo (Nivel de los 100 años = 2543,34 msnm). En dicha condición se generaba un desborde del rio Tunjuelo hacia los predios de Bosa en el tramo próximo al rio Bogotá y en un sector puntual localizado en la abscisa K2+950, donde el jarillón presentaba un punto bajo.*
>
> *A partir del año 2012 la CAR viene ejecutando las obras de adecuación hidráulica del rio Bogotá, las cuales a la fecha se encuentran terminadas en un tramo de 52,5 km, entre las compuertas de*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Alicachin y el cruce de la Calle 80, con lo cual es posible afirmar que las condiciones de frontera actuales son diferentes a las consideradas en el estudio de IHT Ltda. De acuerdo con los diseños hidráulicos de las obras de adecuación del rio Bogotá, remitidos a la EAB por la CAR durante la ejecución del proyecto, el nivel de los 100 años en el sitio de descarga del rio Tunjuelo, producto de una mejor capacidad hidráulica, sería de 2541,54 msnm (1,8 m por debajo del considerado en su momento por IHT Ltda.)

De acuerdo con lo anterior, hemos actualizado el modelo hidráulico del rio Tunjuelo generado por IHT Ltda., para considerar la nueva condición de descarga al rio Bogotá, manteniendo el mismo escenario hidrológico critico que se consideró en dicho momento (hidrogramas de creciente estimados suponiendo la simultaneidad de eventos de lluvia en la parte alta de la cuenca, con periodo de retorno de 100 años).

Al considerar la nueva condición hidráulica del Río Bogotá, que genera una reducción significativa en los niveles de flujo del rio Tunjuelo, la creciente con periodo de retorno de 100 años es contenida por los jarillones sin producir desborde hacia los predios colindantes. En el tramo aferente al Plan Parcial Campo Verde el borde libre entre el nivel de agua y la corona del jarillón es superior a 1 m en todo el tramo, con excepción del punto bajo localizado en el K2+950 (450 m aguas abajo del límite del Plan Parcial), donde el borde libre es de 40 cm. Como soporte de lo presentado, adjuntamos los archivos de modelación hidráulica del Rio Tunjuelo con las condiciones descritas, en formato HEC-RAS..."

Con respecto al mantenimiento de las obras de adecuación del Rio Tunjuelo y localización de puntos o sectores intervenidos por la EAB-ESP desde el año 2008, en el pronunciamiento 25510-2016-00363 de 4 de Marzo de 2016 se menciona lo siguiente:

"...A continuación se relacionan las actividades adelantadas por la EAB-ESP con relación a las obras de dragado, protección de orillas, adecuación de taludes y realce de jarillones sobre el rio Tunjuelo, referenciando las abscisas en las que se llevaron a cabo las intervenciones, teniendo en cuenta que el K0+000 se encuentra en la desembocadura del rio Tunjuelo al rio Bogotá en la Localidad de Bosa. El abscisado del rio para la localización de las obras se incluye en los planos de obra construida adjuntos (ver plano de localización general)..."

Tabla 1. Relación de intervenciones realizadas en el Ro Tunjuelo según EAB – ESP

No. Contrato con el cual se adelantaron las labores	Año de intervención	Objeto	Abscisas intervenidas	Acciones ejecutadas
1-01-25500-504-2006	2008-2009	Construcción de la primera etapa de las Obras para el Control de Crecientes en la Cuenca Baja del Rio Tunjuelo - Realce de Jarillones, Dragados y obras de Protección de Orillas	K0+000 al K24+600	Realce de Jarillones, dragado, Obras de protección de orillas, adecuación de taludes.
1-01-25500-694-2009	2010	Construcción tercera etapa de Obras para el Control de Crecientes en la Cuenca del Rio Tunjuelo, Obras de Protección de Orillas Realce de Jarillones y	K3+630 al K9+500	Realce de Jarillones, Obras de protección de orillas, adecuación de taludes

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

No. Contrato con el cual se adelantaron las labores	Año de intervención	Objeto	Abscisas intervenidas	Acciones ejecutadas
		Adecuación de Taludes		
2-01-25500-0513-2011	2011	Construcción de Obras de Protección de Orillas, Realce de Jarillones y Adecuación de Taludes en el Rio Tunjuelo – Sector Barrio La Independencia – Bosa.	K6+398 a K6+493 y K7+326 a K7+376	Realce de Jarillones, Obras de protección de orillas, adecuación de taludes
2-01-25500-0777-2011	2012	Construcción de Obras de Protección de Orillas, Realce de Jarillones y Adecuación de Taludes en el Rio Tunjuelo – Sector Localidad de Bosa.	K8+837 a K8+897 y K6+525 a K6+589	Realce de Jarillones, Obras de protección de orillas, adecuación de taludes
2-01-25500-1149-2013	2014	Construcción de Obras de Protección de Orillas y Adecuación de Taludes en el Rio Tunjuelo – Sector Parque Villa del Rio.	K13+800 al K13+900	Realce de Jarillones, Obras de protección de orillas, adecuación de taludes
2-01-25500-1572-2013	2014-2015	Protección de Orillas y Adecuación de Taludes en Sitios Críticos del Rio Tunjuelo – Localidad de Bosa - La Avenida Agoberto Mejía (Av. Kr 80) Y La Transversal 81.	K9+900 al K10+960	Realce de Jarillones, Obras de protección de orillas, adecuación de taludes
2-01-25500-0577-2015	2016	2015- MANTENIMIENTO DE JARILLONES	K7+500 al K7+620	Realce de Jarillones, Obras de protección de orillas, adecuación de taludes

6.2 INTERVENCIONES EN EL RÍO BOGOTÁ

6.2.1 PROYECTO DE ADECUACIÓN HIDRÁULICA Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL DEL RÍO BOGOTÁ

A continuación se hace una pequeña descripción del proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental que actualmente adelanta la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, esta información fue tomada y adaptada del documento denominado "*Documento General del Proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental*" desarrollado por el Fondo para las Inversiones Ambientales en la Cuenca del río Bogotá – FIAB, que recopila los estudios técnicos realizados por la CAR en este proyecto.

De acuerdo con el documento mencionado anteriormente uno de los principiales objetivos con respecto al control de inundaciones del Río Bogotá en el Distrito Capital "*...es el diseño y construcción de las obras requeridas para el control de inundaciones debidas al río Bogotá para una condición de niveles con un periodo de retorno de 500 años, en el tramo comprendido entre Puente La Virgen y Alicachín. El diseño de dichas obras contemplan la ejecución de un proyecto con múltiples objetivos y cuya ejecución deberá ser realizada teniendo como base la tendencia actual de darle los ríos un manejo multipropósito: buscando un*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

balance entre los usos beneficiosos para generación de energía, suministro de agua y agricultura, con la protección y potenciación del hábitat…"

6.2.1.1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con los acuerdos interinstitucionales celebrados entre La CAR y el Distrito Capital a través de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB-ESP y la Secretaría Distrital de Ambiente, suscritos mediante el Acuerdo Interinstitucional del 24 de Noviembre de 2006, que permitieron posteriormente suscribir el Convenio Interadministrativo 171 de 2007. Este último recoge parte de los proyectos establecidos por el gobierno nacional en el denominado "Megaproyecto Río Bogotá" a través del documento CONPES 3320 de 2004 y las responsabilidades determinadas en el fallo del Tribunal de Cundinamarca de 2009 "Por el cual se resuelve una acción de tutela de la EAAB en contra de la CAR".

En el Convenio mencionado, la Corporación se compromete a invertir y ejecutar los recursos provenientes de la tasa ambiental del Distrito Capital en los proyectos: Ampliación y optimización de la PTAR el Salitre y la Adecuación hidráulica del río Bogotá. Dichos acuerdos son materializados en el Convenio 0171 del 26 de junio de 2007 cuyo objeto es aunar esfuerzos para contribuir al logro del saneamiento ambiental del río Bogotá en el marco del que se ha denominado "Megaproyecto Río Bogotá".

En el Convenio 171 de 2007, se establecieron claramente las responsabilidades que dentro del denominado "Megaproyecto Río Bogotá" le corresponden tanto a la EAAB como a la CAR con el objeto de aunar esfuerzos para contribuir al logro del saneamiento ambiental del Río Bogotá. El Convenio estableció que la EAAB-ESP tendría a cargo las siguientes obras:

- Obras para manejo de caudales de la cuenca del Río Salitre
- Interceptor Engativá - Cortijo
- Interceptor Fucha - Tunjuelo
- Interceptor Tunjuelo - Canoas
- Estación Elevadora de Tunjuelo
- Estación Elevadora de Canoas
- Obras complementarias de interceptores y estaciones
- Construcción y operación de la PTAR Canoas

Por su parte el mismo Convenio estableció para la CAR con cargo al Fondo para las Inversiones Ambientales en la Cuenca del Río Bogotá - FIAB, los siguientes Proyectos a ejecutar:

- Tratamiento de las aguas residuales de las cuencas de los Ríos Salitre, Torca y Jaboque en el sitio denominado PTAR El Salitre.
- Conducción final de estas aguas tratadas hasta el Distrito de Riego La Ramada
- Adecuación Hidráulica del Río Bogotá
- Obras complementarias de adecuación hidráulica del Río Bogotá
- Otros proyectos que se definan de común acuerdo entre las partes del Convenio

Al interior de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR y con el fin de llevar de manera articulada las responsabilidades de saneamiento del Río Bogotá, se definió el alcance del Proyecto de Saneamiento y Adecuación Hidráulica del Río Bogotá de la siguiente manera:

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

- Efectuar la adecuación hidráulica del Río Bogotá y sus obras complementarias entre los sectores comprendidos entre Puente La Virgen en el municipio de Cota y el sector de Alicachín en el municipio de Soacha.
- Ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales existente en Bogotá en el sitio denominado PTAR El Salitre, llevándola de un tratamiento primario con un caudal de 4 m3/s a un tratamiento secundario y con desinfección a un caudal promedio de 8 m3/s.

Desde el inicio de la Planeación del Proyecto la Subdirección de Desarrollo Ambiental Sostenible inició tres acciones paralelas que permitirían estructurar de manera integral el Proyecto y que se describen a continuación:

- Estudios para la adecuación hidráulica del río Bogotá
- Estudios para la ampliación y optimización de la PTAR Salitre
- Gestión institucional para la consecución de un crédito con la Banca Multilateral que permitiera complementar las fuentes de financiación para la ejecución del Proyecto.

Para llevar a cabo la primera acción, se inició un estudio detallado de recopilación, diagnóstico y procesamiento de información disponible, con base en la cual se tomó la decisión de realizar los estudios que se identificaron como faltantes, contando para ello con la coordinación directa del Subdirector de Desarrollo Ambiental Sostenible a través de la función asesora encomendada al interior de la CAR a la Oficina Asesora de la Dirección General para el FIAB, oficina dependiente del Señor Director General de la CAR.

Con el objeto de adelantar los diseños requeridos para la ejecución de las obras de la Adecuación Hidráulica, la CAR contrató, en algunos casos, y adelantó de manera propia, en otros, todos los estudios básicos y de consultoría necesarios para desarrollar la propuesta técnica, el diseño, las especificaciones, las cantidades de obra y estimaciones de costos de todo el Proyecto. Adicionalmente elaboró los Diseños Paisajísticos, el estudio de Evaluación y Manejo Ambiental y el Plan de Gestión Social.

Para la segunda acción, se ha adelantado un trabajo conjunto entre la CAR y la EAAB-ESP, en el marco del Convenio Interadministrativo 171 de 2007, procediendo a dividir este alcance de las actividades en dos fases: i) en la primera se han llevado a cabo los diseños básicos de referencia con lo cual se ha podido determinar y evaluar las posibles alternativas de tratamiento que se tendrán en el esquema de saneamiento del Río; se han seleccionado las tres (3) alternativas más viables de acuerdo con los estudios técnicos y se han efectuado importantes comparaciones entre los índices base de tratamiento y la situación actual del sistema, con el fin de identificar y llevar a nivel de perfil la solución definitiva que permitirá la continuidad del sistema; ii) en la segunda fase se tomarán los insumos de la primera fase y se concentrará la actuación en la contratación de los diseños definitivos a nivel de detalle, los diseños de construcción, la construcción y la puesta en marcha de la ampliación del sistema de tratamiento de las aguas residuales provenientes de las cuencas de Torca, Salitre y el Jaboque.

La tercera acción de las incluidas en la planeación del Proyecto consistió en las gestiones de orden institucional, financiero, técnico, social, jurídico y ambiental para la obtención de un crédito con la Banca Multilateral, para lo cual se ha ejercido el liderazgo desde la Subdirección de Desarrollo Ambiental Sostenible y se ha contado con la amplia y suficiente colaboración directa de las Subdirecciones de Recursos Económicos y Apoyo Logístico, la Subdirección Jurídica y la Secretaría General de la Corporación. Lo anterior sin menoscabo de la participación directa del Señor Director General y por su conducto de la permanente información y participación en las decisiones a requerirse por parte del Consejo Directivo de la CAR.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Así las cosas, al ejecutar las tres acciones anteriores, la CAR tiene la certeza que la recuperación del Río Bogotá en el sector comprendido entre Puente La Virgen y Alicachín, se ha estructurado con una visión holista en donde se integran aspectos de ingeniería, arquitectura, biología y de gestión social, integrando las diferentes ciencias hacia un objetivo común. "DEVOLVERLE AL RÍO LO QUE ES DEL RÍO".

6.2.1.2 INFORMACION GENERAL DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS.

Con el objeto de adelantar los diseños requeridos para la ejecución de las obras de la Adecuación Hidráulica, la CAR contrató en algunos casos y desarrollo en otros, todos los estudios básicos y de consultoría necesarios para desarrollar la propuesta técnica, el diseño, las especificaciones, las cantidades de obra y costos de todo el proyecto. Adicionalmente elaboró los Diseños Paisajísticos, el estudio de Evaluación y Manejo Ambiental y el Plan de Gestión Social.

A continuación se detallan los estudios y diseños elaborados.

ESTUDIOS TOPOBATIMÉTRICOS.
Fueron ejecutados por la Unión Temporal MERRICK and AIL según contrato No. 516 de 2007.

ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS.
Esta consultoría la realizo el Ingeniero Hidráulico Germán Monsalve según contrato No.0027 de 2008

ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS.
Los ejecuto la Universidad Nacional de Colombia a través del Convenio Interinstitucional No. 514 del año 2007.

CARACTERIZACIÓN DE LODOS DEL RÍO BOGOTÁ.
Los realizó el Laboratorio Ambiental de la Universidad de Los Andes, según contrato No 0393 de 2007.

ESTUDIOS EVALUACION PREDIAL,
Los realizo la firma AVALES INGENIERIA INMOVILIARIA LTDA. Según contrato No.416 de 2008.

DISEÑOS GEOMETRICOS.
Fueron realizados por el Ingeniero Guillermo Cruz y la Ingeniera Nohora Lucía Calderón profesionales del Grupo FIAB.

ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS.
Estos estudios los realizó el Ingeniero Aníbal Acosta Pulido coordinador del grupo técnico del FAB.

DISEÑOS PAISAJISTICOS.
Los elaboró la Arquitecta Ángela de Francisco y el Arquitecto Richard Hernández del grupo FIAB.

COMPONENTE BIOTICO.
Su estudio fue elaborado por la Bióloga Ángela María Echeverri y el Biólogo Alejandro Torres del FIAB.

COMPONENTE SOCIAL.
Elaborado por las trabajadoras sociales del FIAB, Diana Contreras, Gina Paola Sánchez y Norma Carmona del FIAB.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

DISEÑOS GEOMETRICOS, ELABORACION DE ESPECIFICACIONES TECNICAS Y PRESUPUESTOS.
Los elaboró el Ingeniero Guillermo Cruz del Grupo FIAB de la Corporación.

ESTUDIO AMBIENTAL.
Este estudio fue realizado por la Ingeniera Ambiental Alejandra Catacolí, y la Ingeniera Martha Luz Bugallo del FIAB.

Con base en los estudios desarrollados se consiguió adelantar una propuesta de Adecuación Hidráulica, a fin de ampliar y conformar el cauce y la zona de inundación del Río Bogotá, hasta conseguir un corredor ecológico a lo largo de los 68 kms entre las compuertas de Alicachín en el municipio de Soacha y Puente La Virgen en el municipio de Cota, que además de servir como solución desde el punto de vista de ingeniería para el control de inundaciones y el drenaje de la ciudad, sirva como el eje integrador y armonizador con lo urbano y con lo ambiental, que conlleve al bien estar se los habitantes de las riberas del río Bogotá en el área del proyecto.

6.2.1.3 AREA DE ESTUDIO.

El proyecto se desarrolla sobre las áreas adyacentes al río Bogotá, entre las compuertas de Alicachín en el municipio de Soacha y la estación Puente La Virgen en el municipio de Cota, en la cuenca media del río Bogotá, en el Departamento de Cundinamarca. Para efectos de desarrollo del Proyecto, la zona se ha dividido en cuatro tramos así:

- Tramo A: Sector comprendido entre las compuertas de Alicachín y la desembocadura del río Tunjuelo.
- Tramo B: Comprendido entre el río Tunjuelo y la desembocadura del río Fucha.
- Tramo C: Comprendido entre la desembocadura del río Fucha y la desembocadura del río Juan Amarillo.
- Tramo D: Localizado entre la desembocadura del río Juan Amarillo y el sitio denominado Puente al Virgen en el vía Cota - Suba.

En la Figura 4 se puede observar la zona de influencia directa del Proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental – Proyecto de AHRB.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

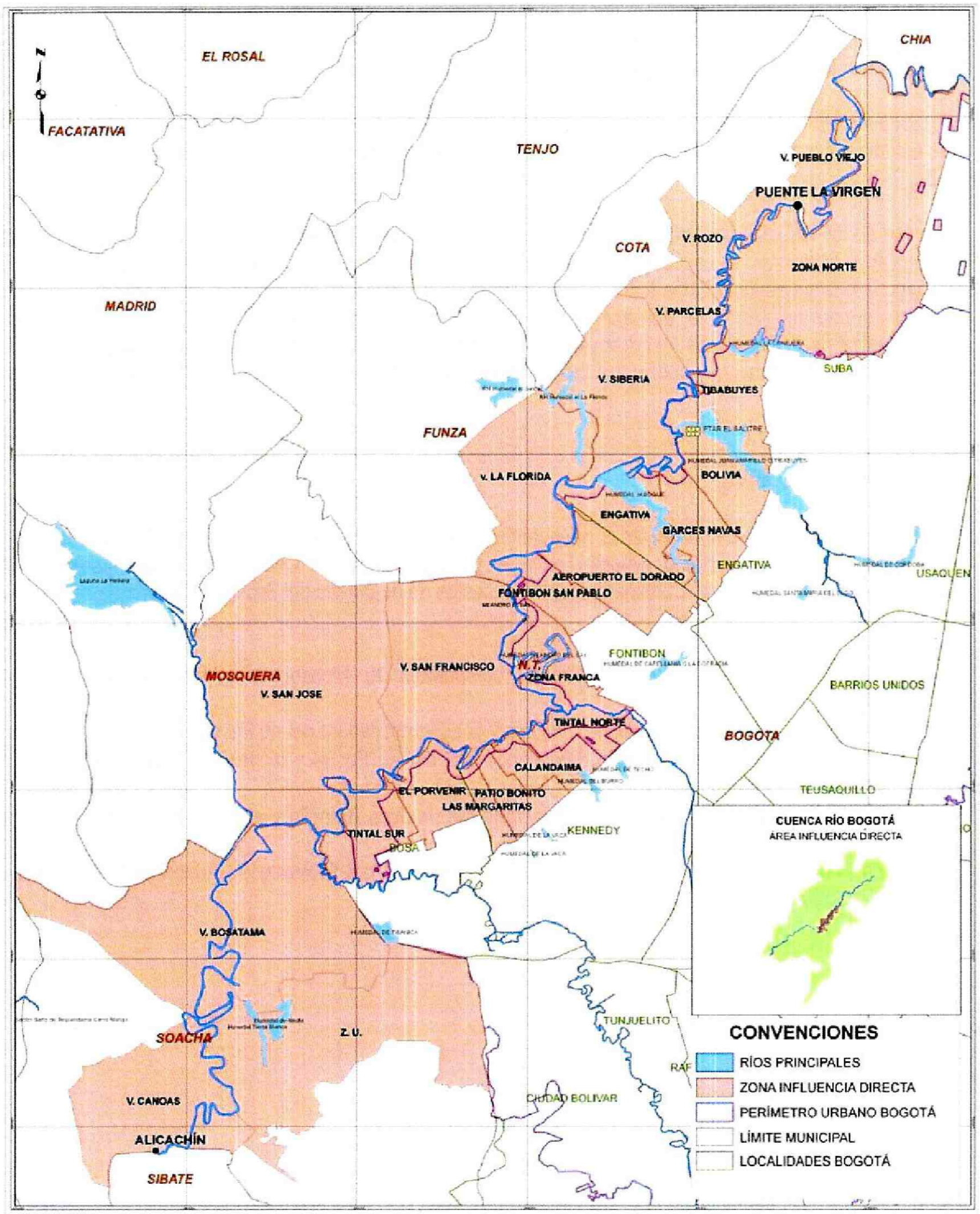


Figura 4. Zona de influencia directa del proyecto de AHRB
Fuente: Documento General del Proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental – CAR

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

6.2.2 INTERVENCIONES REALIZADAS

A continuación se hace un breve resumen de los antecedentes sucedidos frente a las intervenciones que adelanta el Fondo para la Inversiones Ambientales del Río Bogotá de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR mediante el proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del Río Bogotá y a las intervenciones puntuales realizadas por la EAAB correspondientes a realizar realce y reforzamiento preventivo de jarillones en diferentes sectores del río Bogotá, las comunicaciones mencionadas corresponden a pronunciamientos emitidos por cada entidad de acuerdo con las solicitudes realizadas.

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, asumió la responsabilidad de realizar realce y reforzamiento preventivo de jarillones en diferentes sectores del río Bogotá debido a los máximos niveles transitados en el período invernal comprendido entre 2010 - 2011. En reuniones interinstitucionales, la empresa ha reportado la contratación para el refuerzo y realce preventivo en puntos críticos del jarillón del río Bogotá, en el área de cobertura de las cinco zonas de servicio del acueducto de Bogotá. Para ello realizó un contrato con plazo de ejecución de 1.5 meses, por un valor de $5.387.335.858, los sectores donde reportan la ejecución del contrato por localidad son los siguientes:

- Puntos críticos del jarillón del Río Bogotá, Localidad Bosa y Kennedy, en los sectores conocidos como: El Corzo, Marraneras, Gibraltar y Puente Palo, en total 1.360 metros lineales.
- Puntos críticos del jarillón del río Bogotá, Localidad Fontibón, en los sectores conocidos como: Entrega del río Fucha al río Bogotá, Estación elevadora Navarra y Antena Jorge Barón, en total 425 metros lineales.
- Puntos críticos del jarillón del río Bogotá, Localidad Engativá en los sectores conocidos como: Canal Maranta, Vía Cll 64 y Limite del Humedal Jaboque con el río Bogotá, en total 3.200 metros lineales.
- Puntos críticos del jarillón del río Bogotá, Localidad Suba en el sector de la PTAR Salitre, en total 1.006 metros lineales.

Posteriormente, mediante el radicado 30500–2012-0700 del 30 de Mayo de 2012 la EAB – ESP, remitió al FOPAE (hoy IDIGER) el Plan de Acción por Temporada de Lluvias donde se realiza un análisis del panorama de riesgo, así como de los recursos operativos con que cuenta la empresa y las acciones de monitoreo, preventivas y de respuesta en caso de emergencias, que para el caso específico de la Localidad de Bosa corresponden con la instalación de válvulas antirreflejo para aislar los puntos bajos de los barrios de la influencia de un alto nivel en el Canal Cundinamarca , bombeos de respaldo en la Estación Gibraltar previos a la terminación de las obras de adecuación hidráulica y el sistema de telemetría del Río Bogotá y el Canal Cundinamarca.

La CAR mediante el oficio 20132101076 del 16 de Enero de 2013 remitido al FOPAE (hoy IDIGER), manifiesta que las obras de adecuación hidráulica comprendidas entre el tramo de la calle 13 y Alicachín se encuentran en proceso precontractual y se espera que para el segundo semestre del 2013 salgan a licitación las correspondientes con el tramo comprendido entre Puente La Virgen y La Calle 13. Además, de acuerdo con las intervenciones realizadas en el Río Bogotá en los años 2010 – 2011, se han ejecutado los siguientes contratos:

> *"...La CAR participó en el proyecto de refuerzo de jarillones y ampliación del cauce del Río Bogotá que se ejecutó entre Alicachín y la desembocadura del Río Tunjuelo en un tramo de 21 Kilómetros, los cuales se adelantaron desde el mes de Julio del 2011. En desarrollo del proyecto se removieron*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

aproximadamente 450000 m3. La financiación de las obras cuyo valor fue de aproximadamente Seis Mil millones de pesos, corrió por cuenta de la Dirección General de Riesgo (DGR), organismo dependiente del Ministerio del Interior. La CAR se encargó de la supervisión técnica del Proyecto y del suministro del todo el soporte requerido. Se aprovecharon además los recursos de esta contratación, con el fin de adelantar el refuerzo de los jarillones en varios puntos considerados como de muy alto riesgo, localizados fuera del tramo mencionado en Jurisdicción del municipio de Mosquera y el Distrito Capital, más exactamente en las veredas de San Francisco y San José de Mosquera y en las Localidades de Bosa y Kennedy.

Para el mejoramiento del cauce en el control de inundaciones en la Cuenca Media, la CAR acometió mediante el contrato 311 de 2010 también las obras de mejoramiento de jarillones y ampliación del cauce en los municipios de Cota, Chía, Mosquera, Cajicá, Sopó, Soacha, Útica y Villeta. El contrato tuvo una duración de trece meses y valor aproximado de $2.200.000000. Para su supervisión se adelantó el contrato 414 de 2010.

También para obras de mantenimiento, mitigación y control, la CAR adelantó obras mediante el contrato 601 de 2011 en varios municipios de la Corporación específicamente en el Río Bogotá se adelantaron obras en Apulo, El Colegio y Soacha.

Adicionalmente la CAR realizó en el mismo año 2011 las obras contempladas en el contrato No. 682 de 2011 cuyo objeto fue "Realizar obras de atención y prevención en fuentes hídricas Grupo 1: Cuencas media y alta del Río Bogotá, Grupo2: Municipio de Zipaquira y Sopó, Grupo 3: Cuenca baja del Río Bogotá y Sumapaz, correspondientes a sectores vulnerables". Se atendieron con 14 intervenciones en 14 puntos críticos en las tres cuencas del Río localizados en los municipios de Chocontá, Sesquilé, Gachancipá, Chía, El Colegio, Cajicá, Soacha y Suesca. El contrato tuvo un valor aproximado de $3.400.000.000 y su supervisión se ejecutó mediante el contrato de Interventoría No. 683 de 2011..."

Adicionalmente la CAR menciona que las obras de mitigación adelantadas en el Río Bogotá no van en contravía con el diseño de la adecuación hidráulica propuesta, pero en el momento de adelantar las intervenciones mencionadas no se adelantaron estudios hidrológicos e hidráulicos, que permitan ver el comportamiento actual del Río Bogotá.

Posteriormente, mediante el número de radicado 20131121203 remitido a la CAR por parte de la Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., el Distrito solicitó un informe a esta entidad frente al estado y avance de las obras de adecuación hidráulica del Río Bogotá, para lo cual la CAR manifiesta lo siguiente mediante el pronunciamiento 20132129037 del 13 de Septiembre de 2013:

> ..."Con relación al proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del Rio Bogotá la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca — CAR, tiene a su cargo y adelanta actualmente, la ejecución del proyecto, el cual se enmarca en la Estrategia para el manejo ambiental del Rio Bogotá propuesta por el Consejo Nacional de Política Económica y Social -CONPES en su documento 3320 y en los compromisos concertados entre la CAR y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, dentro del marco del convenio 171 de 2007, para la recuperación del Rio y la prevención de inundaciones del Distrito Capital. Las actividades se desarrollarán sobre la cuenca media del Rio Bogotá, en un tramo de 68 Km., comprendidos entre las compuertas de Alicachín en el municipio de Soacha y la estación de Puente la Virgen en el municipio de Cota.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

El objetivo del proyecto es transformar el Río Bogotá, mediante la mejora de la calidad del agua, la reducción de los riesgos por inundación, el mejoramiento del drenaje de la ciudad y la creación de áreas multifuncionales a lo largo de este, recuperando dicho recurso hídrico como un activo para la región y para la ciudad de Bogotá. Se han definido tres indicadores básicos para la evaluación del logro del objetivo:

- *Que el rio Bogotá en el área del proyecto cumpla con los objetivos de calidad del agua clase IV, correspondiente a uso agrícola con restricción y pecuario, establecido en el acuerdo 43 de 2006.*
- *Que el área urbana de Bogotá cuente con una protección contra inundaciones por el rio Bogotá para un periodo de retorno de 100 años y el mejoramiento del drenaje de la ciudad.*
- *Que ocho (8) áreas multifuncionales con un área aproximada de 175 hectareas sean recuperadas y destinadas para usos de protección y conservación ecológica, zonas de inundación controlada y áreas de esparcimiento público.*

Las obras de Adecuación Hidráulica se iniciaron en el mes de febrero de 2013, en el primer tramo en el K0+ 000 Alicachín hasta el K40+000 donde inicia el barrio El Porvenir (municipio de Mosquera) frente a Fontibón .Actualmente se han intervenido más de 8 Kilometros en los sectores de puente Canoas en Soacha y aguas abajo de la desembocadura del rio Fucha en el Distrito Capital; el plazo de ejecución es de 24 meses.

En relación con el riesgo por inundación por desbordamiento para el proyecto de Adecuación Hidráulica en el sector mencionado los estudios concluyen que con las obras realizadas, para crecientes con un periodo de diseño de 100 años, se obtendrá un descenso de los niveles de más de 1.00 m con relación a los actuales, lo cual da una idea clara de los beneficios del proyecto en ese aspecto

Con relación a la posibilidad de rotura de jarillones por falla geotécnica por infiltración a pesar de que las estructuras existentes tienen dimensiones aceptables, los estudios geotécnicos concluyen que al ampliar el ancho de las mismas que es el objetivo del reforzamiento, se aumentan los factores de seguridad en ese aspecto..."

Luego, en atención al radicado 2016ER1722 del 2 de Febrero de la empresa Fiduoccidente (Fiduciaria de Occidente S.A.) 2016 donde solicita la actualización del Concepto Técnico CT – 6649 de 2013 emitido para el Plan Parcial Campo Verde con ocasión de la "culminación de las obras de adecuación hidráulica del Río Bogotá en el área del Plan Parcial", donde dentro de sus consideraciones menciona que han solicitado a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR un concepto sobre el impacto de dichas obras en la calificación de riesgo en el Plan Parcial; así mismo, se afirma que con la culminación de la Obras de Adecuación del Río Bogotá se alcanza la solución técnica y económica de disminución máxima del riesgo en el Plan Parcial, el IDIGER mediante la Carta Remisoria CR – 22929 del 5 de Febrero de 2016 dirigida a la CAR, solicitó a la CAR la información que se describe a continuación:

- Estudio hidrológico e hidráulico del Río Bogotá con las nuevas obras adelantadas por la CAR en donde se detalle los escenarios de diseños, caudales y períodos de retorno que puede transitar el cuerpo de agua sin desborde bajo las condiciones actuales, factores de seguridad y escenarios con los cuales se diseñaron las obras de protección (jarillones, vertederos, zonas multifuncionales, entre otras)

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

- Planos record de la adecuación hidráulica con la topografía y batimetría actualizada luego de la adecuación realizada
- Definición de las zonas de ronda hidráulica e hídrica luego de la adecuación realizada en el río.
- Diseño de las áreas multifuncionales plateadas en la adecuación.

Mediante el pronunciamiento 20162107447 del 22 de Febrero de 2016 con radicado de IDIGER 2016ER3254 la CAR manifiesta lo siguiente:

> *"..Las obras de Adecuación Hidráulica de la cuenca media del Río Bogotá en el sector comprendido entre el K0+000 Compuertas de Alicachín al K52+550 Desembocadura del rio Juan Amarillo se estima se estarán culminando a finales del mes de junio de 2016 y se procederá al recibo final de obra y a la liquidación del contrato de obra donde se incluye la entrega de los planos Record definitivos de obra, por parte del contratista con la aprobación del interventor. Una vez se tenga aprobada por parte del interventor, con el aval de la Corporación las obras e informe final de obra (memorias técnicas y planos record) se procederá a remitir la información completa al IDIGER."*
>
> *"... Estudio hidrológico e hidráulico del Rio Bogotá con las nuevas obras adelantadas por la CAR y Planos Record de la adecuación hidráulica con topografía y batimetría: Como se mencionó en el punto anterior será remitida una vez sea entregada oficialmente.*
>
> *Delimitación de las zonas de ronda hidráulica e hídrica luego de la adecuación realizada, esta fue establecida en el ACUERDO CAR No. 17 DEL 8 DE JULIO DE 2009 "POR MEDIO DEL CUAL SE DETERMINA LA ZONA DE RONDA DE PROTECCION DEL RIO BOGOTA"*
>
> *Diseño de las áreas multifuncionales planteadas en la adecuación: Actualmente se encuentra en proceso de contratación los diseños definitivos de las áreas multifuncionales.*
>
> *Finalmente es importante aclarar que las obras objeto de la Adecuación Hidráulica mencionada ofrecen factores de seguridad razonables contra posibles desbordes que puedan sucederse al peso de crecientes, teniendo en cuenta periodos de retorno apropiados. Así mismo contra posible fallas geotécnicas de los jarillones que puedan ocasionarse con niveles altos en el cauce. No obstante la disminución del riesgo que produce las obras de adecuación es importante tener en cuenta, que este riesgo aunque en menor grado seguirá existiendo, máxime cuando se trata de considerar la ubicación de centros urbanos o suburbanos en las zonas aledañas al rio..."*

Adicionalmente, el IDIGER solicitó al Fondo para la Inversiones Ambientales del Río Bogotá - FIAB de la CAR una reunión con el fin de realizar unas precisiones al pronunciamiento 20162107447 emitido por esta entidad, para lo cual las dos Instituciones se reunieron el día 26 de Febrero de 2016 en Instalaciones de la CAR llegado a las siguientes conclusiones:

- En la construcción de las obras de adecuación del Río Bogotá que actualmente se ejecutan NO se presentan variaciones significativas, con respecto al diseño original planteado en el proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del Río Bogotá.
- Para realizar una evaluación de la amenaza de inundación por desbordamiento del Río Bogotá en condiciones actuales, se puede utilizar la información proveniente de los diseños originales del proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del Río Bogotá debido a que no tienen variaciones.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

- Para mejorar la entrega del Río Tunjuelo en el Río Bogotá y disminuir los remansos hidráulicos producidos, se decidió realizar una rectificación del cauce del Río Tunjuelo en un tramo aproximado de 150 m lineales.
- Para realizar una evaluación de la amenaza de inundación por desbordamiento del Río Bogotá, la CAR suministró al IDIGER la siguiente información:

  - Estudio hidráulico para el diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del Río Bogotá en el sector puente la Virgen – Alicachín. Nivel en Alicachín igual a 2539.57 msnm.
  - Estudio hidráulico para el diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del Río Bogotá en el sector puente la Virgen – Alicachín
  - Elaboración de los estudios hidrológicos e hidráulicos requeridos para la determinación de los niveles que definan el cauce natural del río de acuerdo con la legislación al respecto, los cuales se utilizarán para la delimitación de la ronda hidráulica en el sector comprendido entre las compuertas de Alicachín (municipio de Sibaté) y su nacimiento en el municipio de Villapinzón. Contrato 273 de 2009

7. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

El Plan Parcial Campo Verde se encuentra categorizado en al Plano Normativo de amenaza de inundación del Decreto 190 de 2004 como una zona de amenaza alta y media de inundación por desbordamiento de los Ríos Bogotá y Tunjuelo, situación que ha sido ratificada mediante los Conceptos Técnicos CT- 3936 de 2003 y CT – 5871 de 2010.

La zonificación de amenaza de inundación por desbordamiento actualmente vigente considera, la normatividad establecida en el Plan de Ordenamiento Territorial, la información técnica generada por el IDIGER y la información técnica proporcionada por las entidades del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático -SDGR-CC disponible, a la fecha de elaboración del Plano normativo.

Los criterios adoptados para la evaluación de la amenaza, se basan en los conceptos de frecuencia y severidad que dependen del periodo de retorno y la profundidad y duración de la inundación, lo cual determina los grados de amenaza tal como se describen a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2: Definiciones de niveles de amenaza de inundación por desbordamiento

CATEGORIZACIÓN DE LA AMENAZA	DESCRIPCIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
AMENAZA ALTA	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno menor o igual a 10 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua igual o superior a 0,50 m, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos graves. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez	>65%

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

CATEGORIZACIÓN DE LA AMENAZA	DESCRIPCIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
	cada diez años durante la vida útil del jarillón hasta ese nivel.	
AMENAZA MEDIA	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente entre los periodos de retorno de 10 y 100 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos moderados.	10% -65%
AMENAZA BAJA	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno mayor o igual a 100 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua con efectos potencialmente dañinos leves. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada cien años durante la vida útil del jarillón.	< 10%

El plano normativo que establece las zonas de amenaza alta, media y baja de inundación por desbordamiento en el Distrito Capital, está sujeto a modificaciones a través de los instrumentos que aporta el Plan de Ordenamiento Territorial que se describen a continuación:

- **Emisión de conceptos técnicos de legalización y de planes parciales:** mediante los cuales se lleva la zonificación de amenaza de inundación por desbordamiento a una escala detallada a nivel predial. De esta forma es de esperarse que la modificación del plano corresponda a un aumento de escala y no a la modificación de las condiciones de amenaza, con excepción de los casos en los cuales se realice un nuevo estudio de zonificación que respalde el concepto.

- **Aplicación del procedimiento de actualización por obras de mitigación ejecutadas:** Este procedimiento fue descrito para el caso del río Tunjuelo y debe ser aplicado a todos los cuerpos de agua que sean intervenidos por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, la CAR o cualquier entidad que dentro de sus competencias sea responsable por los recursos hídricos de la ciudad de Bogotá. Este procedimiento se lleva a cabo cuando la entidad responsable informa al IDIGER a satisfacción sobre la mitigación que ha realizado mediante los siguientes documentos como mínimo:

  - Escenario de diseño
  - Los factores de seguridad y escenarios con los cuales se diseñaron las obras de protección (jarillones, vertederos, presa etc) de tal manera que se garantizara una protección adecuada de la población localizada en su área de influencia.
  - El comportamiento hidráulico actual del cuerpo de agua
    - La culminación y recibo a satisfacción de todas las obras
    - El caudal y el periodo de retorno correspondiente que puede transitar el cuerpo de agua sin desborde, bajo las condiciones actuales.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

- Posterior al recibo a satisfacción de la información descrita, el cambio de zonificación se oficializará con un concepto que constituirá la base para la modificación del plano normativo de amenaza de inundación por desbordamiento.

Se asume en todos los casos que el mantenimiento a cargo de las entidades responsables por los cuerpos de agua se lleva a cabo de manera adecuada y que dichas entidades son responsables de mantener el nivel de amenaza buscando siempre su manejo y mitigación.

Adicionalmente, en complemento al procedimiento descrito anteriormente, el Decreto 190 de 2004 "Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003", menciona lo siguiente en correspondencia con las obras de mitigación que son necesarias adelantar en los Ríos Tunjuelo y Bogotá.

Artículo 114. *Medidas estructurales para mitigar el riesgo por desbordamiento (artículo 50 del Decreto 619 de 2000, modificado por el artículo 103 del Decreto 469 de 2003).*

Con el objeto de proteger las zonas aledañas y controlar las crecientes para un período de retorno de cien años se proyectan las obras de construcción de jarillones y dragado del cauce del río Bogotá en el tramo del río Bogotá entre Alicachín y el humedal de La Conejera. Las obras mencionadas se desarrollarán en concordancia con el programa de saneamiento del río Bogotá y con las especificaciones definidas por el proyecto de mitigación de inundaciones realizadas para tal efecto por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Estas obras están incluidas dentro de la actual estructura tarifaria de Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Artículo 129. *Medidas para mitigar el riesgo de inundación (artículo 73 del Decreto 619 de 2000).*

Son medidas de mitigación de riesgos por inundación las siguientes:

- Medidas estructurales: Planes de Manejo de cuencas que incluyen adecuación hidráulica de cauces, protección de las márgenes y construcción de obras de drenaje de aguas residuales y lluvias, entre otros.
- Medidas no estructurales: programas de mantenimiento y limpieza de los cauces y sistemas de drenaje, planes de monitoreo y sistemas de alerta, planes de emergencia y contingencia, programas educativos y de divulgación y organización comunitaria.

Artículo 130. *Adecuación Hidráulica del río Bogotá (artículo 74 del Decreto 619 de 2000, modificado por el artículo 108 del Decreto 469 de 2003).*

Las obras prioritarias para disminuir el riesgo de inundación por desbordamiento en las zonas aledañas al río Bogotá corresponden a la adecuación hidráulica del río y a las obras para el drenaje de sus aguas. Las obras para la adecuación hidráulica del río Bogotá comprenden el dragado, la ampliación del cauce y la construcción de jarillones en la margen izquierda (oriental del Río Bogotá).

Estas obras están programadas para ser llevadas a cabo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, en el largo plazo; en concordancia con el programa de saneamiento del río Bogotá y el Plan Maestro de Alcantarillado.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Artículo 132. *Medidas estructurales para mitigar el riesgo por desbordamiento del río Tunjuelo (artículo 76 del Decreto 619 de 2000).*

Teniendo en cuenta la posibilidad de desbordamientos del río Tunjuelo, particularmente en el tramo comprendido entre Cantarrana (aguas abajo de la confluencia de la Quebrada Yomasa) y la entrada al Embalse Nº 1, construido por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) para el control de las crecientes, en inmediaciones del barrio Villa Helena, y en el tramo comprendido entre los barrios El Rubí y José Antonio Galán y la confluencia con el río Bogotá.

Las obras que se deben llevar a cabo en un corto plazo para mitigar los riesgos de inundación del río Tunjuelo son:

- Reconformación y realce de los jarillones del río en algunos sectores.
- Dragado del cauce del río en algunos sectores.
- Construcción del Embalse Cantarrana y obras anexas.

Teniendo en cuenta lo mencionado, para el Río Bogotá y Tunjuelo en el sector en donde se localiza el Plan Parcial Campo Verde ya se adelantaron las medidas estructurales para mitigar el riesgo por desbordamiento como lo menciona el Decreto 190 de 2004 y como lo afirman las diferentes comunicaciones que se relacionaron en el apartado 6.1 y 6.2 Intervenciones en el Río Tunjuelo y Bogotá.

Con base en la información suministrada de los diseños de adecuación hidráulica y control de crecientes de los Ríos Bogotá y Tunjuelo por la CAR y la EAB – ESP respectivamente, el IDIGER con el fin de verificar las condiciones de amenaza de inundación por desbordamiento del Plan Parcial Campo Verde luego de las adecuaciones realizadas en los dos cuerpos de agua colindantes con el Plan Parcial realizó una verificación de los diseños y de la modelaciones hidráulicas suministradas por ambas entidades que se presentan los siguiente apartados.

7.1 ANÁLISIS HIDRÁULICO

Como se mencionó en el numeral 5 "Localización" el Plan Parcial se encuentra cerca de la confluencia del Tunjuelo y Bogotá y este limita al Sur con el Río Tunjuelo en una longitud de 400 m, entre las abscisas K3+100 y K3+500, de acuerdo con el estudio suministrado por la EAAB y se localiza a una distancia que varía entre 300 y 1500 m al río Bogotá, en un tramo que inicia desde la confluencia con el río Tunjuelo abscisa K21+200 hasta K22+600 como se muestra en la Figura 5.

A continuación se va a realizar una breve descripción de las obras de adecuación planteadas en ambos cuerpos de agua y adicionalmente se presentan los resultados de las modelaciones hidráulicas de los dos ríos en condiciones de diseño y luego de la adecuación hidráulica, los resultados mostrados corresponden con el tramo comprendido entre K21+200 a K22+600 del Río Bogotá y con el tramo comprendido entre K0+000 al K4+000 del río Tunjuelo.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

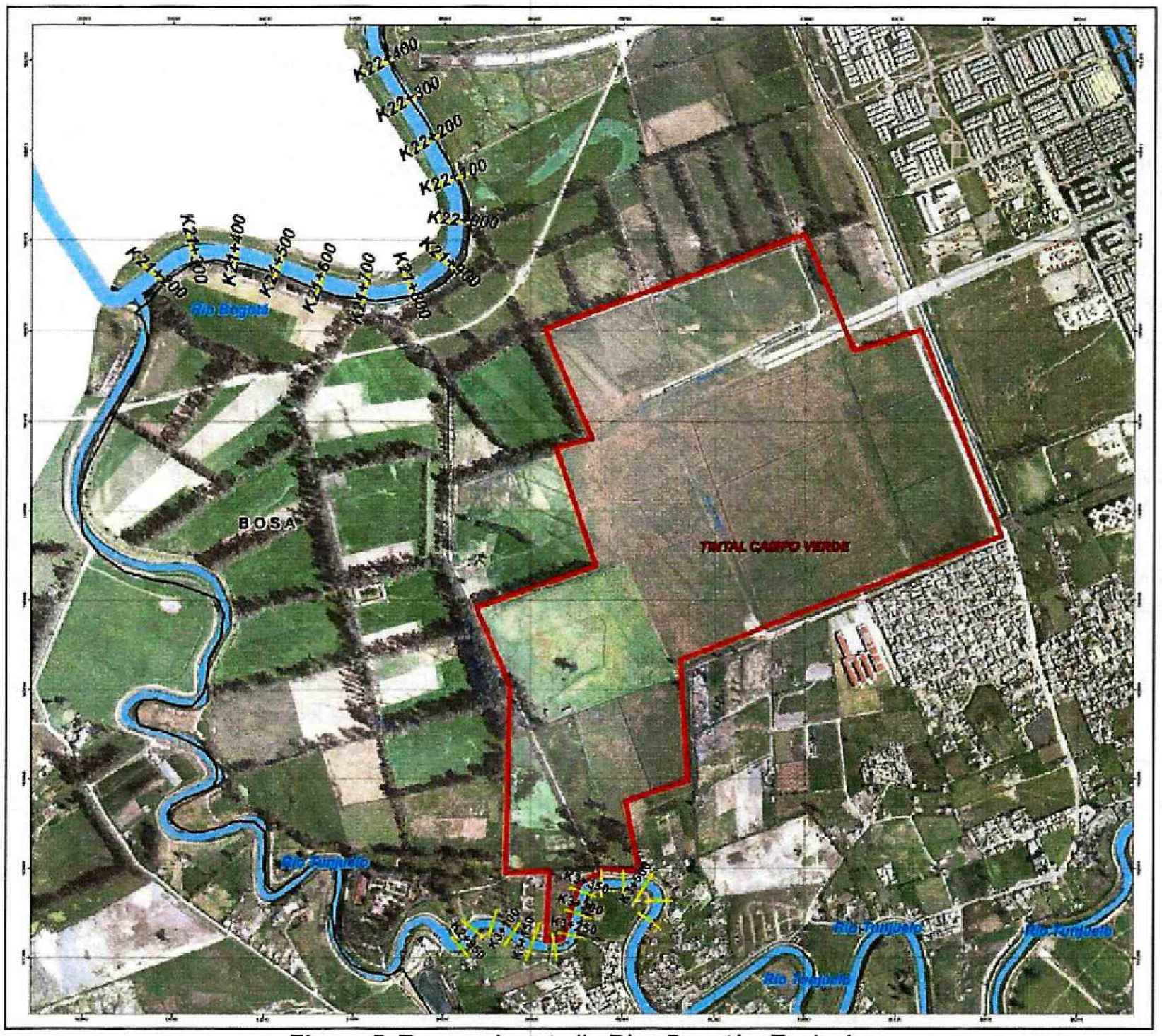


Figura 5. Tramos de estudio Ríos Bogotá y Tunjuelo

7.1.1 DISEÑO OBRAS RÍO TUNJUELO

De acuerdo con la información suministrada por la EAB – ESP, en el estudio denominado "*Diseños para construcción de las obras para el control de crecientes en la cuenca del río Tunjuelo. CONTRATO No. 1-02-4100-2000*", en el documento No. 12 de ese estudio, se presentan los análisis y diseños hidráulicos del proyecto de Control de Crecientes en la Cuenca del Río Tunjuelo específicamente el subcapítulo 3.3 ADECUACIONES ADICIONALES DEL BAJO RÍO TUNJUELO.

El plan parcial Campo Verde limita al sur con el río Tunjuelo en una longitud de aproximada de 400 metros, entre los abscisados K3+100 y K3+500 (Figura 5), las secciones transversales típicas de la zona de estudio se pueden apreciar en el modelo hidráulico del Río Tunjuelo que se presenta en el siguiente numeral.

La adecuación hidráulica en el sector de interés, se ha ejecutado por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá a través del Contrato No. 1-02-4100-2000 - Diseños para construcción de las obras para el control de crecientes en la cuenca del Río Tunjuelo.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

De acuerdo con los resultados del contrato mencionado, la elevación a la cual deben realzarse los diques de confinamiento del río Tunjuelo es equivalente a la lámina máxima de agua producida por el tránsito hidráulico de la creciente de los 100 años, más un borde libre estimado para manejar oleaje, sobre-elevación por sinuosidad del cauce y factores topográficos y geotécnicos. Los bordes libres de diseño de los diques a lo largo del bajo río Tunjuelo, consideran un borde libre básico y un borde libre adicional.

Para el realce de diques a lo largo del río, se considera un borde básico de 0,35 m. Este borde incluye 0,20 m para compensar asentamientos, deterioros locales de la cresta e imprecisiones topográficas y 0,15 m para contener posibles perturbaciones locales del flujo, debidas a la irregularidad del cauce.

En el costado externo de las curvas, se incluye un peralte adicional de 0,20 m, con el cual el borde básico es 0,55 m, compuesto por 0,20 m para compensar asentamientos, deterioros locales e imprecisiones topográficas y 0,35 m para contener las sobre-elevaciones por curvatura.

En la Tabla 3 se presenta la zonificación de los diques según la calidad de la construcción y el borde libre adicional que se adopta por asentamiento y estado actual de los diques. El criterio de borde libre incluye calidad de construcción, estabilidad y un asentamiento máximo estimado de 0,20 m.

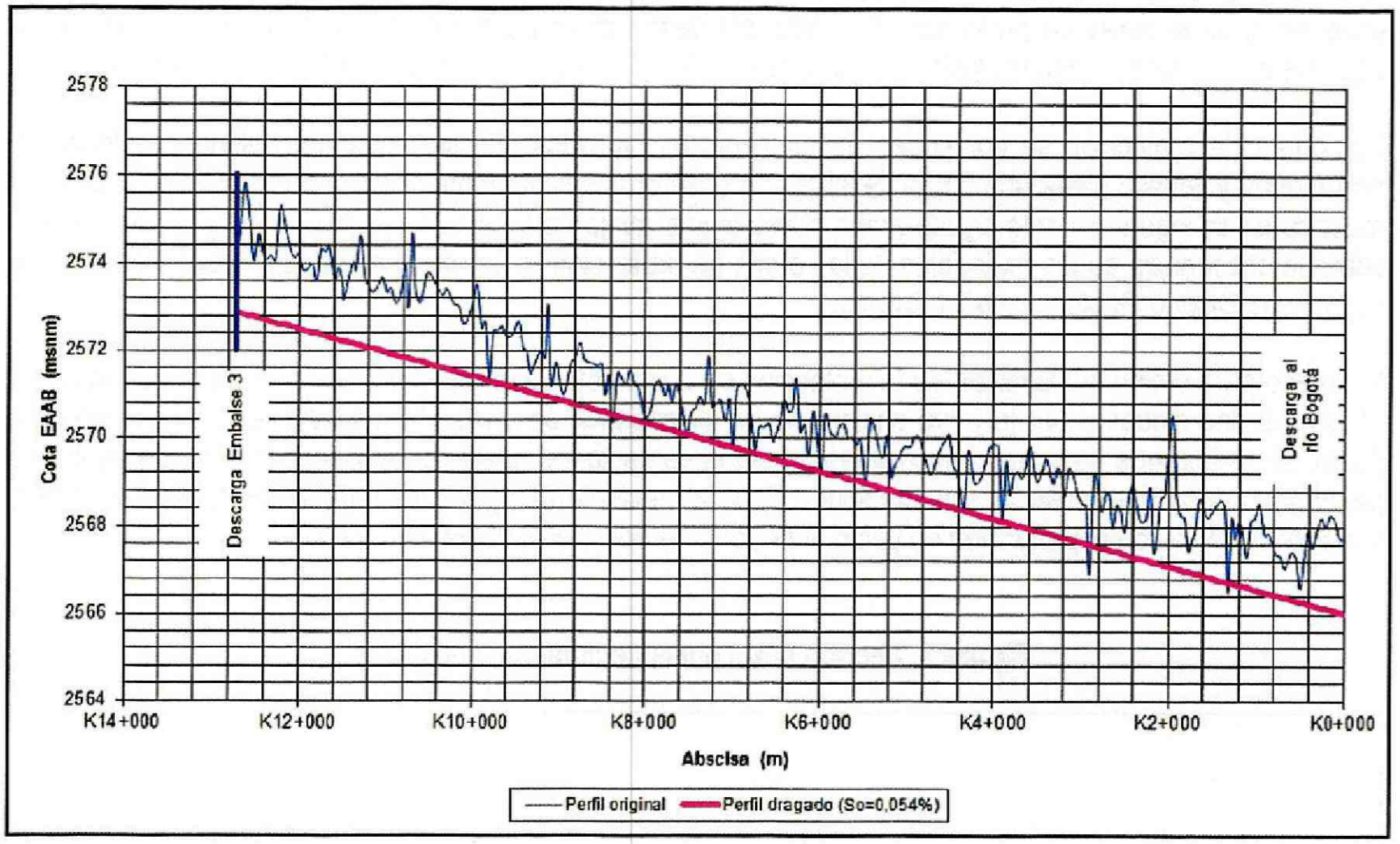
Tabla 3. Diseños para construcción de las obras para el control de crecientes en la cuenca del Río Tunjuelo entre la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y INGETEC S.A.

ZONA	LOCALIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	CALIDAD CONSTRUCCIÓN	BORDE LIBRE ADICIONAL (m)
1	K0+000 - K8+800	Diques conformados en material limo-arcilloso, construidos en su mayoría por los mismos habitantes de la zona desde hace cerca de 40 años. El suelo de fundación corresponde principalmente a arcillas en el sector medio inicial y arenas en el sector final. Se observan algunos problemas de inestabilidad principalmente por erosión superficial. La EAAB ha realizado dragados del río cuyos materiales han sido depositados sobre los diques conformando taludes en algunos casos mayores de 45°.	Regular	0.6

Con respecto a la zona de dragado del sector aguas abajo del K6+000, en el informe de Evaluación de Alternativas de Presa y Obras Anexas (Documento No. 13, Revisión 2, numeral 2.4) se definió la conveniencia de un dragado a todo lo largo del sector aguas abajo de la descarga del Embalse No. 3, entre el K0+000 y el K12+700, debido a que reducía en cerca de 6 km el requerimiento de realces de diques en este sector y reducía los niveles en el Embalse No. 3, lo cual resulta atractivo desde el punto de vista de la capacidad hidráulica del cauce del río. El perfil de dragado definido para este sector se presenta en la Figura 6.

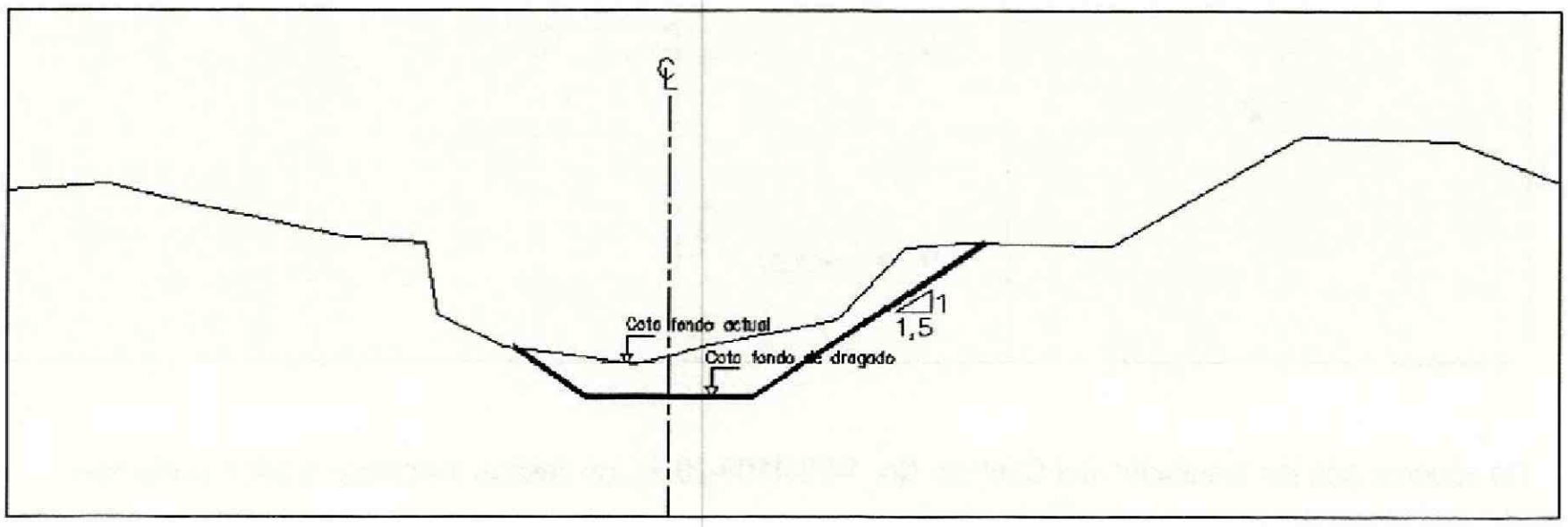
Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Figura 6. Perfil de dragado entre K0+000 y el K12+700



La sección típica de dragado se define en forma trapezoidal con una base de 5m de ancho y taludes 1,5H:1,0V. La Figura 7 muestra una sección típica de dragado en el proyecto en el sector donde se localiza el Plan Parcial Campo Verde.

Figura 7. Sección típica de dragado



En los cambios de dirección de un cauce natural se producen erosiones en la zona externa de las curvas, causadas por la turbulencia adicional que introduce el hecho de que las líneas de corriente no son curvilíneas, sino que se entrecruzan, generando corrientes en espirales a lo largo de la trayectoria general del flujo.

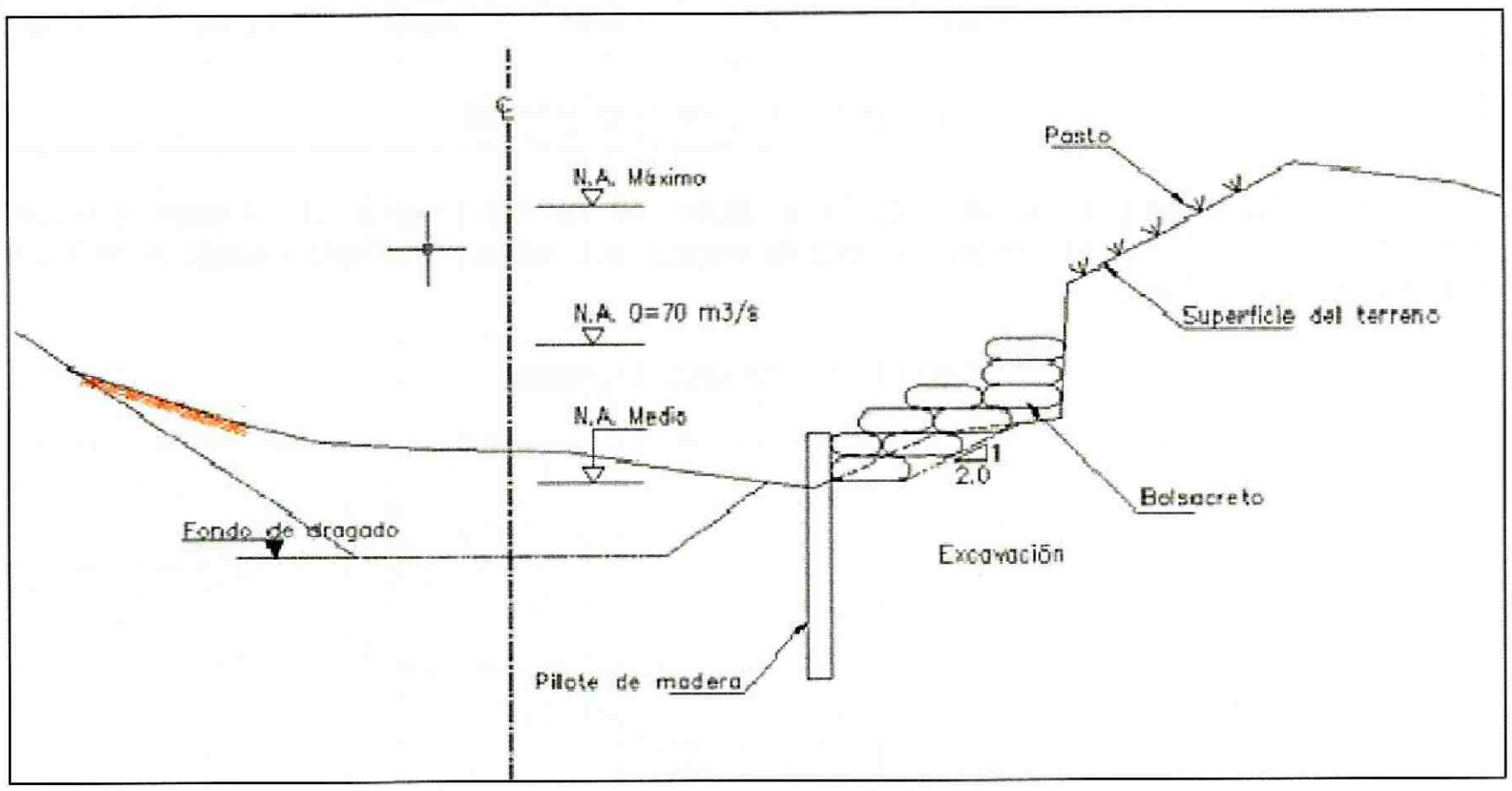
Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

En la situación en que se encuentra el cauce del río Tunjuelo, confinado por diques a lado y lado, la erosión en la parte externa de las curvas ocasionaría inestabilidad potencial en los diques. Para mitigar este riesgo se especifican unas obras de protección de orillas colocadas en la parte externa de todas las curvas de los sectores aguas arriba y aguas abajo de los Embalses Nos. 1, 2 y 3 y en algunas curvas en los embalses.

Las obras de protección se componen de unos pilotes hincados que sostienen un relleno construido en bolsacretos y llevado hasta una altura definida con base en los hidrogramas de diseño del proyecto como se muestra en la Figura 8, tanto aguas arriba como aguas abajo de los Embalses Nos. 1, 2 y 3. Los detalles sobre la escogencia de los materiales de las obras de protección se puede apreciar con mayor detalle en el capítulo de Diseño Geotécnico del proyecto.

El criterio para definir la elevación de la protección en bolsacreto es el siguiente: Dado que en general en los taludes de los diques y por lo tanto encima de los bolsacretos se encuentra especificada la colocación de pasto, se estima que no sería conveniente permitir el contacto del pasto con el flujo a lo largo de un tiempo prolongado durante el paso de una creciente. Para la creciente de diseño se ha definido que se permita el contacto del flujo con la protección en pasto durante un período máximo de 24 horas.

Figura 8. Sección típica obras de protección de orillas



De acuerdo con los resultados del Contrato No. 1-02-4100-2000, los riesgos asociados a estas obras son:

Inestabilidad de taludes

Amenaza: Con la ocurrencia de crecientes y la consecuente inundación de los taludes de los diques, se pueden generar inestabilidades en las zonas expuestas a la fluctuación de niveles.

Riesgo: Inestabilidad y falla de sectores de dique a lo largo del cauce. Caída dentro del cauce del río de

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

masas importantes de tierra, con el incremento del arrastre de sedimentos en el río.

Acción: Minimización del riesgo mediante verificación de las condiciones de estabilidad de los diques actuales y mediante diseño de realces con taludes estables. Igualmente se especificarán las protecciones adecuadas contra erosión en los taludes susceptible de entrar en contacto con agua durante las crecientes.

Filtraciones a través de los diques

Amenaza: Durante la ocurrencia de crecientes pueden aparecer filtraciones a través del relleno de los diques.

Riesgo: Se puede presentar un lavado de los materiales de las discontinuidades, generando pérdidas de estabilidad y riesgos de rompimiento de los diques.

Acción: Minimización del riesgo mediante verificación de las condiciones de estabilidad de los diques actuales y diseño de las obras de realce con materiales de baja permeabilidad y con las previsiones adecuadas para evitar las filtraciones a través de las discontinuidades. Seguimiento y evaluación permanente del comportamiento de los rellenos de los diques, especialmente luego de la ocurrencia de eventos de creciente.

Inestabilidad de las obras de protección de orillas

Amenaza: Durante la ocurrencia de crecientes puede generarse erosión en los alrededores de las obras de protección de orillas.

Riesgo: Se puede presentar un lavado de los materiales de fundación de las obras, generando pérdidas de estabilidad y riesgos de colapso.

Acción: Minimización del riesgo mediante diseño y especificación de obras estables y mínimo riesgo de filtraciones a través de la fundación de las obras. Seguimiento y evaluación permanente del comportamiento de las obras, especialmente luego de la ocurrencia de eventos de creciente.

7.1.2 DISEÑO OBRAS RÍO BOGOTÁ

El estudio hidráulico para el diseño de las obras de protección contra las inundaciones del río Bogotá en el sector Puente La Virgen – Alicachín, dentro del Proyecto de Saneamiento y Adecuación Cuenca del Río Bogotá, Megaproyecto Río Bogotá, se elaboró actualizando, complementando y ajustando los diseños y documentos entregados por la firma HMV Ingenieros Consultores, dentro del estudio: "Diseño de las Obras para la Protección contra Inundaciones del Río Bogotá en el Sector La Conejera – Alicachín",para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, en octubre de 2003.

De acuerdo con lo mencionado, la CAR suministró el estudio denominado "Estudio hidráulico para el diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del río Bogotá en el sector Puente La Virgen – Alicachín" donde se destaca:

La definición del alineamiento del cauce proyectado y las características de la sección transversal deben cumplir con ciertos objetivos y restricciones que incluyen:

- Se debe mantener el alineamiento del cauce actual. En los estudios anteriores de las décadas de los 70 y 80 se propuso, además de una ampliación del cauce, una rectificación del río con reducciones

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

hasta del 20% de su longitud en el tramo Puente del Común - Alicachín. Las restricciones ambientales y legales difícilmente permitirían recortes en los meandros del río, por lo que se adoptó como una de las condiciones para el diseño que se mantenga el trazado del cauce actual.

- Las secciones transversales a modelar, corresponden a la situación de cauce natural y una vez dragado.
- Las condiciones de frontera en Alicachín. En la actualidad la operación de las compuertas de Alicachín no permite que los niveles en ese punto excedan la elevación 2539.24 msnm.
- Condiciones de mantenimiento. Se han supuesto condiciones de mantenimiento pobre en la sección adoptada en el río Bogotá. Esto se ha traducido en los diseños en unos coeficientes de rugosidad relativamente conservadores.

Secciones de la Corriente

Esta información se obtuvo a partir del levantamiento topográfico y batimétrico de secciones transversales espaciadas cada 200 m en promedio de acuerdo con los estudios de la Unión Temporal Atlas-Merrick. La longitud total del cauce a analizar es de 69657 m, la cual se dividió en cinco (5) tramos, como se menciona a continuación, cada uno con las siguientes longitudes:

- Conejera-Salitre: 17408 m
- Salitre-Fucha: 16675 m
- Fucha-Gibraltar: 4082 m
- Gibraltar-Tunjuelo: 9700 m
- Tunjuelo-Alicachín: 21792 m

Son introducidas además las secciones y las características geométricas de los puentes que existan a lo largo de su cauce; dentro del tramo analizado; existen en total16 puentes

Coeficiente de Rugosidad de Manning y Otros

En el estudio presente se utilizaron valores del coeficiente de rugosidad de Manning de 0.035 para el canal y de 0.050 para las bancas. Se adoptaron valores para estos coeficientes de 0.3 para el de expansión y de 0.1 para el de contracción, los cuales se consideran representativos de las condiciones geométricas del río en el sector estudiado.

Caudales para las Condiciones de Flujo

En régimen de flujo sub-crítico, como es el caso del río Bogotá, el modelo requiere condiciones de frontera de la superficie del agua en el extremo más aguas abajo, o sea en las compuertas de Alicachín la cual fue mencionada anteriormente.

Corridas del Modelo

Al terminar de hacer lo anterior, se procedió a correr el modelo en la condición de flujo deseada para las condiciones naturales actuales y para las condiciones con dragado propuestas. Para el estudio con las condiciones de dragado, se analizaron diferentes secciones transversales, cambiando los anchos de la base de la sección principal del río.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Resultado de las modelaciones hidráulicas

Las condiciones modeladas para los flujos permanente y no permanente fueron:

- Condición natural con secciones de HMV.
- Condición natural con secciones de CAR.
- Comparación condición natural con secciones de HMV y CAR.
- Condición de río modificado con secciones de CAR.

Para esta última condición el perfil propuesto modificado para el fondo del cauce ha tenido en cuenta las características de los suelos en los alrededores de la corriente, y el perfil estratigráfico resultante. Este perfil ha respetado los estratos arenosos existentes a lo largo de la corriente, de tal manera que no fueran interceptados por el perfil modificado dragado de la misma, con el fin de no permitir pérdidas grandes de agua y posibilidades de una disminución del nivel freático de las áreas colindantes o de los niveles de agua de los humedales que pudieran estar conectados con tales estratos.

La pendiente longitudinal modificada resulta igual a 0.000073 m/m (7.3 x 10-5 m/m), y las secciones se deberán modificar a ella por medio de dragado siempre y cuando la cota del fondo del cauce actual resulte mayor a la que resultaría con tal pendiente. La cota más baja del fondo del cauce en el punto más aguas abajo corresponde con la 2534.02 msnm, correspondiente al fondo de las compuertas de Alicachín. La cota más alta correspondió con el valor 2539.12 msnm, en el punto más aguas arriba en Puente La Virgen (K 69+657).

Por otro lado, las secciones serán modificadas teniendo en cuenta la cota de fondo correspondiente al perfil longitudinal proyectado, con un ancho del mismo fondo dependiendo del tramo, de acuerdo con el tamaño natural de la sección transversal respectiva.

Los anchos del fondo del cauce analizados se muestran en la Tabla 4:

Tabla 4. Anchos de fondo analizados por tramos del Río Bogotá

TRAMO	ANCHO FONDO (m)
Alicachín (200 m aguas arriba) - Tunjuelo	35 o 30
Tunjuelo - Fucha	30
Fucha - Salitre	25
Salitre – Puente La Virgen	20

Para los dos primeros tramos (Alicachín – Tunjuelo y Tunjuelo – Fucha (K0+000 a K35+195 por el abscisado del eje del río)), el ancho de la base del canal se midió hasta el encuentro con la proyección actual del talud de margen derecha de la corriente en esa cota; desde ese punto la margen derecha modificada se perfilará sobre la margen derecha actual, excavando cuando sea necesario, y rellenando por encima de la planicie de desborde del cauce, conservando un talud mínimo 2.0H:1.0V, hasta alcanzar la cota de corona de diseño del jarillón de esa margen. Posteriormente, se complementará el dragado desde el borde izquierdo del ancho del cauce propuesto, excavando un talud 2.0H:1.0V, sobre el cauce de la corriente, hasta encontrar una cota a la cual se excavará una berma de 30 m de ancho sobre la margen izquierda del cauce principal. Al final de los

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

30 m se encontrará la pata del jarillón de margen izquierda, el cual se conformará con relleno, en un talud mínimo 2.0H:1.0V, hasta encontrar la cota de corona de diseño del referido jarillón de esa margen.

En la Figura 9 se presenta una esquematización de la sección típica seleccionada de acuerdo con lo mencionado anteriormente:

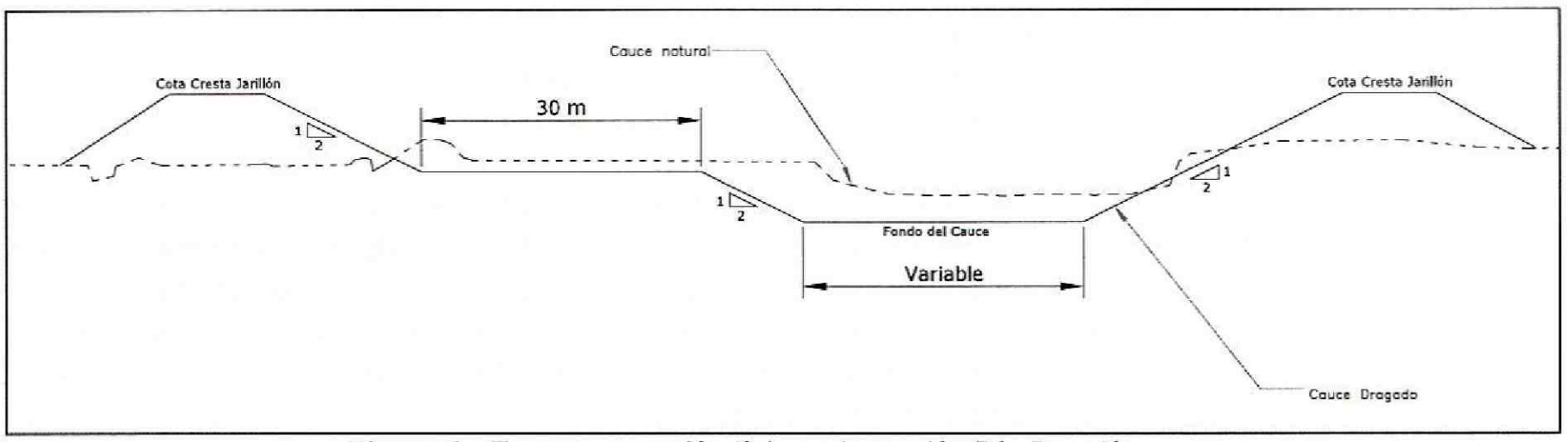


Figura 9. Esquema sección típica adecuación Río Bogotá

Del K0+00 en Alicachín al K35+195 en la desembocadura del Río Fucha la intervención se da generalmente en la margen izquierda del río. Sin embargo en algunos sitios por motivos de fuerza mayor se hace necesario el cambio de margen desde el K35+195 al K69+657 (Fucha – Salitre y Salitre – Puente La Virgen) la berma de 30 m de ancho irá sobre la margen derecha, salvo en sectores donde, como ya se dijo se hace imprescindible el cambio de margen. Las cotas de las bermas varían linealmente entre los siguientes lugares, como muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Variaciones de las Cotas de la Berma

LUGAR	COTA DE BERMA (msnm)
Alicachín (200 m aguas arriba)	**2539.54**
Tunjuelo	**2540.09**
Fucha	2540.78
Juan Amarillo (Salitre)	2542.03
Puente La Virgen	2543.47

Se han tomado las cotas de corona de diseño de los jarillones presentadas el estudio de HMV, las cuales se consideran apropiadas. Estas cotas, resultan, cuando se transita la creciente de periodo de retorno de 100 años, en un borde libre promedio a lo largo de todo el tramo analizado igual a 1.90 m, uno máximo igual a 2.90 m, y uno mínimo igual a 1.48 m.

Finalmente para creciente para un periodo de retorno de 500 años, es claro que a lo largo del río la misma creciente quedará contenida dentro de los jarillones propuestos sin desbordarlos. Esta conclusión se basa en los resultados presentados en el estudio de HMV, en el cual la máxima diferencia en niveles de agua presentada a lo largo del río cuando se transitan las crecientes de 500 y 100 años es de 0.55 m.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Se han tomado las cotas de corona de diseño de los jarillones presentadas en el Diseño de las Obras para la Protección Contra las Inundaciones del Río Bogotá en el Sector Alicachín – La Conejera, las cuales se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Cotas mínimas de jarillones del río bogotá entre alicachín y puente la virgen modificadas del río bogotá de car, con anchos de base de 30 m (alicachín – tunjuelo), 30 m (tunjuelo – fucha), 25 m (fucha – salitre) y 20m (salitre – puente la virgen).

ABSCISAS DE LOS JARILLONES	COTA JARILLÓN (msnm)
K69+657 A K62+267	2545.14
K62+267A K46+241	2544.64
K46+241A - K37+599	2544.14
K37+599 A K20+799	2543.64
K20+799 A K7+839	2543.14
K7+839 A K0+000	2542.14

El caudal máximo instantáneo transitado que resulta para la creciente con periodo de retorno de 100 años es igual a 182 m3/s, y se compara con el caudal máximo instantáneo teórico del río Bogotá y todos sus afluentes para el mismo periodo de retorno, el cual resulta igual a 404 m3/s.

7.2 EVALUACIÓN MODELOS HIDRÁULICOS

Con el fin de evaluar las condiciones actuales de amenaza de inundación por desbordamiento del Plan Parcial Campo Verde es necesario revisar los modelos hidráulicos disponibles con el fin de determinar el nivel de seguridad de las obras realizadas en los Ríos Tunjuelo y Bogotá de acuerdo con los diseños planteados y realizar una verificación de los mismos en las condiciones actuales luego de la adecuación hidráulica del Río Bogotá en el sector. Como referencia se han utilizado los modelos hidráulicos desarrollados por la CAR y por la EAB – ESP en los Ríos Bogotá y Tunjuelo respectivamente.

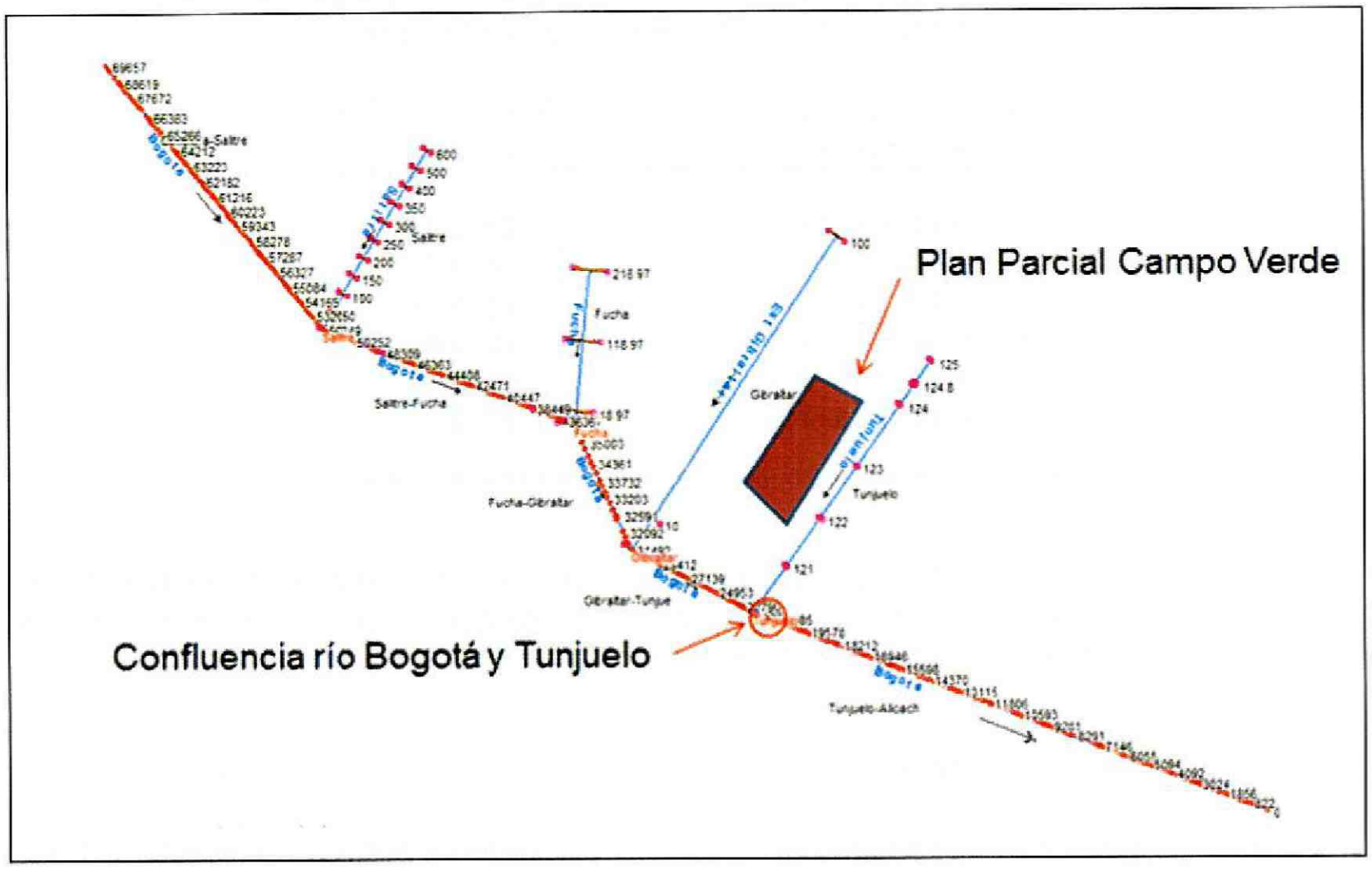
7.2.1 MODELO HIDRÁULICO RÍO BOGOTÁ

A continuación se presentan los resultados de la modelación hidráulica del Río Bogotá del estudio denominado "Estudio hidráulico para el diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del río Bogotá en el sector Puente La Virgen – Alicachín" desarrollado por la CAR, para la Condición del río dragado con secciones de CAR, obras que vienen ejecutando desde el año 2013, las cuales se encuentran terminadas entre las compuertas de Alicachín y el cruce con la Calle 80, en donde para el caso específico del Plan Parcial Campo Verde se revisaron los dos escenarios planteados en los diseños de la CAR con variación de la base del cauce con bases de 30 m y 35m, con el fin de verificar si en el tramo colindante con el plan parcial se presentan desbordamientos que puedan afectarlo, como el escenario escogido por la CAR fue la construcción del canal con una base de 30m se presenta la modelación del Río Bogotá para esta condición.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

En la Figura 9, se muestra el esquema del modelo del río Bogotá en HEC-RAS, en él se observa el cauce principal del Río Bogotá y los afluentes principales en el tramo (Río Salitre, Río Fucha, Río Tunjuelo) así como la descarga de la estación de bombeo Gibraltar.

Figura 9. Esquema de modelo del río Bogotá y localización del plan parcial



ESCENARIO BASE 30m. *Modelo de CAR con Anchos de Base de 30 m (Alicachín – Tunjuelo, 30 m (Tunjuelo – Fucha), 25 m (Fucha – Salitre) y 20 m (Salitre – Puente La Virgen)*

En la Tabla 8, se presentan los resultados en términos de niveles de agua para flujo no permanente de la corriente en condiciones modificadas. Como se puede apreciar el nivel del agua sobre la confluencia con el río Tunjuelo es de 2,541.54 m.s.n.m. (Ver Abscisa K21+792), para un periodo de retorno de 100 años y un caudal máximo instantáneo transitado igual a 182 m³/s. Por lo tanto, esta cota es una posible condición de frontera para analizar el modelo hidráulico del río Tunjuelo.

Tabla 8. Resultados de la modelación con el programa HEC-RAS. Escenario 2. Río Bogotá

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Abscisa	Caudal (m³/s)	Elevaciones			Características Hidráulicas				
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Cota del Jarillón	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m.s.n.m	m	-
K22+790	112.28	2,535.69	2,541.58	2,541.59	5.89	0.39	2,543.64	2.06	No

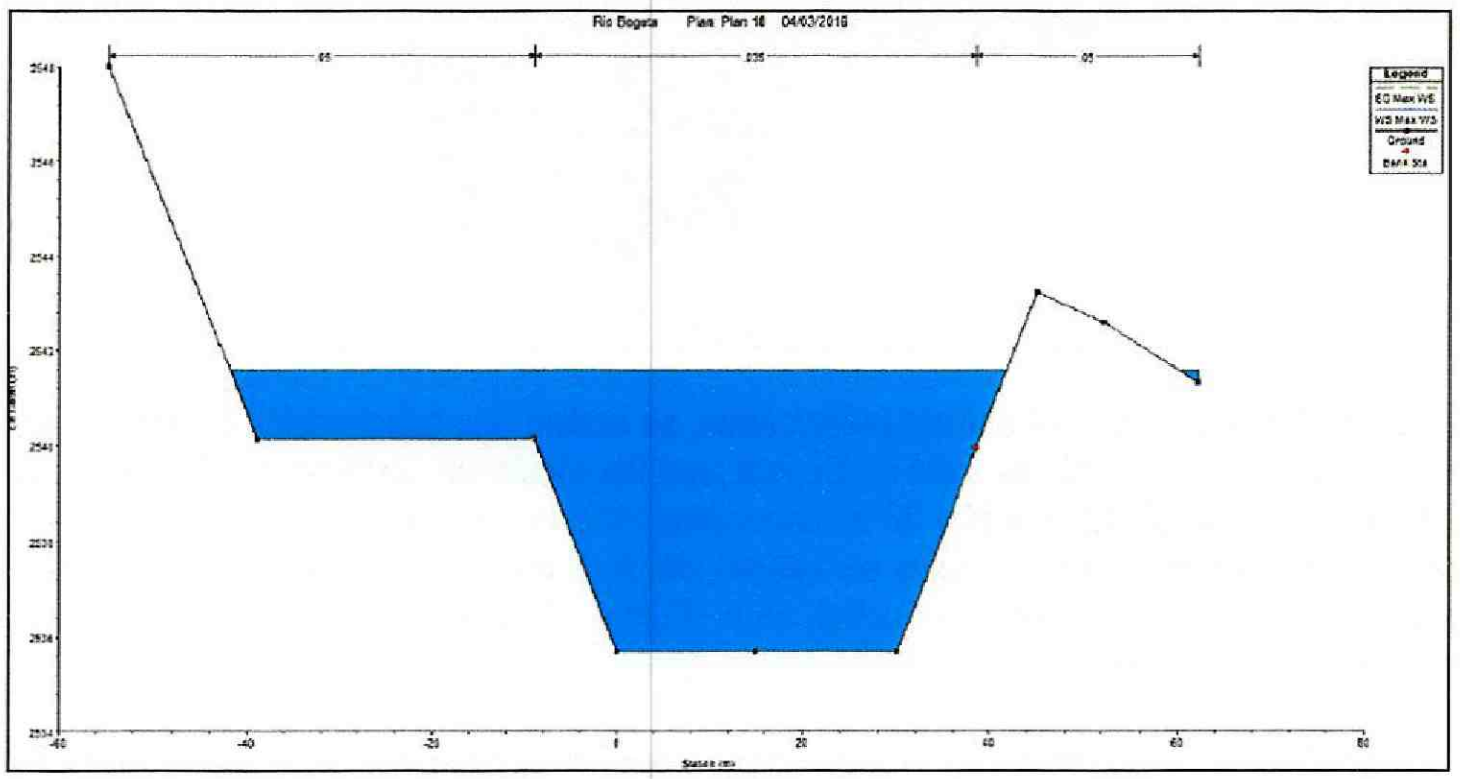
Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Abscisa	Caudal (m^3/s)	Elevaciones			Características Hidráulicas				
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Cota del Jarillón	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m.s.n.m	m	-
K22+351	112.27	2,535.65	2,541.57	2,541.58	5.92	0.32	2,543.64	2.07	No
K22+154	112.05	2,535.64	2,541.57	2,541.57	5.93	0.37	2,543.64	2.07	No
K21+967	112.05	2,535.57	2,541.56	2,541.57	5.99	0.36	2,543.64	2.08	No
K21+792	182.04	2,535.61	2,541.56	2,541.58	5.95	0.56	2,543.64	2.08	No
K21+605	182.04	2,534.88	2,541.55	2,541.57	6.67	0.55	2,543.64	2.09	No
K21+401	182.23	2,535.58	2,541.54	2,541.56	5.96	0.56	2,543.64	2.1	No
K21+174	182.03	2,535.57	2,541.52	2,541.54	5.95	0.56	2,543.64	2.12	No
K20+985	182.02	2,535.55	2,541.51	2,541.53	5.96	0.55	2,543.64	2.13	No

En la Tabla 9 se pueden apreciar los bordes libres obtenidos para el tramo comprendido entre el K21+200 a K22+600 del Río Bogotá colindante con el Plan Parcial Campo Verde en donde en promedio para una creciente de 100 años existen bordes libres de 2.10 m y en el tramo no se presentan condiciones de desborde para el escenario 2.

En las Figuras 10, 11 y 12, se presenta las secciones transversales denominadas en el modelo No. 22790, 21792 y 21605 sobre el río Bogotá antes y después de la confluencia con el río Tunjuelito, donde se puede apreciar el nivel de la superficie de agua en la cota 2,541.54 msnm, por lo tanto el borde libre por la margen izquierda del río Bogotá que colinda con el plan parcial de Campo Verde es alrededor 2.06 m, resultados según el modelo hidráulico en HEC-RAS.

Figura 10. Sección Transversal 22790 sobre el río Bogotá aguas arriba de la confluencia con el río Tunjuelo



Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Figura 11. Sección Transversal 21792 sobre el río Bogotá aguas abajo de la confluencia con el río Tunjuelo

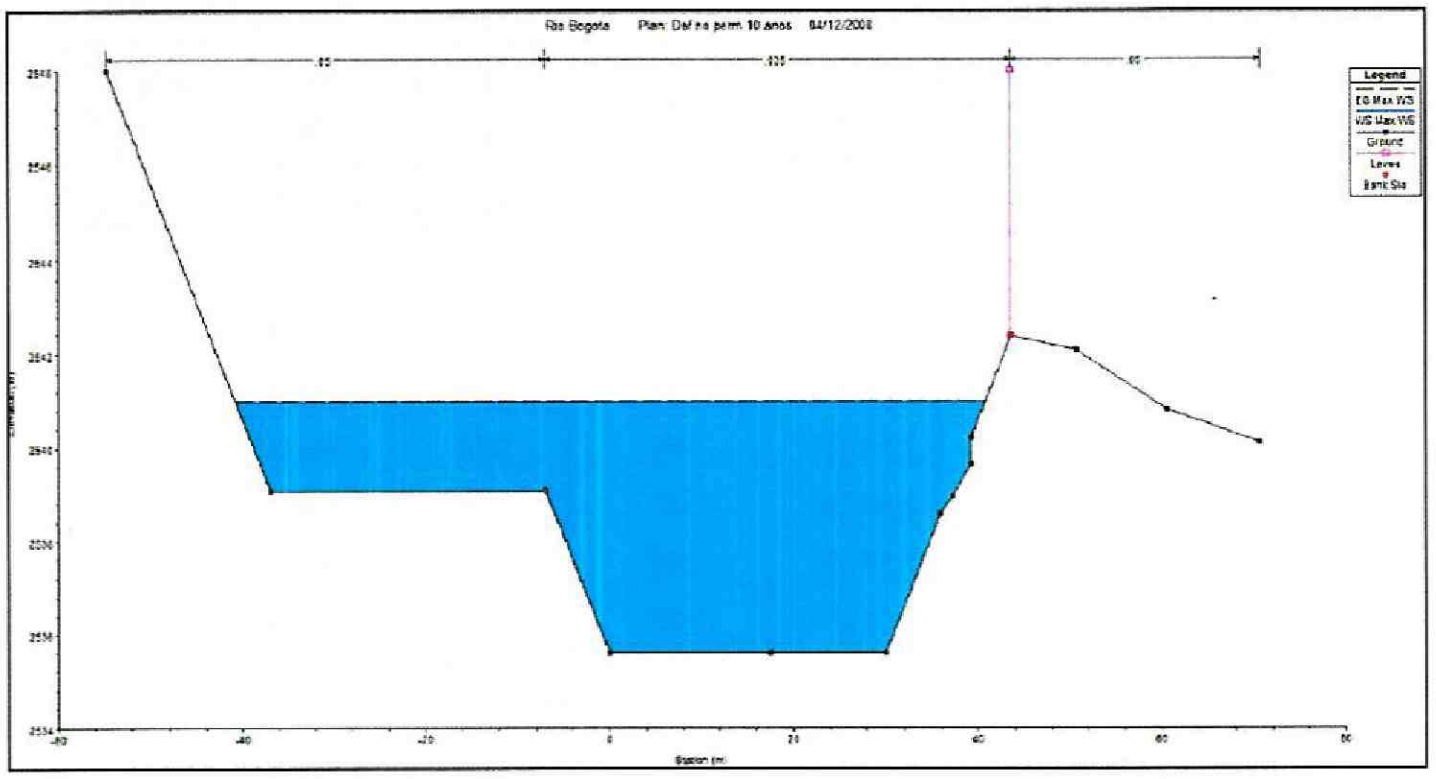
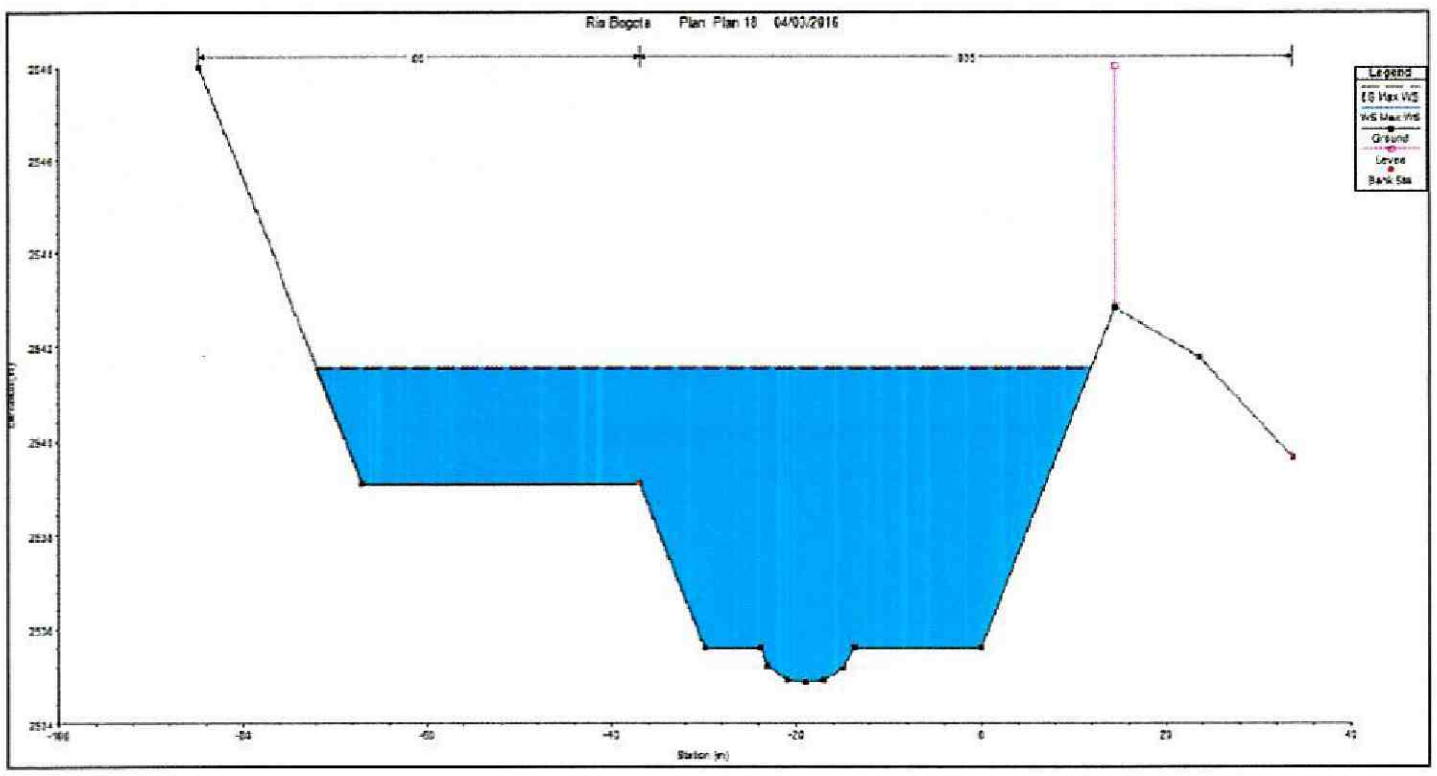


Figura 12. Sección Transversal 21605 sobre el río Bogotá aguas abajo de la confluencia con el río Tunjuelo



De acuerdo con los resultados del estudio mencionado, se realiza una comparación de los resultados de la modelación para condiciones naturales del río Bogotá para las secciones modificadas con anchos de base en el tramo Alicachín – Tunjuelo igual a 35 y 30 m respectivamente. Los demás anchos de base y características geométricas de las secciones transversales se dejaron idénticos para ambas modelaciones, respectivamente iguales a 30 m para el tramo (Tunjuelo – Fucha), 35 m (Fucha – Salitre) y 20 m (Salitre – Puente La Virgen), donde se evidencio lo siguiente:

- Para flujo permanente se pueden observar diferencias muy poco significativas, en general de 5 cm o menos, con excepción de un zona en vecindades del Puente Nuevo ALO, aguas abajo de la

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

confluencia del río Tunjuelo, en la cual alcanzan a subir a 0.45 m; básicamente en todos los resultados los valores, como era de esperarse, son mayores cuando el ancho de la base de la sección transversal es menor.

- Para flujo no permanente, las diferencias aumentan en relación con las de flujo permanente, pero siempre en los alrededores de los 10 cm, con excepción de la confluencia del río Tunjuelo, en la cual alcanzan a subir a 0.41 m; básicamente también en todos los resultados los valores, como era de esperarse, son mayores cuando el ancho de la base de la sección transversal es menor.

Dada las pocas diferencias encontradas, se opta porque la mejor solución desde el punto de vista técnico y económico es definir el ancho de la base de la sección transversal en el tramo Alicachín – Tunjuelo igual a 30.0 m.

De acuerdo con lo mencionado, la Base de 30 m para este tramo fue la solución seleccionada para llevar a cabo en proyecto de adecuación hidráulica del Río Bogotá lo cual permite establecer que para una creciente de 100 años en el tramo comprendido entre el K21+200 a K22+600 del Río Bogotá colindante con el Plan Parcial Campo Verde se presentarían bordes libres de 2.10 m en promedio a lo largo del tramo y en el mismo no se presentarían condiciones de desbordamiento del Río Bogotá.

7.2.2 MODELO HIDRÁULICO RÍO TUNJUELO

A continuación se presentan los resultados de la modelación hidráulica del Río Tunjuelo del estudio denominado "Modelación hidráulica para las cuencas de los Ríos Tunjuelo y Fucha en las condiciones actuales" desarrollado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P, en donde el Plan Parcial Campo Verde colinda con el Río Tunjuelo en el tramo comprendido entre el K3+100 y K3+500 del Río Tunjuelo teniendo en cuenta que el plan parcial Campo Verde se encuentra en las cercanías de la confluencia entre el río Bogotá y el río Tunjuelo, la amenaza por inundación por desbordamiento puede provenir de cualquiera de los dos cuerpos de agua.

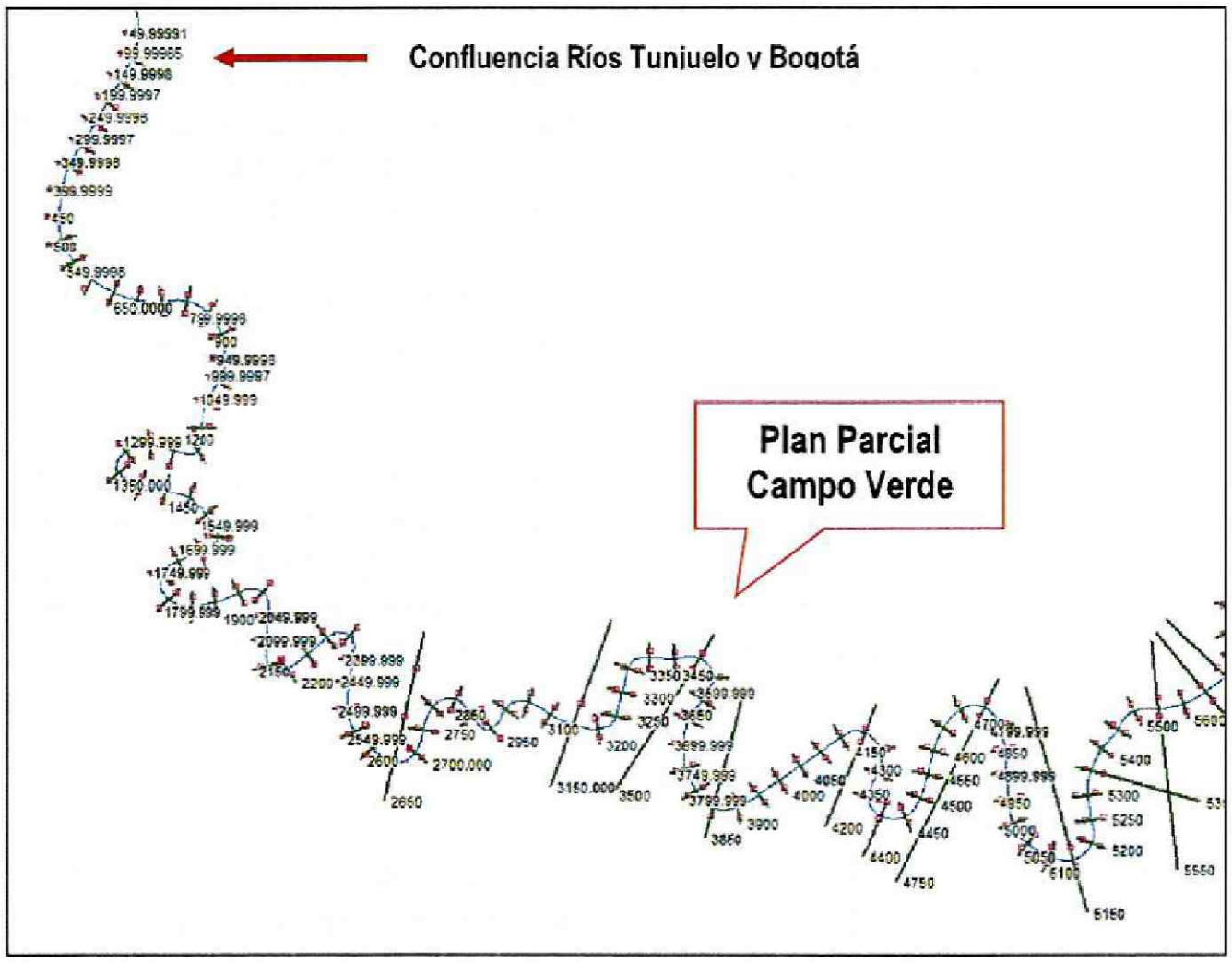
Considerando lo mencionado, de acuerdo con los escenarios planteados en el estudio citado anteriormente, se tomaron en cuenta los escenarios más críticos (escenarios 3, 4 y 8 con el fin de verificar si en el tramo colindante con el plan parcial se presentan desbordamientos que puedan afectarlo en condiciones actuales sin tener en cuenta la adecuación hidráulica del Río Bogotá. Se presentan los resultados para un periodo de retorno de 100 años entre las abscisas K0+000 hasta el K4+000, incluyendo el sector colindante al plan parcial.

En la Figura 13, se muestra el esquema del modelo hidráulico del río Tunjuelo en HEC-RAS, en donde se observa el cauce principal del Río Tunjuelo y la zona que colinda con el plan parcial Campo Verde.

ESCENARIO 3. *Hidrogramas generados a partir de una tormenta a lo largo de la cuenca, con centro de tormenta en la subcuenca de la quebrada Chiguaza. La precipitación total aguas arriba del embalse de Cantarrana se analiza igual que en los escenarios anteriores. Los períodos de retorno analizados para este escenario fueron de 5, 10, 25, 50 y 100 años. En todos los periodos de retorno la condición de frontera corresponde al nivel de 100 años en el río Bogotá antes de su adecuación (2543.34), tomado del estudio de la Corporación Autónoma Regional (CAR), Monsalve, G., (2008).*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Figura 13. Vista en Planta Modelo HEC-RAS río Tunjuelo



En la Tabla 9, se muestran los resultados en términos de niveles de agua para flujo no permanente de la corriente en condiciones actuales del río. Como se puede apreciar el nivel del agua sobre las secciones denominadas en el modelo correspondientes a las No. 2950 y 49.99991, presentan desbordamientos hacia la margen derecha del Río Tunjuelo debido a que el cauce llegó a su capacidad máxima.

Tabla 9. Resultados de la modelación con el programa HEC-RAS. Escenario 3. Río Tunjuelo

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. N°	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillón (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
4000	60.86	2,539.00	2,543.67	2,543.70	2,545.00	4.67	0.79	1.3	No
3950	60.87	2,538.00	2,543.68	2,543.70	2,545.00	5.68	0.62	1.3	No
3900	60.88	2,538.05	2,543.68	2,543.69	2,545.66	5.62	0.59	2.0	No
3850	60.85	2,538.00	2,543.67	2,543.69	2,545.23	5.67	0.6	1.6	No
3799.999	60.85	2,538.50	2,543.65	2,543.68	2,544.70	5.15	0.76	1.0	No
3749.999	60.88	2,538.50	2,543.65	2,543.67	2,544.22	5.15	0.69	0.6	No
3699.999	60.88	2,538.50	2,543.64	2,543.67	2,545.00	5.14	0.68	1.4	No

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillón (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
3650	60.85	2,538.00	2,543.64	2,543.66	2,545.00	5.64	0.67	1.4	No
3599.999	60.88	2,538.00	2,543.63	2,543.66	2,545.00	5.63	0.66	1.4	No
3549.999	60.87	2,538.00	2,543.63	2,543.65	2,545.00	5.63	0.59	1.4	No
3500	60.87	2,538.14	2,543.62	2,543.65	2,544.50	5.48	0.66	0.9	No
3450	60.88	2,538.50	2,543.61	2,543.64	2,544.50	5.11	0.74	0.9	No
3400	60.87	2,538.50	2,543.61	2,543.63	2,544.98	5.11	0.71	1.4	No
3350	60.87	2,538.50	2,543.61	2,543.63	2,544.50	5.1	0.63	0.9	No
3300	60.88	2,538.50	2,543.60	2,543.62	2,544.48	5.1	0.65	0.9	No
3250	60.87	2,537.63	2,543.60	2,543.62	2,544.50	5.97	0.54	0.9	No
3200	60.82	2,537.79	2,543.59	2,543.61	2,544.50	5.8	0.62	0.9	No
3150	60.86	2,537.50	2,543.59	2,543.61	2,544.46	6.09	0.6	0.9	No
3100	60.88	2,537.50	2,543.58	2,543.60	2,544.00	6.08	0.63	0.4	No
3050	60.88	2,538.00	2,543.58	2,543.60	2,544.00	5.58	0.5	0.4	No
3000	60.88	2,538.00	2,543.58	2,543.59	2,544.00	5.58	0.49	0.4	No
2950	**60.88**	**2,537.50**	**2,543.59**	**2,543.59**	**2,543.11**	**6.08**	**0.36**	**-0.5**	**SI**
2899.999	60.86	2,538.50	2,543.57	2,543.59	2,544.00	5.07	0.57	0.4	No
2850	60.86	2,538.00	2,543.57	2,543.58	2,544.00	5.57	0.59	0.4	No
2800	60.84	2,538.00	2,543.56	2,543.58	2,543.99	5.55	0.67	0.4	No
2750	60.81	2,538.00	2,543.54	2,543.57	2,544.00	5.54	0.75	0.5	No
2700	60.86	2,537.80	2,543.50	2,543.56	2,544.50	5.7	1.01	1.0	No
2650	60.81	2,537.63	2,543.52	2,543.54	2,544.50	5.89	0.68	1.0	No
2600	60.85	2,537.50	2,543.52	2,543.54	2,544.96	6.02	0.57	1.4	No
2549.999	60.84	2,537.50	2,543.51	2,543.53	2,545.00	6.01	0.55	1.5	No
2499.999	60.76	2,537.37	2,543.50	2,543.52	2,545.00	6.13	0.53	1.5	No
2449.999	60.83	2,537.00	2,543.50	2,543.52	2,544.99	6.5	0.57	1.5	No
2399.999	60.75	2,537.50	2,543.49	2,543.51	2,544.63	5.99	0.64	1.1	No
2350	60.86	2,537.33	2,543.50	2,543.51	2,544.00	6.16	0.49	0.5	No
2300	60.83	2,537.50	2,543.49	2,543.50	2,543.82	5.99	0.58	0.3	No
2250	60.83	2,537.00	2,543.48	2,543.50	2,544.00	6.48	0.61	0.5	No
2200	60.79	2,537.50	2,543.48	2,543.49	2,545.00	5.98	0.53	1.5	No
2150	60.83	2,537.00	2,543.48	2,543.49	2,543.88	6.48	0.42	0.4	No
2099.999	60.83	2,537.50	2,543.47	2,543.49	2,545.50	5.97	0.53	2.0	No
2049.999	60.86	2,537.00	2,543.47	2,543.48	2,545.49	6.47	0.48	2.0	No

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

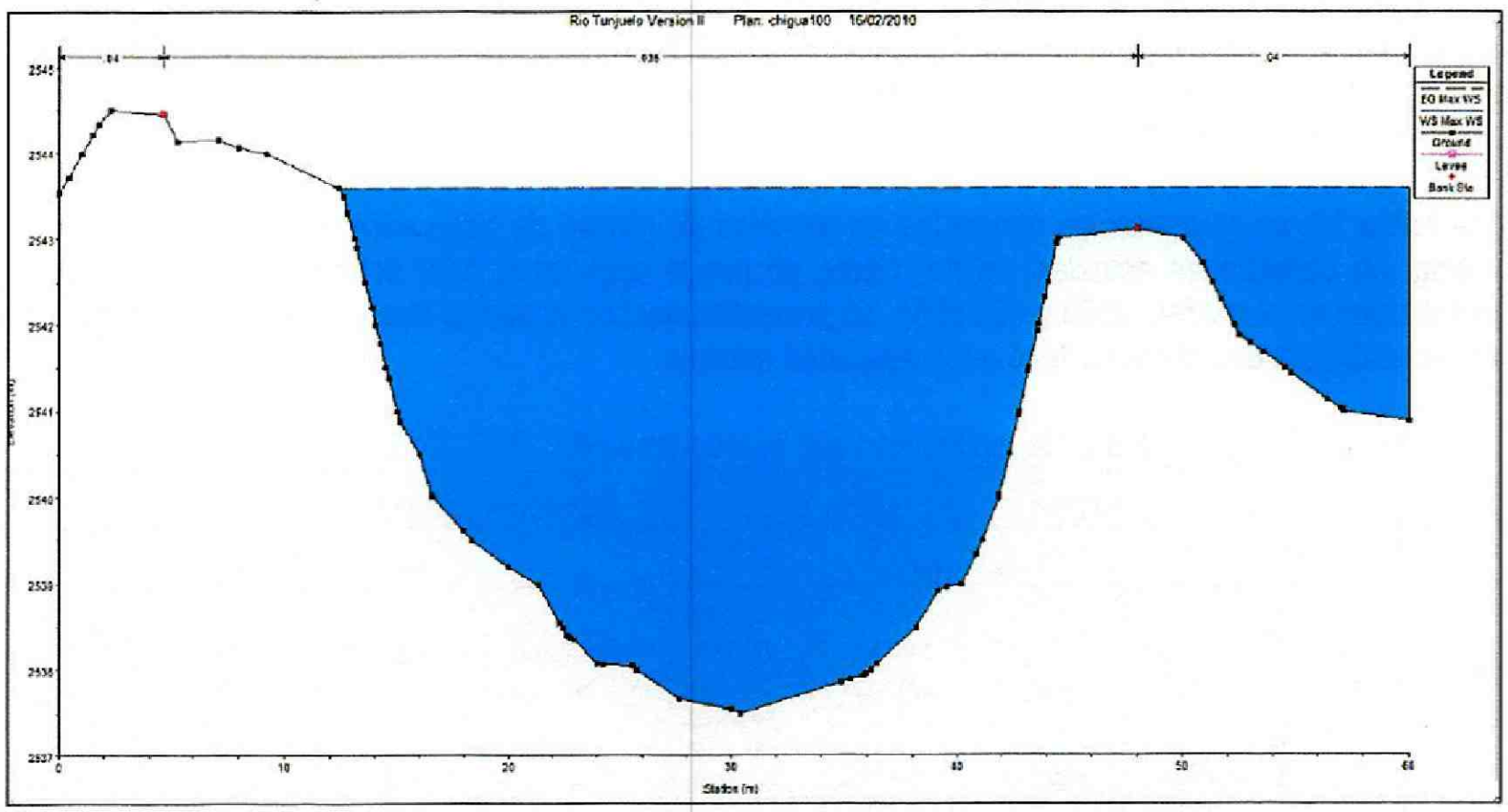
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillón (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
2000	60.86	2,537.54	2,543.47	2,543.48	2,544.00	5.93	0.52	0.5	No
1950	60.7	2,540.00	2,543.43	2,543.47	2,544.00	3.43	0.87	0.6	No
1900	60.69	2,538.21	2,543.44	2,543.46	2,544.00	5.23	0.6	0.6	No
1850	60.79	2,537.50	2,543.44	2,543.46	2,544.58	5.94	0.59	1.1	No
1799.999	60.75	2,537.00	2,543.44	2,543.45	2,545.54	6.44	0.44	2.1	No
1749.999	60.79	2,537.50	2,543.44	2,543.45	2,545.80	5.94	0.46	2.4	No
1699.999	60.63	2,537.00	2,543.43	2,543.45	2,545.15	6.43	0.49	1.7	No
1649.999	60.75	2,537.00	2,543.43	2,543.44	2,544.50	6.43	0.47	1.1	No
1599.999	60.79	2,537.00	2,543.43	2,543.44	2,544.00	6.43	0.46	0.6	No
1549.999	60.79	2,537.00	2,543.42	2,543.44	2,544.00	6.42	0.61	0.6	No
1500	60.63	2,537.00	2,543.42	2,543.43	2,543.50	6.42	0.49	0.1	No
1450	60.69	2,537.50	2,543.41	2,543.43	2,545.00	5.91	0.56	1.6	No
1400	60.63	2,537.00	2,543.41	2,543.43	2,546.41	6.41	0.49	3.0	No
1350	60.63	2,536.73	2,543.42	2,543.42	2,545.28	6.69	0.37	1.9	No
1299.999	60.69	2,537.50	2,543.41	2,543.42	2,545.81	5.91	0.44	2.4	No
1249.999	60.69	2,537.00	2,543.41	2,543.42	2,545.50	6.41	0.38	2.1	No
1200	60.55	2,537.50	2,543.40	2,543.41	2,545.00	5.9	0.47	1.6	No
1149.999	60.47	2,537.50	2,543.40	2,543.41	2,544.50	5.9	0.46	1.1	No
1099.999	60.55	2,537.16	2,543.39	2,543.41	2,545.43	6.23	0.56	2.0	No
1049.999	60.63	2,537.41	2,543.39	2,543.40	2,544.76	5.98	0.47	1.4	No
999.9997	60.62	2,537.00	2,543.39	2,543.40	2,544.50	6.39	0.46	1.1	No
949.9998	60.47	2,537.00	2,543.38	2,543.40	2,544.00	6.38	0.46	0.6	No
900	60.27	2,537.00	2,543.38	2,543.39	2,543.97	6.38	0.49	0.6	No
850.0001	60.15	2,537.00	2,543.38	2,543.39	2,543.97	6.38	0.47	0.6	No
799.9998	60.62	2,536.50	2,543.38	2,543.39	2,544.00	6.88	0.45	0.6	No
750	60.27	2,537.00	2,543.37	2,543.38	2,544.00	6.37	0.45	0.6	No
700	60.69	2,536.50	2,543.37	2,543.38	2,544.50	6.87	0.44	1.1	No
650	59.72	2,536.50	2,543.37	2,543.38	2,544.50	6.87	0.43	1.1	No
599.9999	59.88	2,536.50	2,543.37	2,543.38	2,544.22	6.86	0.43	0.8	No
549.9998	59.88	2,537.45	2,543.36	2,543.37	2,544.00	5.91	0.46	0.6	No
500	59.88	2,536.50	2,543.36	2,543.37	2,544.00	6.86	0.44	0.6	No
450	60.36	2,537.00	2,543.35	2,543.37	2,544.00	6.35	0.46	0.7	No
399.9999	61.09	2,536.50	2,543.36	2,543.36	2,545.50	6.85	0.4	2.1	No

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillón (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
349.9998	60.63	2,536.50	2,543.35	2,543.36	2,545.00	6.85	0.39	1.7	No
299.9997	60.94	2,537.00	2,543.35	2,543.36	2,544.50	6.35	0.39	1.2	No
249.9998	60.75	2,536.50	2,543.35	2,543.36	2,544.00	6.85	0.42	0.7	No
199.9997	61.03	2,536.50	2,543.35	2,543.36	2,544.00	6.85	0.39	0.7	No
149.9998	59.17	2,536.50	2,543.34	2,543.35	2,544.00	6.84	0.42	0.7	No
99.99985	26.55	2,536.50	2,543.34	2,543.34	2,543.49	6.84	0.2	0.1	No
49.99991	**25.01**	**2,536.54**	**2,543.34**	**2,543.34**	**2,542.50**	**6.8**	**0.16**	**-0.8**	**SI**

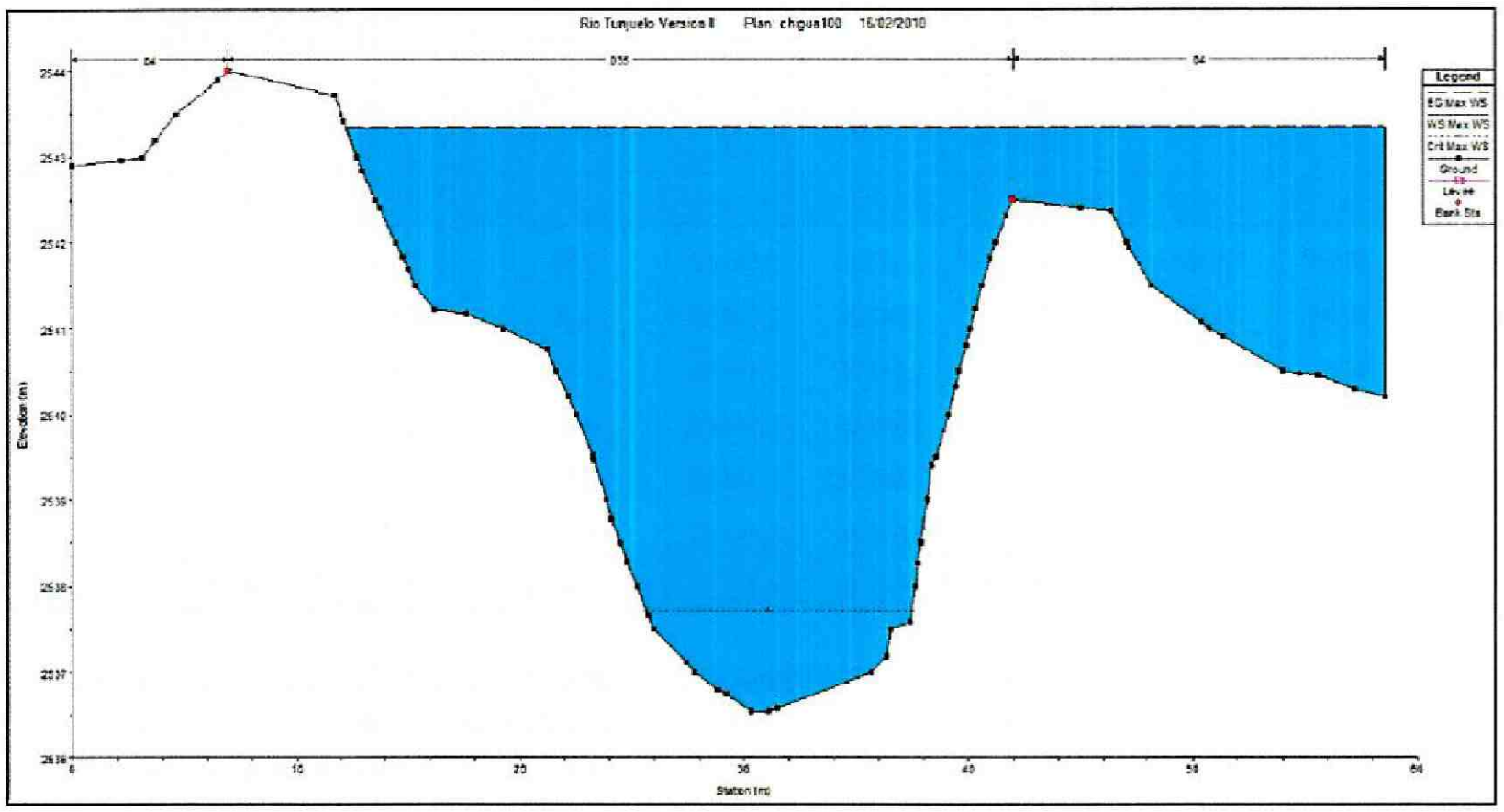
En las Figuras 14 y 15, se presenta las secciones transversales denominadas en el modelo No. 2950 y 49.99991 sobre el río Tunjuelo, donde se puede apreciar el desbordamiento del nivel del agua hacia la margen derecha del río que colinda con el predio del plan parcial de Campo Verde, resultados según el modelo hidráulico en HEC-RAS.

Figura 14. Sección Transversal 2950 sobre el río Tunjuelo



Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Figura 15. Sección Transversal 49.99991 sobre el río Tunjuelo



ESCENARIO 4. *Corresponde a los hidrogramas de caudal obtenidos a partir de la condición 2 del estudio realizado por HMV INGENIEROS, con centro de tormentas en la zona de canteras. La precipitación total aguas arriba del embalse de Cantarrana se analiza igual que en los escenarios anteriores. Los períodos de retorno analizados para este escenario fueron de 5, 10, 25, 50 y 100 años. En todos los periodos de retorno la condición de frontera corresponde al nivel de 100 años en el río Bogotá antes de su adecuación (2543.34), tomado del estudio de la Corporación Autónoma Regional (CAR), Monsalve, G., (2008).*

En la Tabla 10, se muestran los resultados en términos de niveles de agua para flujo no permanente de la corriente en condiciones actuales del río. Como se puede apreciar el nivel del agua sobre las secciones denominadas en el modelo 2950 y 49.99991, se presentan desbordamientos hacia la margen derecha del Río Tunjuelo debido a que el cauce llegó a su capacidad máxima.

Tabla 10. Resultados de la modelación con el programa HEC-RAS. Escenario 4. Río Tunjuelo

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
4000	69.83	2,539.00	2,543.76	2,543.80	2,545.00	4.76	0.88	1.24	No
3950	69.84	2,538.00	2,543.77	2,543.79	2,545.00	5.77	0.69	1.23	No
3900	69.83	2,538.05	2,543.76	2,543.79	2,545.66	5.71	0.67	1.90	No
3850	69.84	2,538.00	2,543.76	2,543.78	2,545.23	5.76	0.68	1.47	No

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS

Sec. N°	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
3799.999	69.83	2,538.50	2,543.74	2,543.77	2,544.70	5.24	0.85	0.96	No
3749.999	69.84	2,538.50	2,543.73	2,543.76	2,544.22	5.23	0.77	0.49	No
3699.999	69.84	2,538.50	2,543.73	2,543.76	2,545.00	5.23	0.76	1.27	No
3650	69.84	2,538.00	2,543.72	2,543.75	2,545.00	5.72	0.76	1.28	No
3599.999	69.84	2,538.00	2,543.71	2,543.74	2,545.00	5.71	0.74	1.29	No
3549.999	69.83	2,538.00	2,543.71	2,543.73	2,545.00	5.71	0.67	1.29	No
3500	69.83	2,538.14	2,543.70	2,543.73	2,544.50	5.56	0.75	0.80	No
3450	69.82	2,538.50	2,543.68	2,543.72	2,544.50	5.18	0.83	0.82	No
3400	69.84	2,538.50	2,543.68	2,543.71	2,544.98	5.18	0.8	1.30	No
3350	69.83	2,538.50	2,543.68	2,543.70	2,544.50	5.18	0.71	0.82	No
3300	69.82	2,538.50	2,543.67	2,543.70	2,544.48	5.17	0.73	0.81	No
3250	69.83	2,537.63	2,543.67	2,543.69	2,544.50	6.04	0.61	0.83	No
3200	69.83	2,537.79	2,543.66	2,543.69	2,544.50	5.87	0.7	0.84	No
3150	69.82	2,537.50	2,543.66	2,543.68	2,544.46	6.16	0.68	0.80	No
3100	69.81	2,537.50	2,543.65	2,543.67	2,544.00	6.15	0.71	0.35	No
3050	69.83	2,538.00	2,543.65	2,543.67	2,544.00	5.65	0.57	0.35	No
3000	69.81	2,538.00	2,543.65	2,543.66	2,544.00	5.65	0.56	0.35	No
2950	**69.81**	**2,537.50**	**2,543.65**	**2,543.66**	**2,543.11**	**6.15**	**0.41**	**-0.54**	**SI**
2899.999	69.83	2,538.50	2,543.64	2,543.66	2,544.00	5.14	0.64	0.36	No
2850	69.81	2,538.00	2,543.63	2,543.65	2,544.00	5.63	0.66	0.37	No
2800	69.83	2,538.00	2,543.62	2,543.64	2,543.99	5.61	0.76	0.37	No
2750	69.84	2,538.00	2,543.60	2,543.63	2,544.00	5.6	0.84	0.40	No
2700	69.81	2,537.80	2,543.55	2,543.62	2,544.50	5.75	1.14	0.95	No
2650	69.8	2,537.63	2,543.57	2,543.60	2,544.50	5.94	0.77	0.93	No
2600	69.8	2,537.50	2,543.57	2,543.59	2,544.96	6.07	0.64	1.39	No
2549.999	69.82	2,537.50	2,543.56	2,543.58	2,545.00	6.06	0.62	1.44	No
2499.999	69.76	2,537.37	2,543.55	2,543.57	2,545.00	6.18	0.59	1.45	No
2449.999	69.82	2,537.00	2,543.55	2,543.57	2,544.99	6.55	0.65	1.44	No
2399.999	69.76	2,537.50	2,543.53	2,543.56	2,544.63	6.03	0.73	1.10	No
2350	69.82	2,537.33	2,543.54	2,543.56	2,544.00	6.21	0.56	0.46	No
2300	69.76	2,537.50	2,543.53	2,543.55	2,543.82	6.03	0.66	0.29	No
2250	69.82	2,537.00	2,543.52	2,543.54	2,544.00	6.52	0.69	0.48	No

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

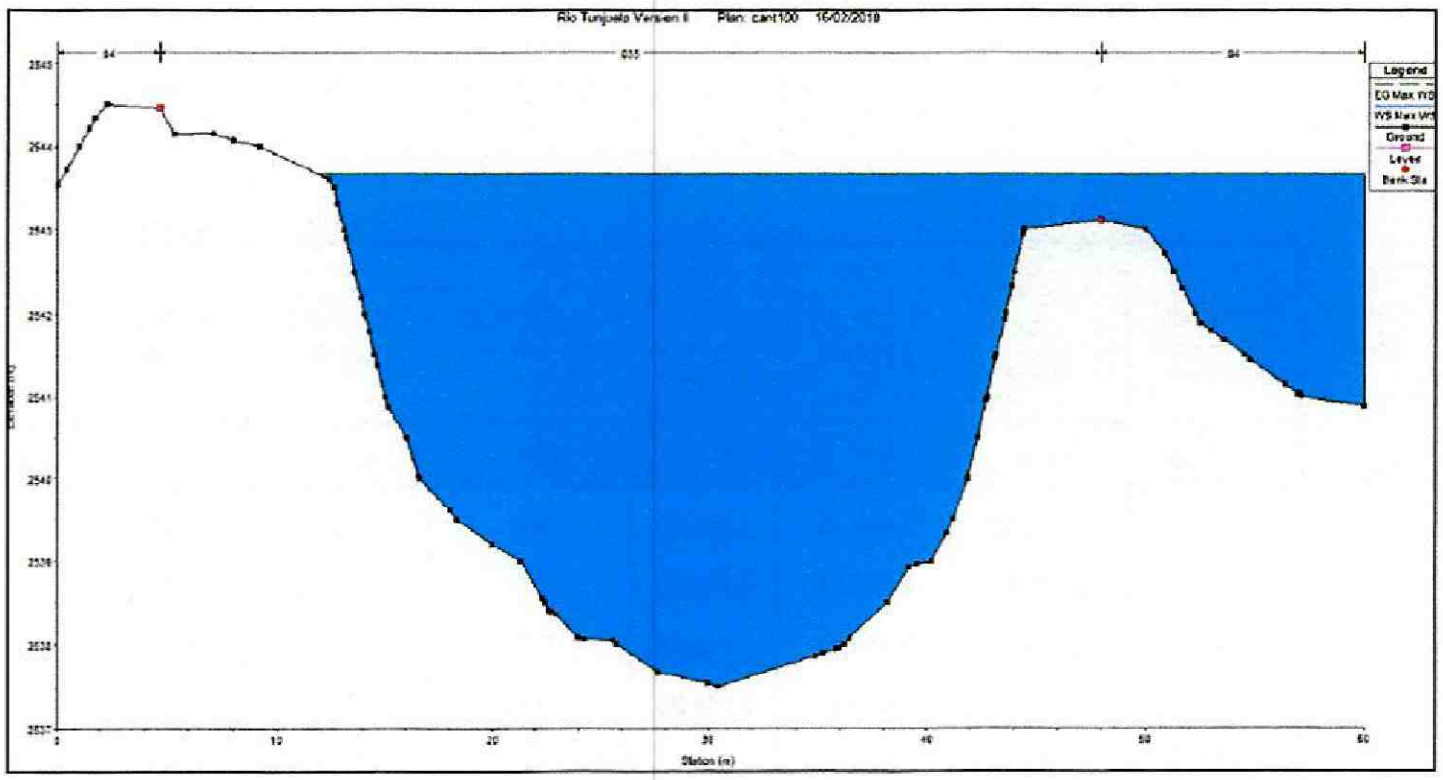
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
2200	69.82	2,537.50	2,543.52	2,543.54	2,545.00	6.02	0.6	1.48	No
2150	69.79	2,537.00	2,543.52	2,543.53	2,543.88	6.52	0.4	0.36	No
2099.999	69.79	2,537.50	2,543.52	2,543.53	2,545.50	6.02	0.51	1.98	No
2049.999	69.82	2,537.00	2,543.51	2,543.52	2,545.49	6.51	0.48	1.98	No
2000	69.82	2,537.54	2,543.51	2,543.52	2,544.00	5.96	0.58	0.49	No
1950	69.63	2,540.00	2,543.46	2,543.51	2,544.00	3.46	0.98	0.54	No
1900	69.69	2,538.21	2,543.47	2,543.50	2,544.00	5.26	0.68	0.53	No
1850	69.74	2,537.50	2,543.47	2,543.49	2,544.58	5.97	0.67	1.11	No
1799.999	69.74	2,537.00	2,543.47	2,543.49	2,545.54	6.47	0.5	2.07	No
1749.999	69.74	2,537.50	2,543.47	2,543.48	2,545.80	5.97	0.53	2.33	No
1699.999	69.74	2,537.00	2,543.46	2,543.48	2,545.15	6.46	0.56	1.69	No
1649.999	69.82	2,537.00	2,543.46	2,543.48	2,544.50	6.46	0.54	1.04	No
1599.999	69.74	2,537.00	2,543.46	2,543.47	2,544.00	6.46	0.53	0.54	No
1549.999	69.78	2,537.00	2,543.44	2,543.47	2,544.00	6.44	0.69	0.56	No
1500	69.74	2,537.00	2,543.45	2,543.46	2,543.50	6.44	0.56	0.05	No
1450	69.68	2,537.50	2,543.44	2,543.46	2,545.00	5.94	0.64	1.56	No
1400	69.78	2,537.00	2,543.43	2,543.45	2,546.41	6.43	0.56	2.98	No
1350	69.61	2,536.73	2,543.44	2,543.45	2,545.28	6.71	0.42	1.84	No
1299.999	69.68	2,537.50	2,543.43	2,543.44	2,545.81	5.93	0.51	2.38	No
1249.999	69.53	2,537.00	2,543.43	2,543.44	2,545.50	6.43	0.43	2.07	No
1200	69.61	2,537.50	2,543.42	2,543.44	2,545.00	5.92	0.53	1.58	No
1149.999	69.78	2,537.50	2,543.42	2,543.43	2,544.50	5.92	0.52	1.08	No
1099.999	69.68	2,537.16	2,543.41	2,543.43	2,545.43	6.24	0.64	2.02	No
1049.999	69.33	2,537.41	2,543.41	2,543.42	2,544.76	6	0.54	1.35	No
999.9997	69.43	2,537.00	2,543.40	2,543.42	2,544.50	6.4	0.52	1.10	No
949.9998	69.53	2,537.00	2,543.40	2,543.41	2,544.00	6.4	0.53	0.60	No
900	69.2	2,537.00	2,543.39	2,543.41	2,543.97	6.39	0.56	0.58	No
850.0001	69.07	2,537.00	2,543.39	2,543.40	2,543.97	6.39	0.53	0.58	No
799.9998	69.2	2,536.50	2,543.39	2,543.40	2,544.00	6.89	0.51	0.61	No
750	69.33	2,537.00	2,543.38	2,543.40	2,544.00	6.38	0.51	0.62	No
700	69.07	2,536.50	2,543.38	2,543.39	2,544.50	6.88	0.5	1.12	No
650	69.07	2,536.50	2,543.38	2,543.39	2,544.50	6.88	0.49	1.12	No

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. N°	Caudal (m³/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
599.9999	69.07	2,536.50	2,543.37	2,543.39	2,544.22	6.87	0.5	0.85	No
549.9998	67.66	2,537.45	2,543.37	2,543.38	2,544.00	5.92	0.52	0.63	No
500	67.92	2,536.50	2,543.36	2,543.38	2,544.00	6.86	0.5	0.64	No
450	69.73	2,537.00	2,543.36	2,543.37	2,544.00	6.36	0.54	0.64	No
399.9999	70.03	2,536.50	2,543.36	2,543.37	2,545.50	6.86	0.46	2.14	No
349.9998	69.62	2,536.50	2,543.36	2,543.37	2,545.00	6.86	0.44	1.64	No
299.9997	70.17	2,537.00	2,543.35	2,543.37	2,544.50	6.35	0.45	1.15	No
249.9998	69.21	2,536.50	2,543.35	2,543.36	2,544.00	6.85	0.48	0.65	No
199.9997	68.84	2,536.50	2,543.35	2,543.36	2,544.00	6.85	0.44	0.65	No
149.9998	67.38	2,536.50	2,543.34	2,543.36	2,544.00	6.84	0.48	0.66	No
99.99985	39.38	2,536.50	2,543.34	2,543.35	2,543.49	6.84	0.29	0.15	No
49.99991	**25.01**	**2,536.54**	**2,543.34**	**2,543.34**	**2,542.50**	**6.8**	**0.16**	**-0.84**	**SI**

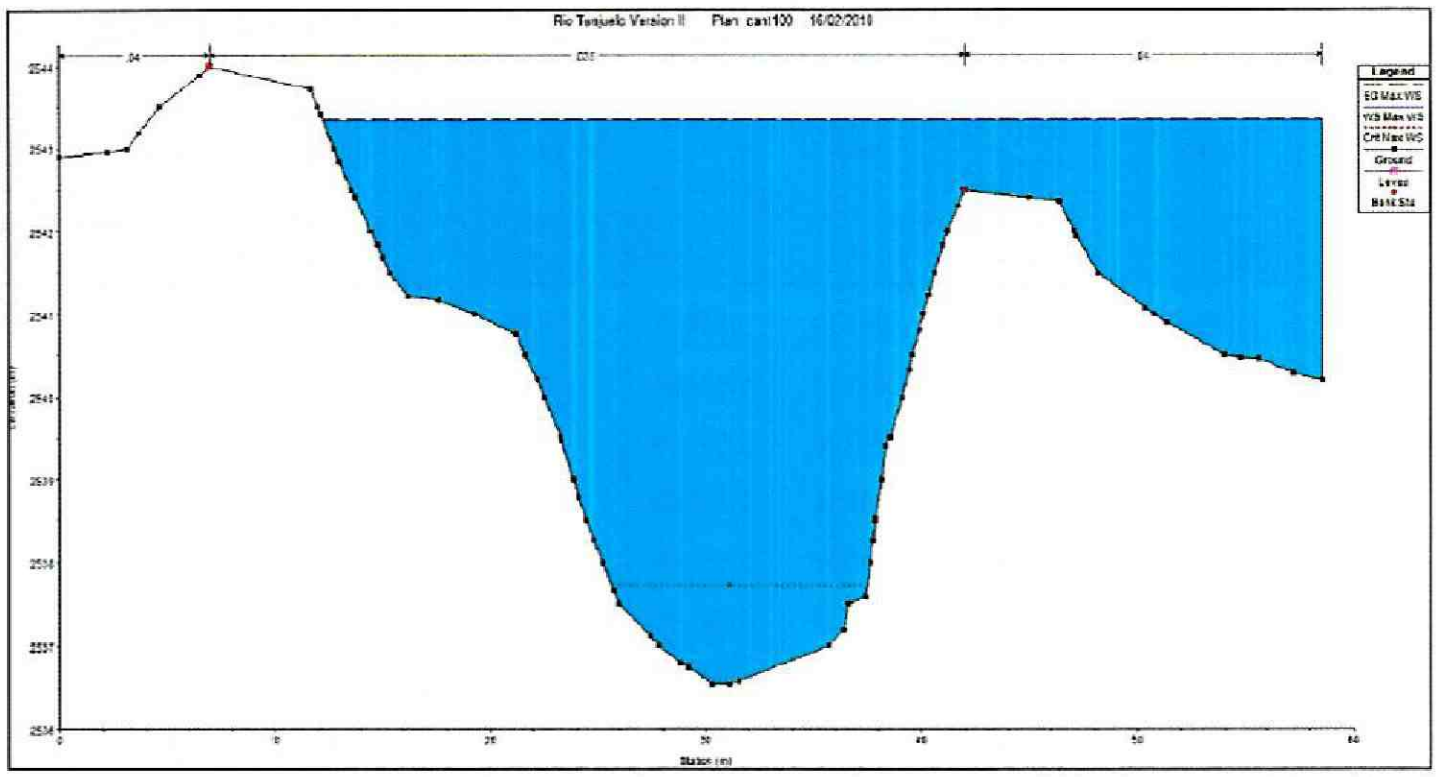
En las Figuras 16 y 17, se presentan las secciones transversales denominadas en el modelo No. 2950 y 49.99991 sobre el río Tunjuelo, donde se puede apreciar el desbordamiento del nivel del agua hacia la margen derecha del río que colinda con el predio del plan parcial de Campo Verde, según los resultados del modelo hidráulico en HEC-RAS.

Figura 16. Sección Transversal 2950 sobre el río Tunjuelo



Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Figura 17. Sección Transversal 49.99991 sobre el río Tunjuelo



ESCENARIO 8. *Hidrogramas estimados suponiendo la simultaneidad de eventos de lluvia extrema en la parte alta de la cuenca (centro de tormenta en el sitio de presa de la Regadera, con duración de 24 horas), con lluvias extremas en la parte media-baja (centro de tormentas en la zona de canteras, con duración de 6 horas). El período de retorno analizado para este escenario fue de 100 años. La condición de frontera corresponde al nivel de 100 años en el río Bogotá antes de su adecuación (2543.34), tomado del estudio de la Corporación Autónoma Regional (CAR), Monsalve, G., (2008).*

En la Tabla 11, se muestran los resultados en términos de niveles de agua para flujo no permanente de la corriente en condiciones actuales del río. Como se puede apreciar el nivel del agua sobre las secciones denominadas en el modelo No. 2950 y 49.99991, presentan desbordamientos hacia la margen derecha del Río Tunjuelo debido a que el cauce llegó a su capacidad máxima.

Tabla 11. Resultados de la modelación con el programa HEC-RAS. Escenario 8. Río Tunjuelo

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. N°	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
4000	73.73	2,539.00	2,543.80	2,543.85	2,545.00	4.8	0.92	1.20	No
3950	73.73	2,538.00	2,543.81	2,543.84	2,545.00	5.81	0.72	1.19	No
3900	73.74	2,538.05	2,543.81	2,543.83	2,545.66	5.75	0.7	1.85	No
3850	73.74	2,538.00	2,543.80	2,543.82	2,545.23	5.8	0.71	1.43	No
3799.999	73.72	2,538.50	2,543.77	2,543.81	2,544.70	5.27	0.89	0.93	No
3749.999	73.71	2,538.50	2,543.77	2,543.80	2,544.22	5.27	0.8	0.45	No

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. N°	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Caracteristicas Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
3699.999	73.73	2,538.50	2,543.76	2,543.80	2,545.00	5.26	0.79	1.24	No
3650	73.72	2,538.00	2,543.76	2,543.79	2,545.00	5.75	0.79	1.24	No
3599.999	73.73	2,538.00	2,543.75	2,543.78	2,545.00	5.75	0.77	1.25	No
3549.999	73.72	2,538.00	2,543.75	2,543.77	2,545.00	5.75	0.7	1.25	No
3500	73.73	2,538.14	2,543.73	2,543.77	2,544.50	5.59	0.78	0.77	No
3450	73.72	2,538.50	2,543.72	2,543.76	2,544.50	5.22	0.87	0.78	No
3400	73.73	2,538.50	2,543.71	2,543.75	2,544.98	5.21	0.84	1.27	No
3350	73.71	2,538.50	2,543.71	2,543.74	2,544.50	5.21	0.74	0.79	No
3300	73.72	2,538.50	2,543.70	2,543.73	2,544.48	5.2	0.77	0.78	No
3250	73.71	2,537.63	2,543.71	2,543.73	2,544.50	6.07	0.64	0.79	No
3200	73.71	2,537.79	2,543.69	2,543.72	2,544.50	5.9	0.73	0.81	No
3150	73.71	2,537.50	2,543.69	2,543.71	2,544.46	6.19	0.71	0.77	No
3100	73.7	2,537.50	2,543.68	2,543.71	2,544.00	6.18	0.75	0.32	No
3050	73.73	2,538.00	2,543.68	2,543.70	2,544.00	5.68	0.6	0.32	No
3000	73.73	2,538.00	2,543.68	2,543.70	2,544.00	5.68	0.59	0.32	No
2950	**73.7**	**2,537.50**	**2,543.68**	**2,543.69**	**2,543.11**	**6.18**	**0.43**	**-0.57**	**SI**
2899.999	73.72	2,538.50	2,543.67	2,543.69	2,544.00	5.17	0.67	0.33	No
2850	73.72	2,538.00	2,543.66	2,543.68	2,544.00	5.66	0.69	0.34	No
2800	73.69	2,538.00	2,543.64	2,543.67	2,543.99	5.64	0.8	0.35	No
2750	73.72	2,538.00	2,543.62	2,543.66	2,544.00	5.62	0.88	0.38	No
2700	73.72	2,537.80	2,543.57	2,543.64	2,544.50	5.77	1.2	0.93	No
2650	73.69	2,537.63	2,543.59	2,543.62	2,544.50	5.96	0.81	0.91	No
2600	73.7	2,537.50	2,543.59	2,543.62	2,544.96	6.09	0.67	1.37	No
2549.999	73.68	2,537.50	2,543.58	2,543.61	2,545.00	6.08	0.65	1.42	No
2499.999	73.71	2,537.37	2,543.57	2,543.60	2,545.00	6.2	0.62	1.43	No
2449.999	73.71	2,537.00	2,543.57	2,543.59	2,544.99	6.57	0.68	1.42	No
2399.999	73.67	2,537.50	2,543.55	2,543.58	2,544.63	6.05	0.77	1.08	No
2350	73.71	2,537.33	2,543.56	2,543.58	2,544.00	6.23	0.59	0.44	No
2300	73.68	2,537.50	2,543.55	2,543.57	2,543.82	6.05	0.69	0.27	No
2250	73.72	2,537.00	2,543.54	2,543.56	2,544.00	6.54	0.73	0.46	No
2200	73.72	2,537.50	2,543.54	2,543.56	2,545.00	6.04	0.63	1.46	No
2150	73.67	2,537.00	2,543.54	2,543.55	2,543.88	6.54	0.42	0.34	No

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

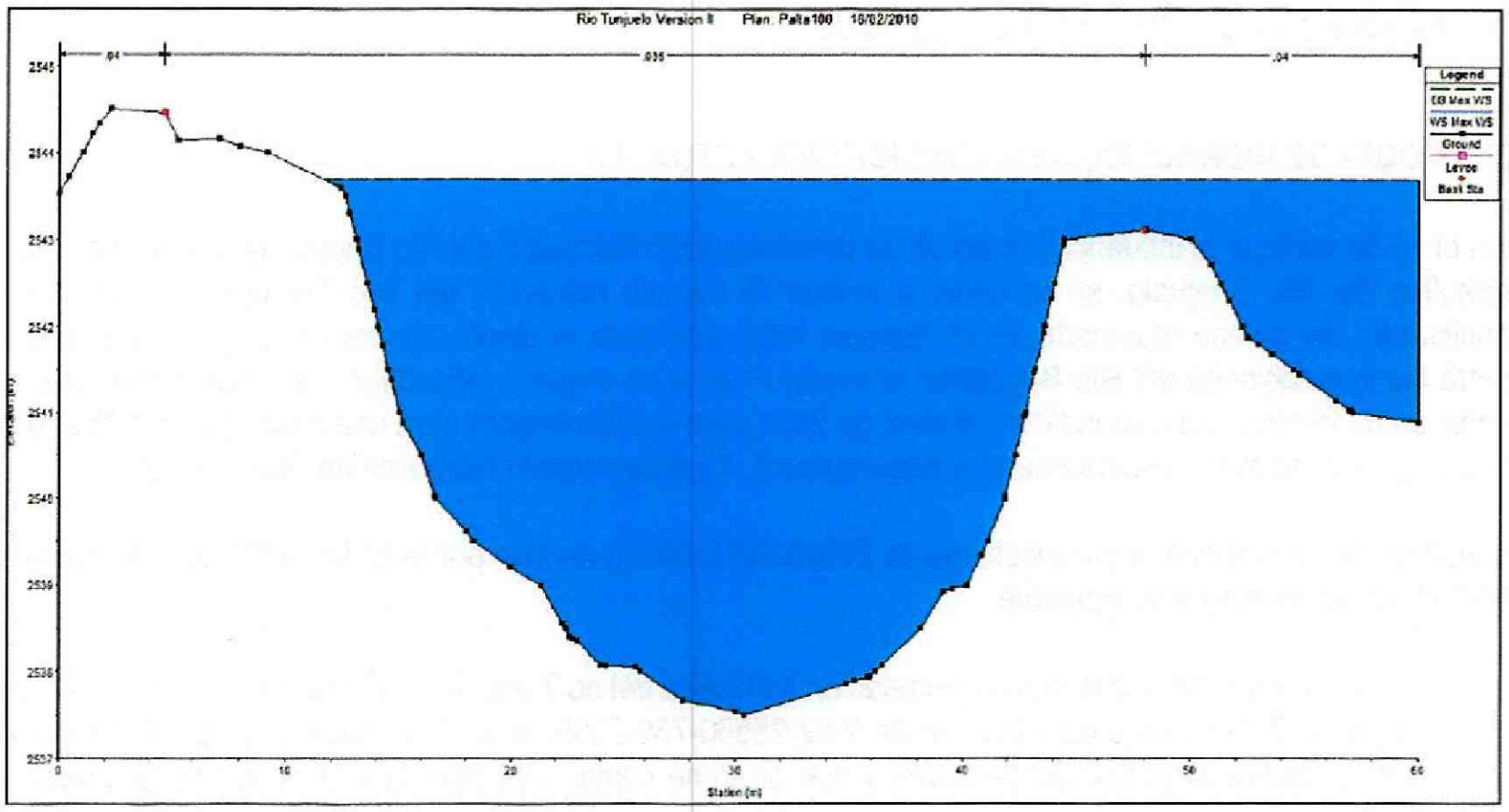
RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m³/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
2099.999	73.7	2,537.50	2,543.53	2,543.55	2,545.50	6.03	0.54	1.97	No
2049.999	73.69	2,537.00	2,543.53	2,543.54	2,545.49	6.53	0.5	1.96	No
2000	73.7	2,537.54	2,543.52	2,543.54	2,544.00	5.98	0.61	0.48	No
1950	73.7	2,540.00	2,543.48	2,543.53	2,544.00	3.48	1.04	0.52	No
1900	73.66	2,538.21	2,543.49	2,543.51	2,544.00	5.28	0.65	0.51	No
1850	73.69	2,537.50	2,543.48	2,543.51	2,544.58	5.98	0.7	1.10	No
1799.999	73.7	2,537.00	2,543.49	2,543.50	2,545.54	6.49	0.53	2.05	No
1749.999	73.71	2,537.50	2,543.48	2,543.50	2,545.80	5.98	0.56	2.32	No
1699.999	73.68	2,537.00	2,543.48	2,543.49	2,545.15	6.47	0.59	1.67	No
1649.999	73.69	2,537.00	2,543.47	2,543.49	2,544.50	6.47	0.57	1.03	No
1599.999	73.7	2,537.00	2,543.47	2,543.49	2,544.00	6.47	0.56	0.53	No
1549.999	73.7	2,537.00	2,543.45	2,543.48	2,544.00	6.45	0.73	0.55	No
1500	73.66	2,537.00	2,543.46	2,543.47	2,543.50	6.46	0.59	0.04	No
1450	73.71	2,537.50	2,543.45	2,543.47	2,545.00	5.95	0.67	1.55	No
1400	73.63	2,537.00	2,543.44	2,543.46	2,546.41	6.44	0.59	2.97	No
1350	73.67	2,536.73	2,543.45	2,543.46	2,545.28	6.72	0.44	1.83	No
1299.999	73.62	2,537.50	2,543.44	2,543.46	2,545.81	5.94	0.53	2.37	No
1249.999	73.69	2,537.00	2,543.44	2,543.45	2,545.50	6.44	0.46	2.06	No
1200	73.63	2,537.50	2,543.43	2,543.45	2,545.00	5.93	0.56	1.57	No
1149.999	73.6	2,537.50	2,543.43	2,543.44	2,544.50	5.93	0.55	1.07	No
1099.999	73.71	2,537.16	2,543.41	2,543.44	2,545.43	6.25	0.68	2.02	No
1049.999	73.71	2,537.41	2,543.41	2,543.43	2,544.76	6	0.57	1.35	No
999.9997	73.66	2,537.00	2,543.41	2,543.43	2,544.50	6.41	0.56	1.09	No
949.9998	73.67	2,537.00	2,543.40	2,543.42	2,544.00	6.4	0.56	0.60	No
900	73.65	2,537.00	2,543.40	2,543.42	2,543.97	6.4	0.59	0.57	No
850.0001	73.5	2,537.00	2,543.39	2,543.41	2,543.97	6.39	0.57	0.58	No
799.9998	73.6	2,536.50	2,543.39	2,543.41	2,544.00	6.89	0.55	0.61	No
750	73.52	2,537.00	2,543.39	2,543.40	2,544.00	6.39	0.54	0.61	No
700	73.65	2,536.50	2,543.38	2,543.40	2,544.50	6.88	0.53	1.12	No
650	73.6	2,536.50	2,543.38	2,543.39	2,544.50	6.88	0.53	1.12	No
599.9999	73.44	2,536.50	2,543.38	2,543.39	2,544.22	6.88	0.53	0.84	No
549.9998	73.41	2,537.45	2,543.37	2,543.39	2,544.00	5.92	0.57	0.63	No

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
500	73.64	2,536.50	2,543.37	2,543.38	2,544.00	6.87	0.55	0.63	No
450	73.92	2,537.00	2,543.36	2,543.38	2,544.00	6.36	0.57	0.64	No
399.9999	73.42	2,536.50	2,543.36	2,543.37	2,545.50	6.86	0.48	2.14	No
349.9998	73.62	2,536.50	2,543.36	2,543.37	2,545.00	6.86	0.47	1.64	No
299.9997	73.33	2,537.00	2,543.36	2,543.37	2,544.50	6.35	0.47	1.14	No
249.9998	73.11	2,536.50	2,543.35	2,543.37	2,544.00	6.85	0.5	0.65	No
199.9997	73.05	2,536.50	2,543.35	2,543.36	2,544.00	6.85	0.46	0.65	No
149.9998	73.31	2,536.50	2,543.35	2,543.36	2,544.00	6.84	0.52	0.65	No
99.99985	60.67	2,536.50	2,543.34	2,543.35	2,543.49	6.84	0.45	0.15	No
49.99991	**25.01**	**2,536.54**	**2,543.34**	**2,543.34**	**2,542.50**	**6.8**	**0.16**	**-0.84**	**SI**

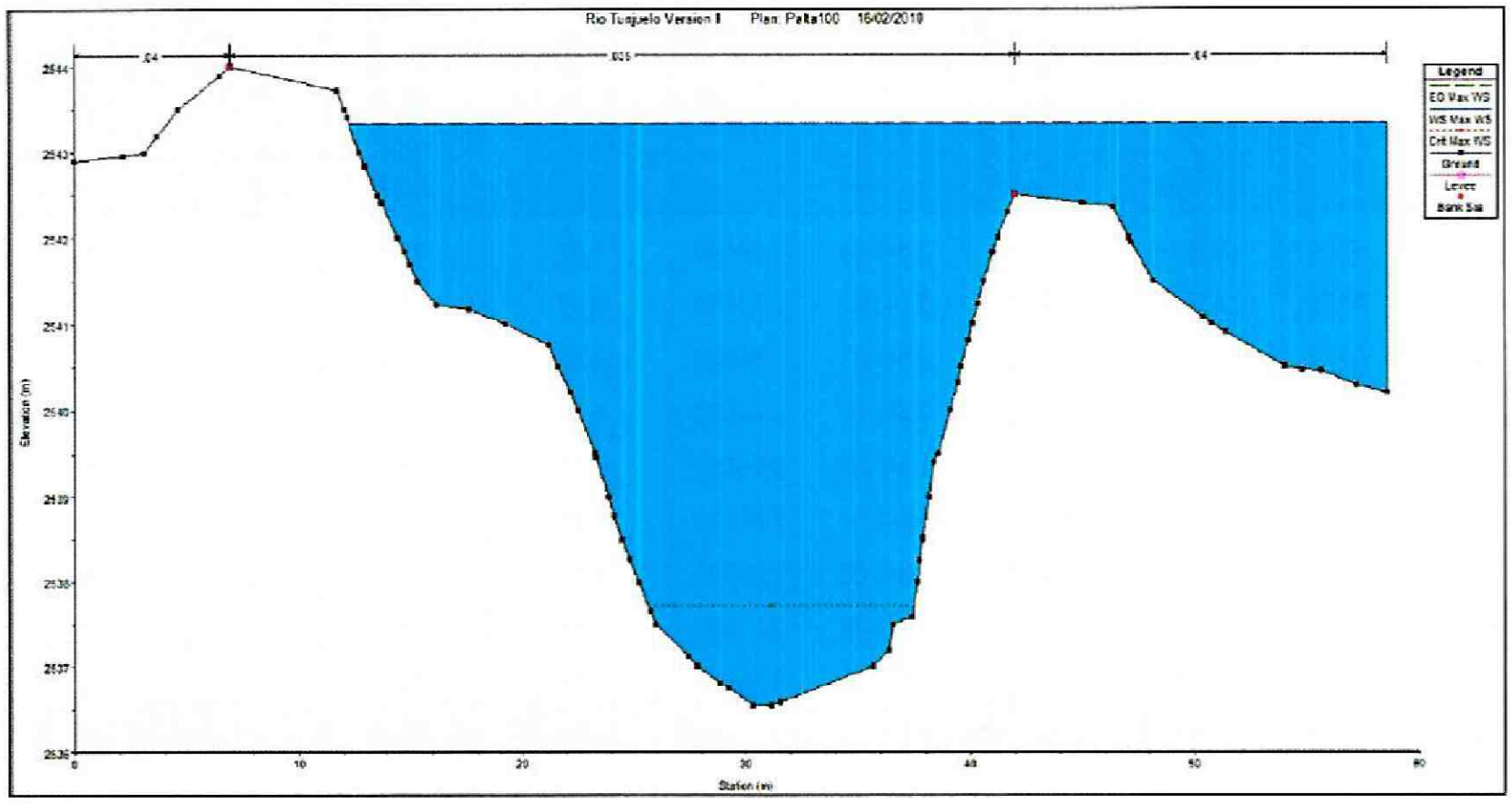
En las Figuras 18 y 19, se presenta las secciones transversales denominadas en el modelo No. 2950 y 49.99991 sobre el río Tunjuelo, donde se puede apreciar el desbordamiento del nivel del agua hacia la margen derecha del río que colinda con el predio del plan parcial de Campo Verde, resultados según el modelo hidráulico en HEC-RAS.

Figura 18. Sección Transversal 2950 sobre río Tunjuelo



Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Figura 19. Sección Transversal 49.99991 sobre el río Tunjuelo



De acuerdo con los resultados obtenidos para los escenarios 3, 4 y 8 del estudio "Modelación hidráulica para las cuencas de los Ríos Tunjuelo y Fucha en las condiciones actuales" desarrollado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P en condiciones actuales del Río Tunjuelo sin tener en cuenta la adecuación hidráulica del Río Bogotá se presentan dos sitios de desborde, uno aguas abajo aproximadamente 500 m del sector colindante con el Plan Parcial Campo Verde y otro aproximadamente 1 Km aguas arriba del Plan Parcial. En general en el tramo estudiado se presentan bordes libres de 1 m aproximadamente, pero se nota que existen secciones transversales con jarillones bajos en la margen derecha, en la zona del plan parcial Campo Verde.

7.2.3 MODELOS HIDRÁULICOS EN CONDICIONES ACTUALES

Con el fin de verificar la influencia de las obras de adecuación hidráulica del Río Bogotá en el comportamiento hidráulico del Río Tunjuelo, se procedió a revisar el modelo hidráulico del Río Tunjuelo con las nuevas condiciones del diseño planteado en el "Estudio hidráulico para el diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del Río Bogotá en el sector Puente La Virgen – Alicachín", tomando como base una condición de frontera correspondiente al nivel de 2541.54m del Río Bogotá para una creciente de 100 años en el río Bogotá para ser incorporada en los Escenarios 3, 4 y 8 del modelo hidráulico del Río Tunjuelo.

Lo anterior se ratifica con el pronunciamiento 25510-2016-00363 emitido por la EAB – ESP de 4 de Marzo de 2016 donde se menciona lo siguiente:

> "...Con respecto al estudio de modelación hidráulica del rio Tunjuelo, elaborado por la firma IHT Ltda. para la EAB como parte del contrato 2-02-25500-739-2009, el cual fue remitido a IDIGER en el año 2012 (radicado 25510-2012-01369) y que se tome como base para la evaluación de amenaza por

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

inundación del Plan Parcial Campo Verde, es necesario precisar que los resultados y conclusiones de la modelación hidráulica realizada en dicho momento consideraban una condición de frontera en la descarga al Río Bogotá correspondiente a la situación del rio previo a las obras de adecuación hidráulica del mismo (Nivel de los 100 años = 2543,34 msnm). En dicha condición se generaba un desborde del rio Tunjuelo hacia los predios de Bosa en el tramo próximo al rio Bogotá y en un sector puntual localizado en la abscisa K2+950, donde el jarillón presentaba un punto bajo.

A partir del año 2012 la CAR viene ejecutando las obras de adecuación hidráulica del rio Bogotá, las cuales a la fecha se encuentran terminadas en un tramo de 52,5 km, entre las compuertas de Alicachín y et cruce de la Calle 80, con lo cual es posible afirmar que las condiciones de frontera actuales son diferentes a las consideradas en el estudio de IHT Ltda. De acuerdo con los diseños hidráulicos de las obras de adecuación del rio Bogotá, remitidos a la EAB por la CAR durante la ejecución del proyecto, el nivel de los 100 años en el sitio de descarga del rio Tunjuelo, producto de una mejor capacidad hidráulica, sería de 2541,54 msnm (1,8 m por debajo del considerado en su momento por IHT Ltda.)

De acuerdo con lo anterior, hemos actualizado el modelo hidráulico del rio Tunjuelo generado por IHT Ltda., para considerar la nueva condición de descarga al rio Bogotá, manteniendo el mismo escenario hidrológico critico que se consideró en dicha momento (hidrogramas de creciente estimados suponiendo la simultaneidad de eventos de lluvia en la parte alta de la cuenca, con periodo de retorno de 100 años).

Al considerar la nueva condición hidráulica del Río Bogotá, que genera una reducción significativa en los niveles de flujo del rio Tunjuelo, la creciente con periodo de retorno de 100 años es contenida por los jarillones sin producir desborde hacia los predios colindantes. En el tramo aferente al Plan Parcial Campo Verde el borde libre entre el nivel de agua y la corona del jarillón es superior a 1 m en todo el tramo, con excepción del punto bajo localizado en el K2+950 (450 m aguas abajo del límite del Plan Parcial), donde el borde libre es de 40 cm. Como soporte de lo presentado, adjuntamos los archivos de modelación hidráulica del Rio Tunjuelo con las condiciones descritas, en formato HEC-RAS..."

A continuación se presentan los resultados de las modelaciones para los escenarios 3, 4 y 8 del modelo hidráulico del Río Tunjuelo incorporando los resultados del diseño del modelo hidráulico de la CAR

ESCENARIO 3. *Hidrogramas generados a partir de una tormenta a lo largo de la cuenca, con centro de tormenta en la subcuenca de la quebrada Chiguaza. La precipitación total aguas arriba del embalse de cantarrana. El periodo de retorno analizado es 100 años, con una condición de frontera corresponde al nivel de 100 años en el río Bogotá después de la adecuación (2541.54), tomado del "Estudio hidráulico para el diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del río Bogotá en el sector Puente La Virgen – Alicachín.".*

En la Tabla 12, se muestran los resultados en términos de niveles de agua para flujo no permanente de la corriente en condiciones actuales de los Ríos Bogotá y Tunjuelo para una creciente de 100 años para el Escenario 3. Como se puede apreciar el nivel del agua sobre las secciones denominadas en el modelo No. 2950 y 49.99991 ya no presentan desbordamientos.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Tabla 12. Resultados de la modelación con el programa HEC-RAS. Escenario 3. Río Tunjuelo

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
4000	57.52	2,539.00	2,542.66	2,542.72	2,545.00	3.6600	1.05	2.34	No
3950	57.53	2,538.00	2,542.67	2,542.70	2,545.00	4.6700	0.77	2.33	No
3900	57.52	2,538.05	2,542.66	2,542.69	2,545.66	4.6100	0.74	3.00	No
3850	57.52	2,538.00	2,542.65	2,542.68	2,545.23	4.6500	0.75	2.58	No
3799.999	57.51	2,538.50	2,542.62	2,542.67	2,544.70	4.1200	1.02	2.08	No
3749.999	57.53	2,538.50	2,542.61	2,542.65	2,544.22	4.1100	0.89	1.61	No
3699.999	57.52	2,538.50	2,542.60	2,542.64	2,545.00	4.1000	0.89	2.40	No
3650	57.52	2,538.00	2,542.58	2,542.62	2,545.00	4.5800	0.89	2.42	No
3599.999	57.52	2,538.00	2,542.57	2,542.61	2,545.00	4.5700	0.86	2.43	No
3549.999	57.52	2,538.00	2,542.57	2,542.60	2,545.00	4.5700	0.76	2.43	No
3500	57.52	2,538.14	2,542.55	2,542.59	2,544.50	4.4100	0.86	1.95	No
3450	57.51	2,538.50	2,542.53	2,542.58	2,544.50	4.0300	0.98	1.97	No
3400	57.52	2,538.50	2,542.51	2,542.56	2,544.98	4.0100	0.94	2.47	No
3350	57.52	2,538.50	2,542.51	2,542.55	2,544.50	4.0100	0.82	1.99	No
3300	57.52	2,538.50	2,542.50	2,542.53	2,544.48	4.0000	0.88	1.98	No
3250	57.51	2,537.63	2,542.50	2,542.52	2,544.50	4.8700	0.68	2.00	No
3200	57.52	2,537.79	2,542.48	2,542.52	2,544.50	4.6900	0.83	2.02	No
3150	57.52	2,537.50	2,542.47	2,542.51	2,544.46	4.9700	0.79	1.99	No
3100	57.51	2,537.50	2,542.46	2,542.50	2,544.00	4.9600	0.84	1.54	No
3050	57.51	2,538.00	2,542.47	2,542.49	2,544.00	4.4700	0.63	1.53	No
3000	57.51	2,538.00	2,542.46	2,542.48	2,544.00	4.4600	0.63	1.54	No
2950	57.52	2,537.50	2,542.46	2,542.48	2,543.11	4.9600	0.52	**0.65**	No
2899.999	57.51	2,538.50	2,542.44	2,542.47	2,544.00	3.9400	0.81	1.56	No
2850	57.51	2,538.00	2,542.43	2,542.46	2,544.00	4.4200	0.79	1.57	No
2800	57.51	2,538.00	2,542.40	2,542.45	2,543.99	4.4000	0.92	1.59	No
2750	57.51	2,538.00	2,542.36	2,542.42	2,544.00	4.3600	1.09	1.64	No
2700	57.51	2,537.80	2,542.25	2,542.38	2,544.50	4.4500	1.58	2.25	No
2650	57.51	2,537.63	2,542.29	2,542.34	2,544.50	4.6600	0.99	2.21	No
2600	57.51	2,537.50	2,542.28	2,542.32	2,544.96	4.7800	0.92	2.68	No
2549.999	57.51	2,537.50	2,542.26	2,542.30	2,545.00	4.7600	0.97	2.74	No
2499.999	57.51	2,537.37	2,542.24	2,542.29	2,545.00	4.8700	0.91	2.76	No

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
2449.999	57.51	2,537.00	2,542.24	2,542.27	2,544.99	5.2400	0.78	2.75	No
2399.999	57.51	2,537.50	2,542.21	2,542.26	2,544.63	4.7100	0.94	2.42	No
2350	57.51	2,537.33	2,542.22	2,542.25	2,544.00	4.8900	0.7	1.78	No
2300	57.51	2,537.50	2,542.19	2,542.23	2,543.82	4.6900	0.88	1.63	No
2250	57.5	2,537.00	2,542.18	2,542.22	2,544.00	5.1800	0.9	1.82	No
2200	57.51	2,537.50	2,542.18	2,542.20	2,545.00	4.6800	0.75	2.82	No
2150	57.51	2,537.00	2,542.18	2,542.20	2,543.88	5.1800	0.58	1.70	No
2099.999	57.5	2,537.50	2,542.16	2,542.19	2,545.50	4.6600	0.73	3.34	No
2049.999	57.5	2,537.00	2,542.16	2,542.18	2,545.49	5.1600	0.65	3.33	No
2000	57.49	2,537.54	2,542.15	2,542.18	2,544.00	4.6100	0.71	1.85	No
1950	57.5	2,540.00	2,541.86	2,542.10	2,544.00	1.8600	2.17	2.14	No
1900	57.5	2,538.21	2,541.89	2,541.94	2,544.00	3.6800	1.01	2.11	No
1850	57.5	2,537.50	2,541.88	2,541.92	2,544.58	4.3800	0.91	2.70	No
1799.999	57.5	2,537.00	2,541.89	2,541.91	2,545.54	4.8900	0.62	3.65	No
1749.999	57.51	2,537.50	2,541.88	2,541.91	2,545.80	4.3800	0.67	3.92	No
1699.999	57.51	2,537.00	2,541.87	2,541.90	2,545.15	4.8700	0.7	3.28	No
1649.999	57.5	2,537.00	2,541.87	2,541.89	2,544.50	4.8700	0.68	2.63	No
1599.999	57.51	2,537.00	2,541.86	2,541.88	2,544.00	4.8600	0.71	2.14	No
1549.999	57.5	2,537.00	2,541.82	2,541.87	2,544.00	4.8200	0.99	2.18	No
1500	57.49	2,537.00	2,541.82	2,541.86	2,543.50	4.8200	0.78	1.68	No
1450	57.5	2,537.50	2,541.80	2,541.84	2,545.00	4.3000	0.93	3.20	No
1400	57.49	2,537.00	2,541.80	2,541.83	2,546.41	4.8000	0.77	4.61	No
1350	57.5	2,536.73	2,541.80	2,541.82	2,545.28	5.0700	0.63	3.48	No
1299.999	57.5	2,537.50	2,541.78	2,541.81	2,545.81	4.2800	0.8	4.03	No
1249.999	57.48	2,537.00	2,541.78	2,541.80	2,545.50	4.7800	0.66	3.72	No
1200	57.46	2,537.50	2,541.75	2,541.79	2,545.00	4.2500	0.9	3.25	No
1149.999	57.49	2,537.50	2,541.75	2,541.78	2,544.50	4.2500	0.78	2.75	No
1099.999	57.5	2,537.16	2,541.72	2,541.77	2,545.43	4.5600	0.97	3.71	No
1049.999	57.5	2,537.41	2,541.70	2,541.75	2,544.76	4.2900	0.93	3.06	No
999.9997	57.49	2,537.00	2,541.70	2,541.73	2,544.50	4.7000	0.84	2.80	No
949.9998	57.5	2,537.00	2,541.69	2,541.72	2,544.00	4.6900	0.79	2.31	No
900	57.5	2,537.00	2,541.68	2,541.71	2,543.97	4.6800	0.83	2.29	No

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. N°	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
850.0001	57.48	2,537.00	2,541.67	2,541.70	2,543.97	4.6700	0.78	2.30	No
799.9998	57.48	2,536.50	2,541.67	2,541.69	2,544.00	5.1600	0.75	2.33	No
750	57.51	2,537.00	2,541.65	2,541.69	2,544.00	4.6500	0.77	2.35	No
700	57.49	2,536.50	2,541.64	2,541.67	2,544.50	5.1400	0.8	2.86	No
650	57.47	2,536.50	2,541.64	2,541.66	2,544.50	5.1400	0.7	2.86	No
599.9999	57.48	2,536.50	2,541.63	2,541.66	2,544.22	5.1300	0.71	2.59	No
549.9998	57.49	2,537.45	2,541.61	2,541.65	2,544.00	4.1600	0.79	2.39	No
500	57.49	2,536.50	2,541.61	2,541.64	2,544.00	5.1100	0.69	2.39	No
450	57.44	2,537.00	2,541.60	2,541.63	2,544.00	4.6000	0.74	2.40	No
399.9999	57.44	2,536.50	2,541.60	2,541.62	2,545.50	5.1000	0.59	3.90	No
349.9998	57.44	2,536.50	2,541.59	2,541.61	2,545.00	5.0900	0.66	3.41	No
299.9997	57.48	2,537.00	2,541.58	2,541.61	2,544.50	4.5800	0.67	2.92	No
249.9998	57.44	2,536.50	2,541.57	2,541.60	2,544.00	5.0700	0.71	2.43	No
199.9997	57.5	2,536.50	2,541.58	2,541.59	2,544.00	5.0800	0.6	2.42	No
149.9998	57.49	2,536.50	2,541.57	2,541.59	2,544.00	5.0700	0.66	2.43	No
99.99985	57.45	2,536.50	2,541.56	2,541.58	2,543.49	5.0600	0.69	1.93	No
49.99991	26.06	2,536.54	2,541.54	2,541.55	2,542.50	5.0000	0.36	**0.96**	No

En las Figuras 20 y 21, se presenta las secciones transversales denominada en el modelo No. 2950 y 49.99991 sobre el río Tunjuelo, al considerar la nueva condición de frontera en la sección transversal K0+000, existe una reducción considerable de los niveles de la superficie del agua sobre el río Tunjuelo para un periodo de retorno de 100 años, la cual es contenida por los jarillones sin tener desbordamiento en la margen derecha del río que colinda con el predio del plan parcial de Campo Verde, resultados según el modelo hidráulico en HEC-RAS.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Figura 20. Sección Transversal 2950 sobre el río Tunjuelo. Borde Libre 0.65m

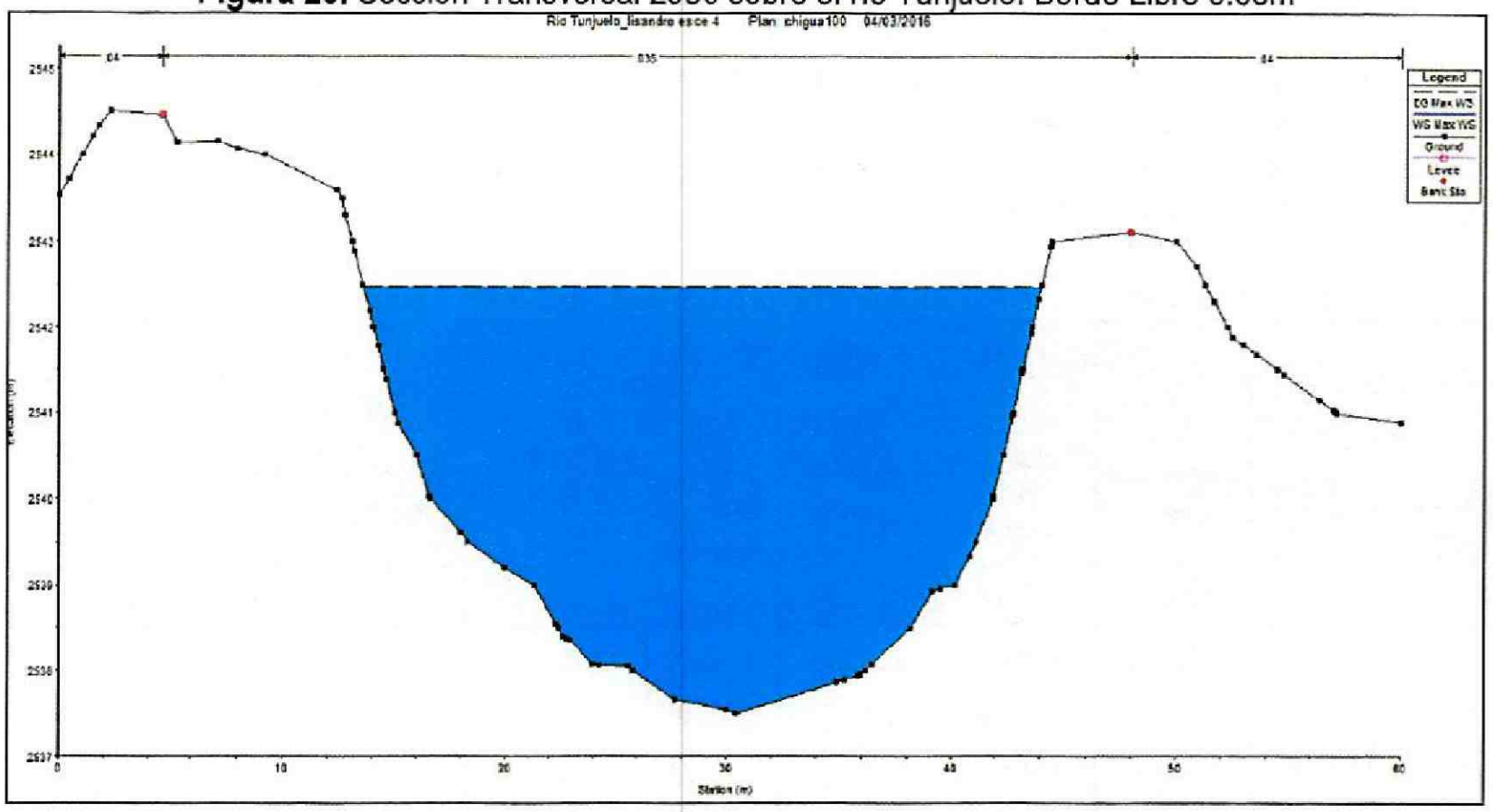
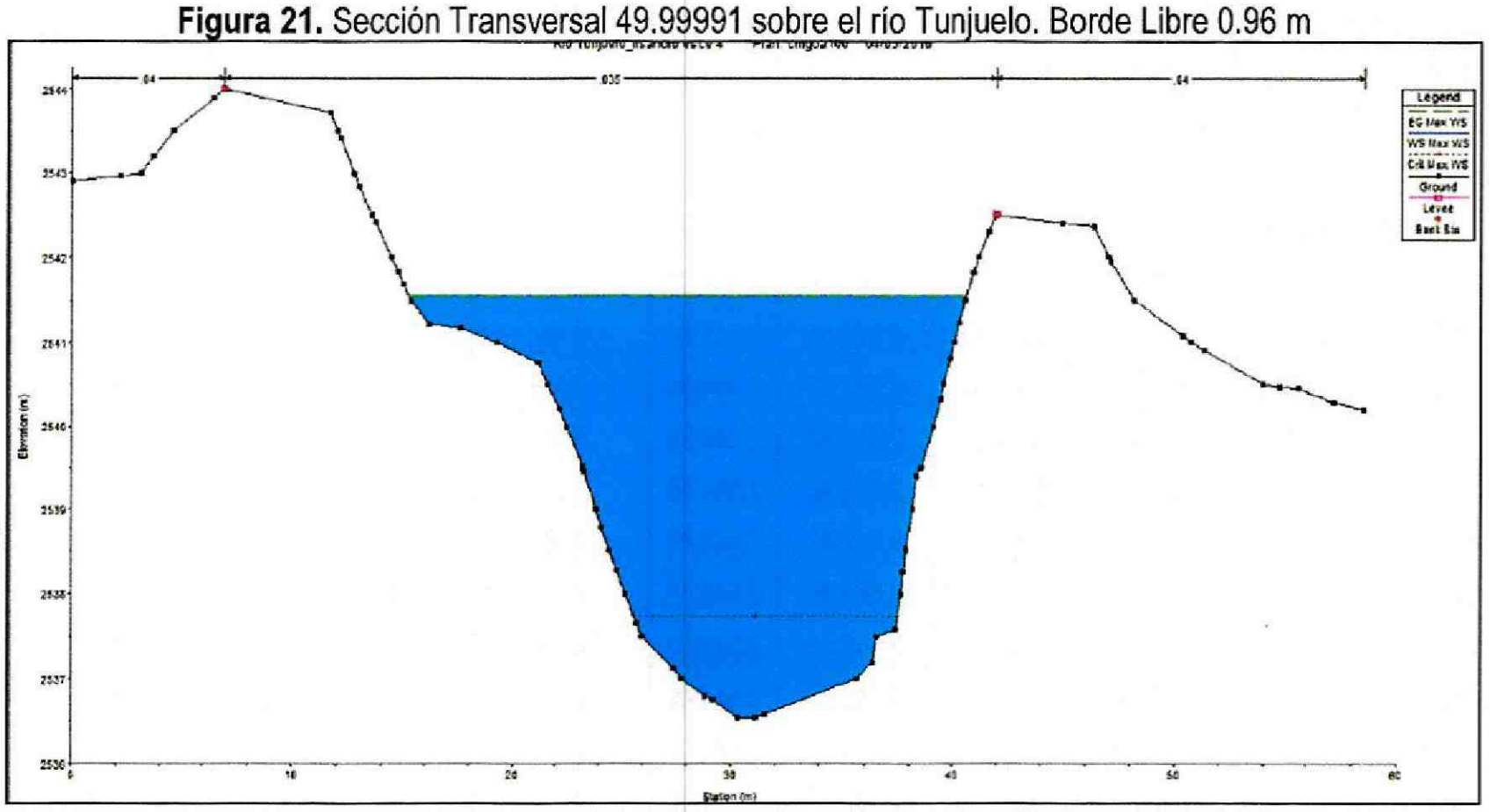


Figura 21. Sección Transversal 49.99991 sobre el río Tunjuelo. Borde Libre 0.96 m



ESCENARIO 4: *Corresponde los hidrogramas de caudal obtenidos a partir de la condición 2 del estudio realizado por HMV INGENIEROS, con centro de tormentas en la zona de canteras. La precipitación total aguas arriba del embalse de cantarrana se analiza igual que en los escenarios anteriores. El período de retorno analizado para este escenario fue de 100 años. La condición de frontera corresponde al nivel de 100*

años en el río Bogotá después de la adecuación (2541.54), tomado del "Estudio hidráulico para el diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del río Bogotá en el sector Puente La Virgen – Alicachín."

En la Tabla 13, se muestran los resultados en términos de niveles de agua para flujo no permanente de la corriente en condiciones actuales de los Ríos Bogotá y Tunjuelo para una creciente de 100 años para el Escenario 4. Como se puede apreciar el nivel del agua sobre las secciones denominadas en el modelo No. 2950 y 49.99991 ya no presentan desbordamientos.

Tabla 13. Resultados de la modelación con el programa HEC-RAS. Escenario 4. Río Tunjuelo

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
4000	54.84	2,539.00	2,542.59	2,542.65	2,545.00	3.59	1.03	2.41	No
3950	54.83	2,538.00	2,542.60	2,542.63	2,545.00	4.60	0.75	2.40	No
3900	54.84	2,538.05	2,542.60	2,542.62	2,545.66	4.54	0.72	3.06	No
3850	54.84	2,538.00	2,542.59	2,542.61	2,545.23	4.59	0.73	2.64	No
3799.999	54.84	2,538.50	2,542.55	2,542.60	2,544.70	4.05	0.99	2.15	No
3749.999	54.85	2,538.50	2,542.55	2,542.58	2,544.22	4.04	0.87	1.67	No
3699.999	54.84	2,538.50	2,542.53	2,542.57	2,545.00	4.03	0.86	2.47	No
3650	54.84	2,538.00	2,542.52	2,542.56	2,545.00	4.52	0.87	2.48	No
3599.999	54.84	2,538.00	2,542.51	2,542.55	2,545.00	4.51	0.83	2.49	No
3549.999	54.84	2,538.00	2,542.51	2,542.54	2,545.00	4.51	0.74	2.49	No
3500	54.84	2,538.14	2,542.49	2,542.53	2,544.50	4.35	0.84	2.01	No
3450	54.84	2,538.50	2,542.47	2,542.51	2,544.50	3.96	0.96	2.03	No
3400	54.84	2,538.50	2,542.45	2,542.50	2,544.98	3.95	0.92	2.53	No
3350	54.84	2,538.50	2,542.45	2,542.48	2,544.50	3.95	0.79	2.05	No
3300	54.84	2,538.50	2,542.43	2,542.47	2,544.48	3.93	0.85	2.05	No
3250	54.84	2,537.63	2,542.44	2,542.46	2,544.50	4.81	0.66	2.06	No
3200	54.84	2,537.79	2,542.42	2,542.45	2,544.50	4.63	0.81	2.08	No
3150	54.84	2,537.50	2,542.41	2,542.44	2,544.46	4.91	0.76	2.05	No
3100	54.84	2,537.50	2,542.40	2,542.43	2,544.00	4.90	0.82	1.60	No
3050	54.84	2,538.00	2,542.41	2,542.43	2,544.00	4.41	0.61	1.59	No
3000	54.84	2,538.00	2,542.40	2,542.42	2,544.00	4.40	0.61	1.60	No
2950	54.84	2,537.50	2,542.40	2,542.42	2,543.11	4.90	0.51	**0.71**	No
2899.999	54.83	2,538.50	2,542.38	2,542.41	2,544.00	3.88	0.79	1.62	No
2850	54.84	2,538.00	2,542.37	2,542.40	2,544.00	4.37	0.77	1.63	No
2800	54.83	2,538.00	2,542.34	2,542.39	2,543.99	4.34	0.90	1.65	No
2750	54.83	2,538.00	2,542.31	2,542.37	2,544.00	4.31	1.06	1.69	No

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. N°	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
2700	54.83	2,537.80	2,542.20	2,542.32	2,544.50	4.40	1.53	2.30	No
2650	54.83	2,537.63	2,542.24	2,542.28	2,544.50	4.61	0.96	2.26	No
2600	54.84	2,537.50	2,542.23	2,542.27	2,544.96	4.73	0.89	2.73	No
2549.999	54.83	2,537.50	2,542.21	2,542.25	2,545.00	4.71	0.94	2.79	No
2499.999	54.83	2,537.37	2,542.19	2,542.23	2,545.00	4.82	0.88	2.81	No
2449.999	54.84	2,537.00	2,542.19	2,542.22	2,544.99	5.19	0.76	2.80	No
2399.999	54.83	2,537.50	2,542.17	2,542.21	2,544.63	4.67	0.92	2.46	No
2350	54.82	2,537.33	2,542.17	2,542.20	2,544.00	4.84	0.68	1.83	No
2300	54.83	2,537.50	2,542.15	2,542.19	2,543.82	4.65	0.85	1.67	No
2250	54.83	2,537.00	2,542.13	2,542.17	2,544.00	5.13	0.87	1.87	No
2200	54.83	2,537.50	2,542.13	2,542.16	2,545.00	4.63	0.73	2.87	No
2150	54.82	2,537.00	2,542.13	2,542.15	2,543.88	5.13	0.56	1.75	No
2099.999	54.83	2,537.50	2,542.12	2,542.14	2,545.50	4.62	0.71	3.38	No
2049.999	54.83	2,537.00	2,542.12	2,542.14	2,545.49	5.12	0.62	3.37	No
2000	54.82	2,537.54	2,542.11	2,542.13	2,544.00	4.57	0.69	1.89	No
1950	54.82	2,540.00	2,541.84	2,542.06	2,544.00	1.84	2.12	2.16	No
1900	54.83	2,538.21	2,541.87	2,541.91	2,544.00	3.65	0.97	2.13	No
1850	54.83	2,537.50	2,541.86	2,541.90	2,544.58	4.36	0.88	2.72	No
1799.999	54.83	2,537.00	2,541.87	2,541.88	2,545.54	4.87	0.60	3.67	No
1749.999	54.82	2,537.50	2,541.86	2,541.88	2,545.80	4.36	0.65	3.94	No
1699.999	54.83	2,537.00	2,541.85	2,541.87	2,545.15	4.85	0.67	3.30	No
1649.999	54.81	2,537.00	2,541.84	2,541.87	2,544.50	4.84	0.66	2.66	No
1599.999	54.82	2,537.00	2,541.84	2,541.86	2,544.00	4.83	0.68	2.16	No
1549.999	54.82	2,537.00	2,541.80	2,541.85	2,544.00	4.80	0.95	2.20	No
1500	54.83	2,537.00	2,541.81	2,541.83	2,543.50	4.80	0.75	1.69	No
1450	54.82	2,537.50	2,541.78	2,541.82	2,545.00	4.28	0.90	3.22	No
1400	54.8	2,537.00	2,541.78	2,541.81	2,546.41	4.78	0.74	4.63	No
1350	54.81	2,536.73	2,541.78	2,541.80	2,545.28	5.05	0.60	3.50	No
1299.999	54.83	2,537.50	2,541.76	2,541.79	2,545.81	4.26	0.77	4.05	No
1249.999	54.82	2,537.00	2,541.76	2,541.78	2,545.50	4.76	0.63	3.74	No
1200	54.8	2,537.50	2,541.74	2,541.77	2,545.00	4.24	0.86	3.26	No
1149.999	54.8	2,537.50	2,541.73	2,541.76	2,544.50	4.23	0.75	2.77	No
1099.999	54.79	2,537.16	2,541.71	2,541.75	2,545.43	4.55	0.92	3.72	No

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
1049.999	54.8	2,537.41	2,541.69	2,541.73	2,544.76	4.28	0.89	3.07	No
999.9997	54.79	2,537.00	2,541.69	2,541.72	2,544.50	4.69	0.80	2.81	No
949.9998	54.83	2,537.00	2,541.68	2,541.71	2,544.00	4.68	0.75	2.32	No
900	54.83	2,537.00	2,541.67	2,541.70	2,543.97	4.67	0.79	2.30	No
850.0001	54.78	2,537.00	2,541.66	2,541.69	2,543.97	4.66	0.75	2.31	No
799.9998	54.83	2,536.50	2,541.66	2,541.68	2,544.00	5.16	0.71	2.34	No
750	54.8	2,537.00	2,541.65	2,541.68	2,544.00	4.65	0.74	2.35	No
700	54.82	2,536.50	2,541.64	2,541.67	2,544.50	5.14	0.76	2.86	No
650	54.79	2,536.50	2,541.64	2,541.66	2,544.50	5.13	0.67	2.86	No
599.9999	54.73	2,536.50	2,541.63	2,541.65	2,544.22	5.13	0.67	2.59	No
549.9998	54.66	2,537.45	2,541.61	2,541.64	2,544.00	4.16	0.76	2.39	No
500	54.75	2,536.50	2,541.61	2,541.63	2,544.00	5.11	0.65	2.39	No
450	55.96	2,537.00	2,541.60	2,541.62	2,544.00	4.59	0.72	2.40	No
399.9999	55.95	2,536.50	2,541.60	2,541.62	2,545.50	5.10	0.58	3.90	No
349.9998	55.84	2,536.50	2,541.59	2,541.61	2,545.00	5.09	0.64	3.41	No
299.9997	55.91	2,537.00	2,541.58	2,541.60	2,544.50	4.58	0.65	2.92	No
249.9998	55.91	2,536.50	2,541.57	2,541.60	2,544.00	5.07	0.70	2.43	No
199.9997	55.82	2,536.50	2,541.57	2,541.59	2,544.00	5.07	0.59	2.43	No
149.9998	55.84	2,536.50	2,541.57	2,541.59	2,544.00	5.07	0.64	2.43	No
99.99985	55.94	2,536.50	2,541.56	2,541.58	2,543.49	5.06	0.67	1.93	No
49.99991	26.06	2,536.54	2,541.54	2,541.55	2,542.50	5.00	0.36	**0.96**	No

En las Figuras 22 y 23, se presenta las secciones transversales denominadas en el modelo No. 2950 y 49.99991 sobre el río Tunjuelo, al considerar la nueva condición de frontera en la sección transversal K0+000, existe una reducción considerable de los niveles de la superficie del agua sobre el río Tunjuelo para un periodo de retorno de 100 años, la cual es contenida por los jarillones sin tener desbordamiento en la margen derecha del río que colinda con el predio del plan parcial de Campo Verde, resultados según el modelo hidráulico en HEC-RAS.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Figura 22. Sección Transversal 2950 sobre el río Tunjuelo. Borde Libre 0.71m

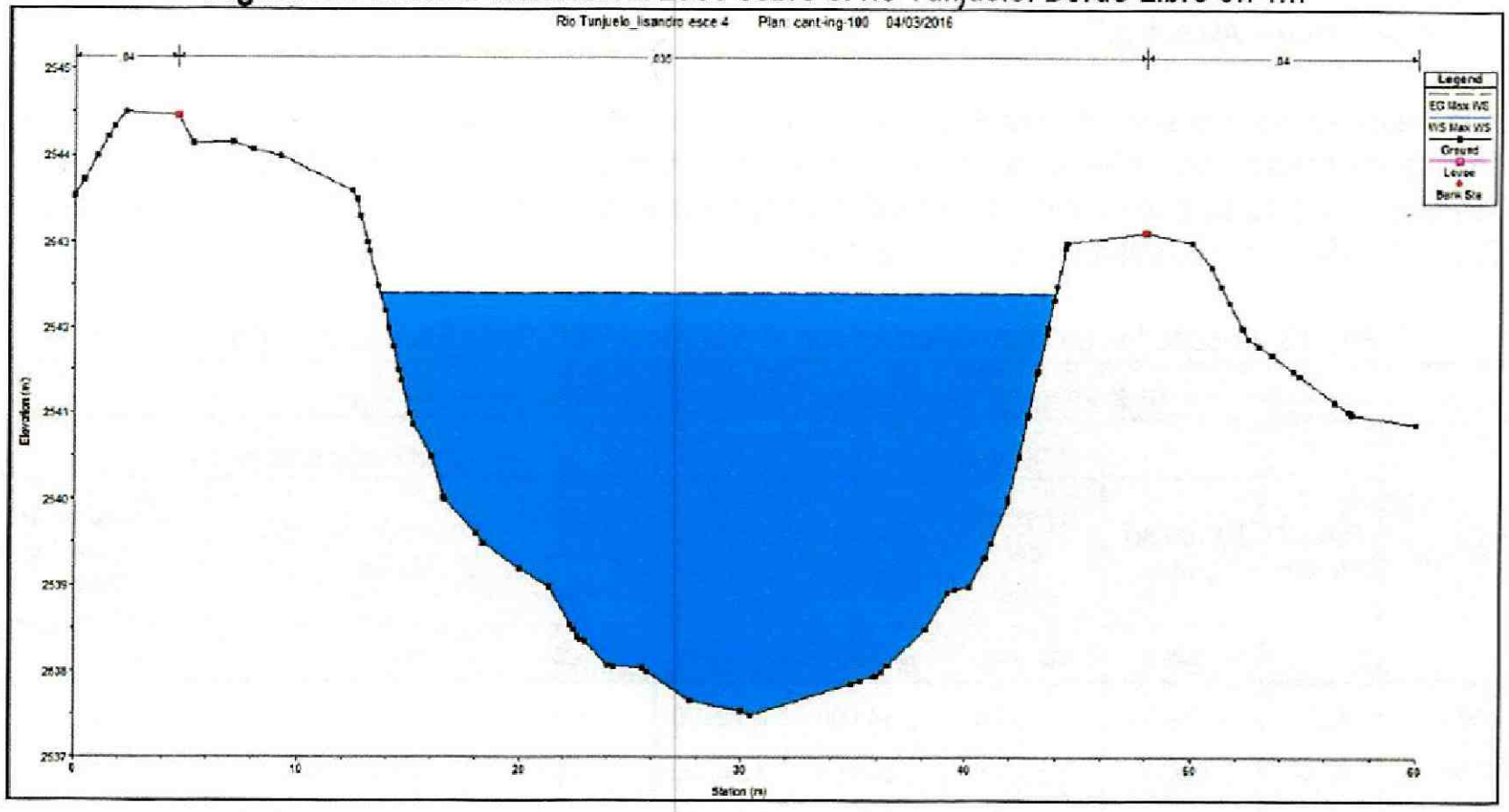
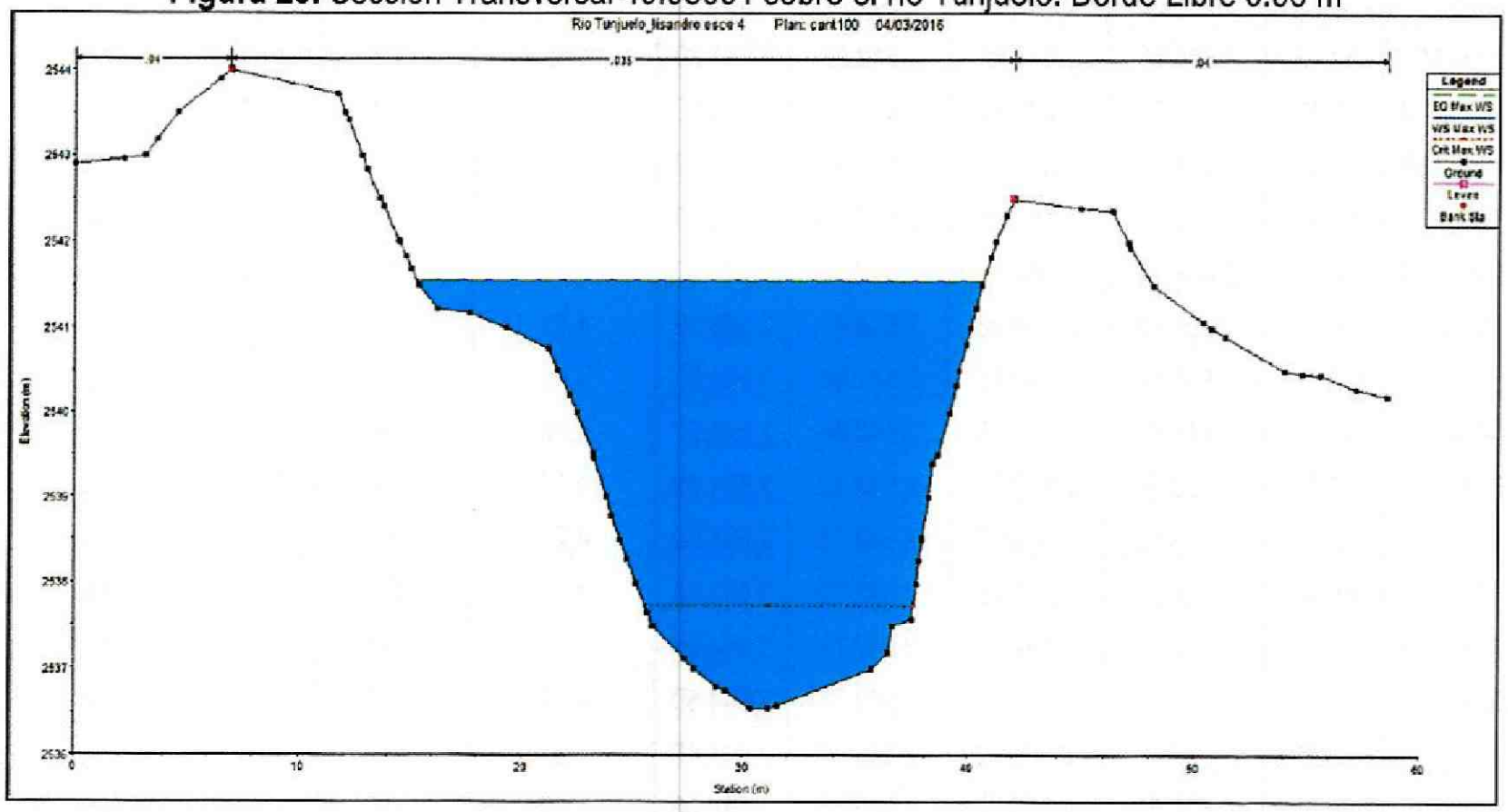


Figura 23. Sección Transversal 49.99991 sobre el río Tunjuelo. Borde Libre 0.96 m



ESCENARIO 8. *Hidrogramas estimados suponiendo la simultaneidad de eventos de lluvia extrema en la parte alta de la cuenca (centro de tormenta en el sitio de presa de la Regadera, con duración de 24 horas), con lluvias extremas en la parte media-baja (centro de tormentas en la zona de canteras, con duración de 6 horas). El período de retorno analizado para este escenario fue de 100 años. La condición de frontera corresponde al nivel de 100 años en el río Bogotá después de la adecuación (2541.54), tomado del "Estudio*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

hidráulico para el diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del río Bogotá en el sector Puente La Virgen – Alicachín."

En la Tabla 13, se muestran los resultados en términos de niveles de agua para flujo no permanente de la corriente en condiciones actuales de los Ríos Bogotá y Tunjuelo para una creciente de 100 años para el Escenario 8. Como se puede apreciar el nivel del agua sobre las secciones denominadas en el modelo No. 2950 y 49.99991 ya no presentan desbordamientos.

Tabla 13. Resultados de la modelación con el programa HEC-RAS. Escenario 4. Río Tunjuelo

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
4000	69.45	2,539.00	2,542.94	2,543.00	2,545.00	3.94	1.15	2.06	No
3950	69.44	2,538.00	2,542.95	2,542.99	2,545.00	4.95	0.86	2.05	No
3900	69.44	2,538.05	2,542.94	2,542.98	2,545.66	4.89	0.82	2.72	No
3850	69.43	2,538.00	2,542.93	2,542.97	2,545.23	4.93	0.84	2.30	No
3799.999	69.42	2,538.50	2,542.89	2,542.95	2,544.70	4.39	1.12	1.81	No
3749.999	69.42	2,538.50	2,542.88	2,542.93	2,544.22	4.38	0.99	1.34	No
3699.999	69.41	2,538.50	2,542.87	2,542.91	2,545.00	4.36	0.98	2.13	No
3650	69.41	2,538.00	2,542.85	2,542.90	2,545.00	4.85	0.99	2.15	No
3599.999	69.4	2,538.00	2,542.84	2,542.88	2,545.00	4.84	0.95	2.16	No
3549.999	69.39	2,538.00	2,542.83	2,542.87	2,545.00	4.83	0.84	2.17	No
3500	69.39	2,538.14	2,542.81	2,542.86	2,544.50	4.67	0.96	1.69	No
3450	69.38	2,538.50	2,542.78	2,542.84	2,544.50	4.28	1.08	1.72	No
3400	69.38	2,538.50	2,542.77	2,542.82	2,544.98	4.27	1.04	2.21	No
3350	69.37	2,538.50	2,542.77	2,542.81	2,544.50	4.27	0.91	1.73	No
3300	69.36	2,538.50	2,542.75	2,542.79	2,544.48	4.25	0.97	1.73	No
3250	69.36	2,537.63	2,542.75	2,542.78	2,544.50	5.12	0.77	1.75	No
3200	69.35	2,537.79	2,542.73	2,542.77	2,544.50	4.94	0.93	1.77	No
3150	69.35	2,537.50	2,542.72	2,542.76	2,544.46	5.22	0.88	1.74	No
3100	69.34	2,537.50	2,542.70	2,542.75	2,544.00	5.20	0.94	1.30	No
3050	69.34	2,538.00	2,542.71	2,542.74	2,544.00	4.71	0.71	1.29	No
3000	69.33	2,538.00	2,542.71	2,542.73	2,544.00	4.70	0.70	1.29	No
2950	69.32	2,537.50	2,542.71	2,542.73	2,543.11	5.21	0.59	**0.40**	No
2899.999	69.32	2,538.50	2,542.68	2,542.72	2,544.00	4.18	0.89	1.32	No
2850	69.31	2,538.00	2,542.66	2,542.70	2,544.00	4.66	0.89	1.34	No
2800	69.3	2,538.00	2,542.63	2,542.69	2,543.99	4.63	1.03	1.36	No

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
2750	69.3	2,538.00	2,542.59	2,542.66	2,544.00	4.59	1.20	1.41	No
2700	69.29	2,537.80	2,542.46	2,542.61	2,544.50	4.66	1.73	2.04	No
2650	69.29	2,537.63	2,542.50	2,542.56	2,544.50	4.87	1.11	2.00	No
2600	69.29	2,537.50	2,542.48	2,542.54	2,544.96	4.98	1.03	2.48	No
2549.999	69.28	2,537.50	2,542.46	2,542.52	2,545.00	4.96	1.07	2.54	No
2499.999	69.27	2,537.37	2,542.44	2,542.49	2,545.00	5.07	1.02	2.56	No
2449.999	69.27	2,537.00	2,542.44	2,542.48	2,544.99	5.44	0.89	2.55	No
2399.999	69.26	2,537.50	2,542.40	2,542.46	2,544.63	4.90	1.06	2.23	No
2350	69.26	2,537.33	2,542.41	2,542.45	2,544.00	5.08	0.79	1.59	No
2300	69.25	2,537.50	2,542.38	2,542.43	2,543.82	4.88	0.98	1.44	No
2250	69.25	2,537.00	2,542.36	2,542.41	2,544.00	5.36	1.01	1.64	No
2200	69.24	2,537.50	2,542.36	2,542.40	2,545.00	4.86	0.85	2.64	No
2150	69.24	2,537.00	2,542.36	2,542.39	2,543.88	5.36	0.66	1.52	No
2099.999	69.23	2,537.50	2,542.34	2,542.38	2,545.50	4.84	0.84	3.16	No
2049.999	69.23	2,537.00	2,542.34	2,542.37	2,545.49	5.34	0.74	3.15	No
2000	69.22	2,537.54	2,542.33	2,542.36	2,544.00	4.79	0.81	1.67	No
1950	69.22	2,540.00	2,542.00	2,542.27	2,544.00	2.00	2.33	2.00	No
1900	69.21	2,538.21	2,542.03	2,542.09	2,544.00	3.82	1.14	1.97	No
1850	69.21	2,537.50	2,542.01	2,542.07	2,544.58	4.51	1.05	2.57	No
1799.999	69.21	2,537.00	2,542.03	2,542.05	2,545.54	5.03	0.72	3.51	No
1749.999	69.2	2,537.50	2,542.02	2,542.05	2,545.80	4.52	0.78	3.78	No
1699.999	69.2	2,537.00	2,542.00	2,542.04	2,545.15	5.00	0.81	3.15	No
1649.999	69.2	2,537.00	2,542.00	2,542.03	2,544.50	5.00	0.79	2.50	No
1599.999	69.19	2,537.00	2,541.98	2,542.02	2,544.00	4.98	0.82	2.02	No
1549.999	69.19	2,537.00	2,541.94	2,542.00	2,544.00	4.94	1.14	2.06	No
1500	69.18	2,537.00	2,541.94	2,541.98	2,543.50	4.94	0.91	1.56	No
1450	69.18	2,537.50	2,541.90	2,541.96	2,545.00	4.40	1.08	3.10	No
1400	69.18	2,537.00	2,541.90	2,541.94	2,546.41	4.90	0.90	4.51	No
1350	69.17	2,536.73	2,541.91	2,541.93	2,545.28	5.18	0.73	3.37	No
1299.999	69.17	2,537.50	2,541.88	2,541.92	2,545.81	4.38	0.93	3.93	No
1249.999	69.17	2,537.00	2,541.88	2,541.91	2,545.50	4.88	0.76	3.62	No
1200	69.17	2,537.50	2,541.84	2,541.89	2,545.00	4.34	1.04	3.16	No
1149.999	69.16	2,537.50	2,541.83	2,541.88	2,544.50	4.33	0.91	2.67	No

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

RESULTADOS DE LA MODELACIÓN CON EL PROGRAMA HEC-RAS									
Sec. Nº	Caudal (m^3/s)	Elevaciones				Características Hidráulicas			
		Fondo del Cauce	Superficie del Agua	Línea de Energía	Cota Jarillon (Margen derecha)	Profundidad del flujo (y)	Velocidad Media	Borde Libre	Condición de desbordamiento Si/No
		m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m / s	m	-
1099.999	69.16	2,537.16	2,541.79	2,541.86	2,545.43	4.63	1.13	3.64	No
1049.999	69.1	2,537.41	2,541.77	2,541.83	2,544.76	4.36	1.09	2.99	No
999.9997	69.16	2,537.00	2,541.77	2,541.82	2,544.50	4.77	0.99	2.73	No
949.9998	69.16	2,537.00	2,541.76	2,541.80	2,544.00	4.76	0.93	2.24	No
900	69.16	2,537.00	2,541.74	2,541.79	2,543.97	4.74	0.98	2.23	No
850.0001	69.15	2,537.00	2,541.73	2,541.77	2,543.97	4.73	0.93	2.24	No
799.9998	69.15	2,536.50	2,541.72	2,541.76	2,544.00	5.22	0.88	2.28	No
750	69.09	2,537.00	2,541.70	2,541.75	2,544.00	4.70	0.91	2.30	No
700	69.15	2,536.50	2,541.69	2,541.73	2,544.50	5.19	0.94	2.81	No
650	69.15	2,536.50	2,541.68	2,541.72	2,544.50	5.18	0.83	2.82	No
599.9999	69.15	2,536.50	2,541.67	2,541.71	2,544.22	5.17	0.84	2.55	No
549.9998	69.09	2,537.45	2,541.65	2,541.69	2,544.00	4.20	0.94	2.35	No
500	69.14	2,536.50	2,541.64	2,541.68	2,544.00	5.14	0.82	2.36	No
450	69.3	2,537.00	2,541.62	2,541.66	2,544.00	4.62	0.89	2.38	No
399.9999	69.3	2,536.50	2,541.63	2,541.65	2,545.50	5.13	0.71	3.87	No
349.9998	69.3	2,536.50	2,541.61	2,541.65	2,545.00	5.11	0.79	3.39	No
299.9997	69.36	2,537.00	2,541.60	2,541.64	2,544.50	4.60	0.80	2.90	No
249.9998	69.3	2,536.50	2,541.59	2,541.63	2,544.00	5.09	0.86	2.41	No
199.9997	69.3	2,536.50	2,541.59	2,541.62	2,544.00	5.09	0.72	2.41	No
149.9998	69.18	2,536.50	2,541.58	2,541.61	2,544.00	5.08	0.79	2.42	No
99.99985	69.11	2,536.50	2,541.57	2,541.60	2,543.49	5.07	0.83	1.92	No
49.99991	26.06	2,536.54	2,541.54	2,541.55	2,542.50	5.00	0.36	**0.96**	No

En las Figuras 24 y 25, se presenta las secciones transversales denominadas en el modelo No. 2950 y 49.99991 sobre el río Tunjuelo, al considerar la nueva condición de frontera en la sección transversal K0+000, existe una reducción considerable de los niveles de la superficie del agua sobre el río Tunjuelo para un periodo de retorno de 100 años, la cual es contenida por los jarillones sin tener desbordamiento en la margen derecha del río que colinda con el predio del plan parcial de Campo Verde, resultados según el modelo hidráulico en HEC-RAS.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Figura 24. Sección Transversal 2950 sobre el río Tunjuelo. Borde Libre 0.40 m

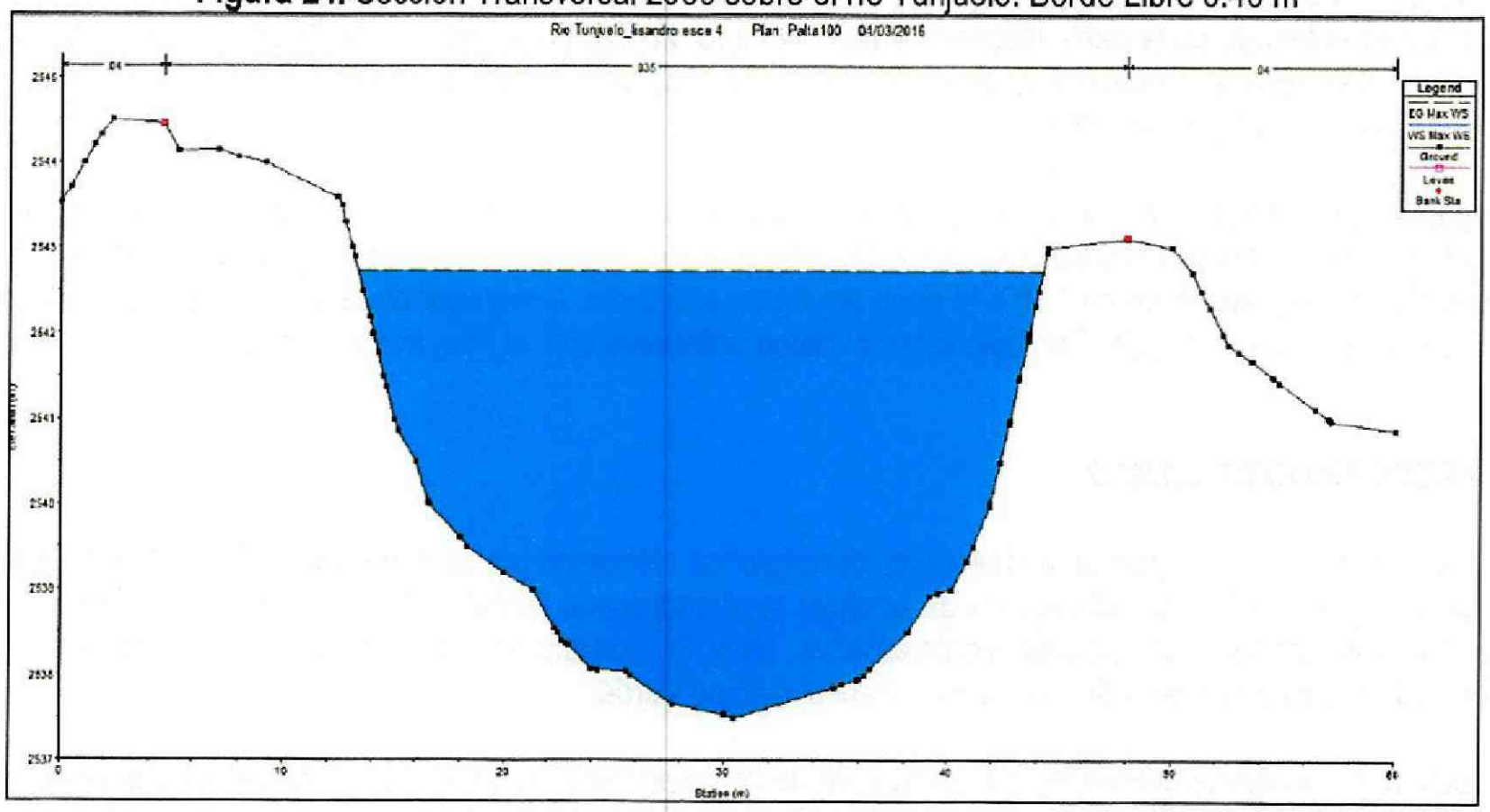
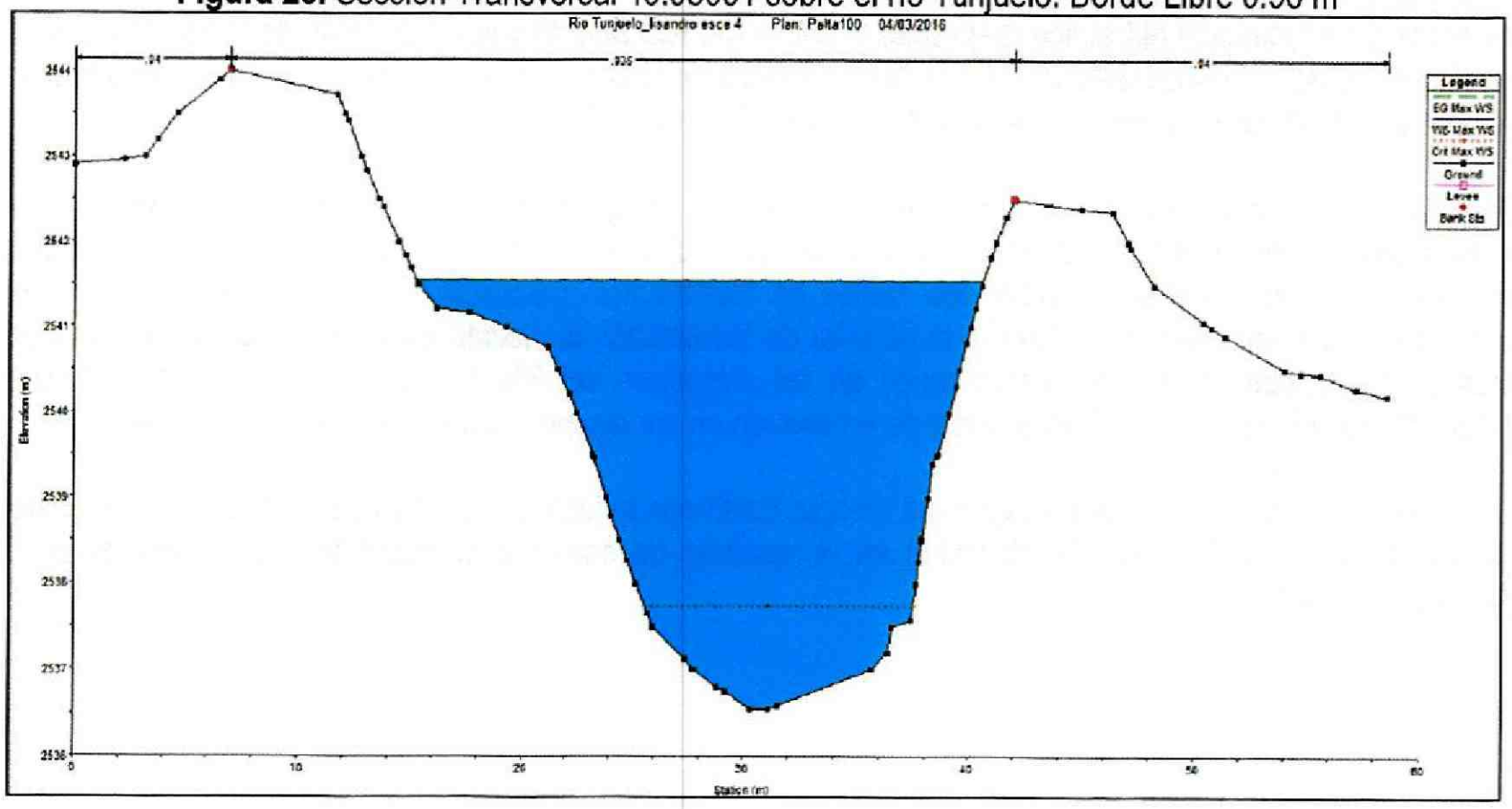


Figura 25. Sección Transversal 49.99991 sobre el río Tunjuelo. Borde Libre 0.96 m



De acuerdo con los resultados obtenidos para los tres escenarios planteados en el modelo hidráulico del Río Tunjuelo, teniendo en cuenta la nueva condición de frontera en la sección transversal K0+000 producida por las obras de adecuación del Río Bogotá, existe una reducción considerable de los niveles de la superficie del agua sobre el río Tunjuelo para un periodo de retorno de 100 años, la cual es contenida por los jarillones sin tener desbordamiento en la margen derecha del río que colinda con el predio del plan parcial de Campo Verde.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

El escenario No. 8 "*Hidrogramas estimados suponiendo la simultaneidad de eventos de lluvia extrema en la parte alta de la cuenca (centro de tormenta en el sitio de presa de la Regadera, con duración de 24 horas), con lluvias extremas en la parte media-baja (centro de tormentas en la zona de canteras, con duración de 6 horas)*", es el escenario más crítico de los 3 analizados, toda vez que en la sección transversal 2950 solo se presenta un borde Libre de 0.40 m.

Según lo mencionado, la condición de frontera que genera el Río Bogotá una vez adecuado según lo planteado en los diseños hidráulicos del Río Bogotá, permite disminuir considerablemente los niveles del Río Tunjuelo aproximadamente en 1 m a lo largo del tramo analizado, disminuyendo la probabilidad de desborde en la margen derecha del Río Tunjuelo sobre el tramo colindante con el Plan Parcial Campo Verde.

7.3 RECORRIDO DE CAMPO

El reconocimiento de campo para el presente concepto fue elaborado por personal técnico del IDIGER, el día 3 de Marzo de 2016, con el objetivo de verificar las condiciones físicas, de infraestructura existente y en general los criterios de análisis contemplados para la zonificación de amenaza de inundación por desbordamiento en inmediaciones del Plan Parcial Campo Verde.

El polígono que define el Plan Parcial Campo Verde corresponde a un terreno de topografía plana, localizado en la llanura de inundación de los Ríos Bogotá y Tunjuelo. La visita permitió constatar el estado actual de los jarillones del Río Tunjuelo en inmediaciones con el Plan Parcial en la zona Sur, de igual manera se constata las obras de adecuación hidráulica realizadas al cauce del Río Bogotá y la adecuación de la zona de entrega del Río Tunjuelo al Bogotá realzando los jarillones y protegiéndolos en su parte inferior con un enrocado como lo informo la CAR en la reunión sostenida el día 26 de Febrero de 2016.

De acuerdo con la verificación a varios puntos sobre las márgenes del Río Tunjuelo se identificó que de manera general los jarillones presentan condiciones aceptables para su funcionamiento, pese a la presencia de algunos puntos localizados sobre los cuales se identificaron procesos leves de erosión posiblemente atribuidos a la dinámica natural del río, la pérdida de los bolsacretos localizados en las zonas de curva que estaban protegidos por los pilotes hincados en las márgenes del Río Tunjuelo y procesos puntuales de deterioro una vez se culminan estas obras de protección en curvas sinuosas y bastantes prolongadas.

En la Figura 29, se muestra una imagen del Google Earth con la localización del Plan Parcial Campo Verde y con la ubicación de 5 puntos identificados en el recorrido de campo que muestran y se describen en las Fotografías 1 al 13.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

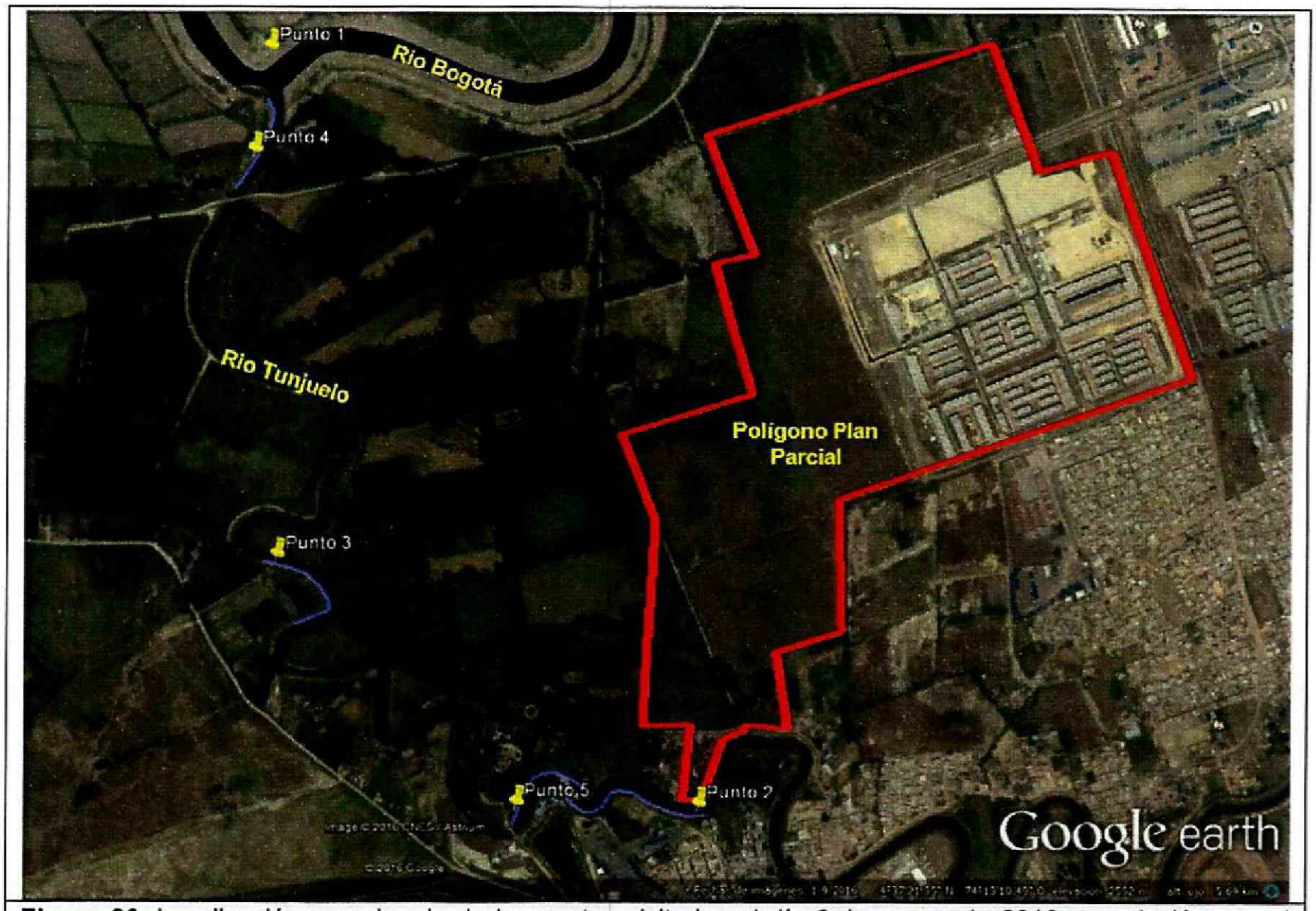
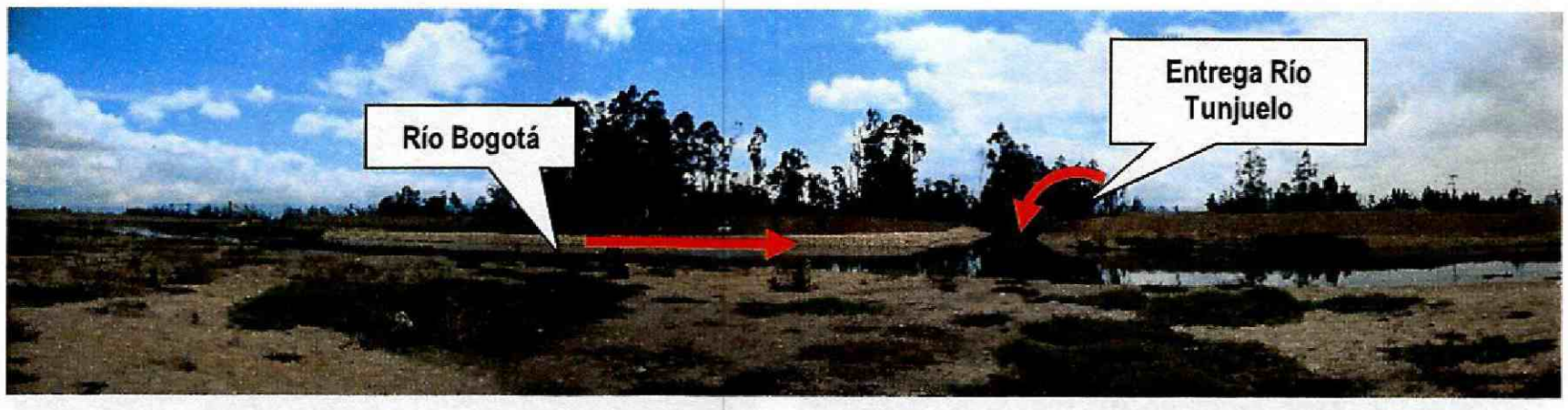


Figura 26. Localización aproximada de los puntos visitados el día 3 de marzo de 2016, en relación con el polígono del Plan Parcial Campo Verde.



Fotografía 1. Panorámica del sector de la entrega del Río Tunjuelo al Río Bogotá, en donde se observa la adecuación hidráulica realizada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. (Fotografía tomada desde la margen derecha del Río Bogotá en el Punto 1 según ubicación Figura 26)

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co





Fotografias 2 y 3. Se observa en detalle la adecuación de la entrega del Río Tunjuelo al Bogotá, donde se conformaron jarillones de aproximadamente 4 metros de altura caracterizados por la presencia un enrocado en su parte inferior para prevenir la acción erosiva del rio sobre estos. (Fotografías tomadas desde la margen derecha del Río Bogotá e izquierda del Río Tunjuelo respectivamente en el Punto 1 según ubicación Figura 26).





Fotografías 4 y 5. Vista del estado de los jarillones de la margen derecha del Rio Tunjuelo los cuales presentan condiciones de funcionamiento aceptables de acuerdo con lo observado en la visita, en la mayoría de los puntos. (Fotografías tomadas desde la margen izquierda del Río Tunjuelo en el Punto 3 según ubicación Figura 26).

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co





Fotografías 6 y 7. Puntos sobre la margen derecha del Río Tunjuelo (adyacentes al plan parcial Campo Verde) donde se presenta erosión localizada. Situación que se presenta producto de la dinámica natural del rio. (Fotografías tomadas desde la margen izquierda del Río Tunjuelo en el Punto 2 según ubicación Figura 26).





Fotografía 8 y 9. Sector sur del polígono del Plan Parcial Campo Verde, en el que se observa la ocupación del jarillón razón por la cual no presenta la misma conformación de los sectores adyacentes. (Fotografías tomadas desde la margen izquierda del Río Tunjuelo en el Punto 2 según ubicación Figura 26)

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co





Fotografía 10 y 11. Compuerta ubicada sobre el cauce de Río Tunjuelo, la cual presenta estado de abandono total, esto puede favorecer obstrucciones en el cauce durante épocas de crecientes. (Fotografías tomadas desde la margen izquierda del Río Tunjuelo en el Punto 2 según ubicación Figura 26)





Fotografía 12 y 13. Vista desde el costado sur del polígono del Plan Parcial Campo Verde. (Fotografías tomadas desde la margen izquierda del Río Tunjuelo en el Punto 2 según ubicación Figura 26)

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

7.4 PREMISAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

Teniendo como soporte los antecedentes citados con respecto a las intervenciones realizadas en los Ríos Bogotá y Tunjuelo y los análisis presentados de los modelos hidráulicos de los Ríos Bogotá y Tunjuelo en condiciones de diseño y condiciones actuales, con el fin de realizar la evaluación de las condiciones de amenaza del Plan Parcial Campo Verde, los siguientes aspectos se tomaron como punto de partida:

1. **Las obras construidas por la EAB – ESP para el control de crecientes del río Tunjuelo cuentan con criterios de diseño adecuados:** Esta afirmación se basa en la información suministrada por la EAAB según comunicación 2009ER4793, donde en esta se informa que se realizaron algunos ajustes durante la construcción de las obras dependiendo de las condiciones existentes en terreno, como es el caso del muro en tierra armada realizado en el sector de San Benito, cambios que en todo caso respetaron los criterios de diseño. Con base en lo anterior y dado que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá es la entidad idónea y responsable de las obras de protección contra inundaciones del río Tunjuelo, este concepto parte del hecho que los criterios de diseño son adecuados para las mismas.

2. **Las condiciones de seguridad de las obras son adecuadas para garantizar su buen funcionamiento y una adecuada protección para los pobladores de su zona de influencia:** Según comunicación 2010ER9657, la EAAB dentro de sus competencias legales, tanto con el Distrito como con sus contratistas, conoce la calidad de la ejecución de las obras, pues las mismas cumplen con los requerimientos y controles solicitados por las normas de la Empresa. En consecuencia, se garantiza la estabilidad en las condiciones de diseño para los periodos de retorno mencionados en la comunicación radicada el 18 de junio de 2010, en el marco del Decreto 332 en sus artículos 15 y 16."

3. **Adecuado monitoreo, operación y mantenimiento de las obras de protección para garantizar su funcionalidad a largo plazo:** Según el pronunciamiento con radicado FOPAE 2010ER9657 la EAAB indica que se tiene un plan de seguimiento y monitoreo de las márgenes del río Tunjuelo en los sectores de los barrios mencionados, con el fin de verificar el comportamiento de las obras y efectuar acciones correctivas en caso de ser necesario. Lo cual se ratifica mediante comunicación del 09 de Julio de 2012 con radicado 2012ER12584 y en el pronunciamiento 25510-2016-00363 de 4 de Marzo de 2016.

4. **Los puntos críticos que fueron identificados por la EAAB, fueron intervenidos adecuadamente garantizando su integridad estructural:** En la comunicación FOPAE 2010ER9657, la EAAB manifiesta que ya se encuentra terminada la intervención de estos puntos mencionados, considerando las condiciones técnicas, hidráulicas y estructurales para los sectores comprendidos entre los barrios mencionados anteriormente. Al respecto el FOPAE entiende que cuando la EAAB hace referencia a que ha tenido en cuenta las condiciones estructurales de los puntos intervenidos, garantiza la integralidad geotécnica, estructural y funcional de los jarillones que protegen el sector correspondiente con el plan parcial Campo Verde.

5. **Para el diseño y construcción de las obras de mitigación se utilizó el escenario hidrológico definido por la EAAB que corresponde al caudal correspondiente a un período de retorno de 100 años en la cuenca del río Tunjuelo**. La EAAB remitió en el oficio 2551001-2008-1231, los documentos de soporte de acuerdo con los diseños, las consideraciones y suposiciones para definir

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

el escenario hidrológico, en correspondencia con el Informe de hidrología. Estas afirmaciones fueron reiteradas en la comunicación 2009ER4793 y ratificadas mediante el pronunciamiento 25510-2016-00363 de 4 de Marzo de 2016

6. **Los pronunciamientos de la EAB – ESP son válidos para el plan parcial "Campo Verde":** esta afirmación se basa en que explícitamente y que de acuerdo con la georeferenciación adjuntada por la EAAB en su pronunciamiento con radicado FOPAE 2010ER8659 manifestó que cubre en su totalidad el polígono del Plan Parcial "CAMPO VERDE".

7. **En el momento no existe una incertidumbre del comportamiento del Río Bogotá:** Como lo manifiesta la CAR mediante los pronunciamientos 20132129037 del 13 de Septiembre de 2013 y 20162107447 del 22 de Febrero de 2016 manifiesta,"*...en relación con el riesgo por inundación por desbordamiento para el proyecto de Adecuación Hidráulica en el sector mencionado los estudios concluyen que con las obras realizadas, para crecientes con un periodo de diseño de 100 años, se obtendrá un descenso de los niveles de más de 1.00 m con relación a los actuales, lo cual da una idea clara de los beneficios del proyecto en ese aspecto*" y "*...las obras objeto de la Adecuación Hidráulica mencionada ofrecen factores de seguridad razonables contra posibles desbordes que puedan sucederse al paso de crecientes, teniendo en cuenta periodos de retornos apropiados. Así mismo contra posible fallas geotécnicas de los jarillones que puedan ocasionarse con niveles altos en el cauce. No obstante la disminución del riesgo que produce las obras de adecuación es importante tener en cuenta, que este riesgo aunque en menor grado seguirá existiendo, máxime cuando se trata de considerar la ubicación de centros urbanos o suburbanos en las zonas aledañas al río*", premisa que adicionalmente se corrobora en los análisis del Río Bogotá presentado en los numerales 7.2.1 y 7.2.3 de este pronunciamiento.

8. **Existencia de las obras de adecuación hidráulica del Río Bogotá en el tramo colindante con el Plan Parcial Campo Verde:** Como lo manifiesta la CAR mediante los pronunciamientos 20132129037 del 13 de Septiembre de 2013 y 20162107447 del 22 de Febrero de 2016, "*...las obras de Adecuación Hidráulica se iniciaron en el mes de febrero de 2013, en el primer tramo en el K0+ 000 Alicachín hasta el K40+000 donde inicia el barrio El Porvenir (municipio de Mosquera) frente a Fontibón .Actualmente se han intervenido más de 8 Kilometros en los sectores de puente Canoas en Soacha y aguas abajo de la desembocadura del rio Fucha en el Distrito Capital*" y "*..las obras de Adecuación Hidráulica de la cuenca media del Río Bogotá en el sector comprendido entre el K0+000 Compuertas de Alicachín al K52+550 Desembocadura del rio Juan Amarillo se estima se estarán culminando a finales del mes de junio de 2016...*". Asi mismo esto mismo lo ratifica la EAB-ESP mediante el pronunciamiento 25510-2016-00363 de 4 de Marzo de 2016, "*...a partir del año 2012 la CAR viene ejecutando las obras de adecuación hidráulica del rio Bogotá, las cuales a la fecha se encuentran terminadas en un tramo de 52,5 km, entre las compuertas de Alicachin y el cruce de la Calle 80*", premisa que adicionalmente se corrobora con la visita de campo realizada en el sector el día 3 de Marzo de 2016.

9. **Disminución de los niveles de los Ríos Bogotá y Tunjuelo para una creciente de período de retorno de 100 años:** Los niveles de los Ríos Tunjuelo y Bogotá disminuyen luego de la adecuación hidráulica del Río Bogotá en inmediaciones del Plan Parcial Campo Verde como lo afirma la EAB – ESP mediante el pronunciamiento 25510-2016-00363 de 4 de Marzo de 2016, "*...al considerar la nueva condición hidráulica del Río Bogotá, que genera una reducción significativa en los niveles de flujo del rio Tunjuelo, la creciente con periodo de retorno de 100 años es contenida por los jarillones sin producir desborde hacia los predios colindantes. En el tramo aferente al Plan Parcial Campo*

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Verde el borde libre entre el nivel de agua y la corona del jarillon es superior a 1 m en todo el tramo, con excepción del punto bajo localizado en el K2+950 (450 m aguas abajo del límite del Plan Parcial), donde el borde libre es de 40 cm...", situación que se corrobora en los análisis del Río Bogotá presentado en los numeral 7.2.1 y 7.2.3 de este pronunciamiento.

10. **En condiciones actuales los Ríos Tunjuelo y Bogotá no presentan desbordes con niveles para un período de retorno de 100 años:** Como se menciona en los numerales 7.2.1 y 7.2.3 de este pronunciamiento de acuerdo con los estudios suministrados por la EAB-ESP y la CAR se puede afirmar que *"...para una creciente de 100 años el tramo comprendido entre el K21+200 a K22+600 del Río Bogotá colindante con el Plan Parcial Campo Verde se presentarían bordes libres de 2.10 m en promedio a lo largo del tramo y en el mismo no se presentarían condiciones de desbordamiento del Río Bogotá"* y *"...la condición de frontera que genera el Río Bogotá una vez adecuado según lo planteado en los diseños hidráulicos del Río Bogotá, permite disminuir considerablemente los niveles del Río Tunjuelo aproximadamente en 1 m a lo largo del tramo analizado, disminuyendo la probabilidad de desborde en la margen derecha del Río Tunjuelo sobre el tramo colindante con el Plan Parcial Campo Verde".*

7.5 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

Como se presentó en el numeral 7.4 Premisas para la evaluación de la amenaza, en los antecedentes citados con respectos a las intervenciones realizadas en los Ríos Bogotá y Tunjuelo y los análisis presentados de los modelos hidráulicos de los Ríos Bogotá y Tunjuelo en condiciones de diseño y condiciones actuales, las condiciones actuales de los Ríos Tunjuelo y Bogotá, luego de las adecuaciones hidráulicas realizadas en estos cuerpos de agua por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá - EAB – ESP respectivamente, han disminuido las condiciones de amenaza de inundación por desbordamiento en el sector colindante con el Plan Parcial Campo Verde.

De acuerdo con la evaluación realizada de los modelos hidráulicos que soportan los diseños de las obras de adecuación y mitigación de crecientes adelantas por la CAR y la EAB – ESP en los Ríos Bogotá y Tunjuelo para condiciones extremas que generen niveles para períodos de retorno de 100 años en ambos cuerpos de agua y que sean transitados simultáneamente, no se presentan desbordamientos en las márgenes derecha del Río Tunjuelo e izquierda del Río Bogotá en los sectores colindantes con el Plan Parcial Campo Verde, adicionalmente para estas mismas condiciones se presentan bordes libres de 2.1 m y 1 m aproximadamente, a los largo de los tramos analizados en los Ríos Bogotá y Tunjuelo respectivamente.

El panorama descrito anteriormente, disminuye las condiciones de amenaza de inundación por desbordamiento en el Plan Parcial Campo Verde y despejan las dudas planteadas con respecto al Concepto Técnico CT – 6649 de 2013 en relación con la alta incertidumbre en el comportamiento hidráulico del Río Bogotá.

Según lo mencionado, en atención a las evaluaciones mostradas en este pronunciamiento con respecto al comportamiento hidráulico de los Ríos Bogotá y Tunjuelo en condiciones actuales luego de las intervenciones realizadas, se considera válido para el sector que cubre el polígono del Plan Parcial Campo Verde ratificar el Mapa de zonificación de amenaza por inundación, según el POT (Decreto 190 de 2004) como se muestra en la Figura 27 y en el Anexo 1. En la Tabla 14, se precisa el cálculo de superficie y porcentaje de las zonas sujetas a cada grado de amenaza de inundación por desbordamiento, en el polígono del plan parcial Campo Verde.

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Tabla 14. Zonificación de Amenaza de inundación por desbordamiento Plan Parcial Campo Verde

ZONIFICACIÓN DE AMENAZA	AREA (HA)	% AREA DE COBERTURA
ALTA	1.6	98.1
MEDIA	82.6	1.9
AREA TOTAL	**84.2**	**100.0**

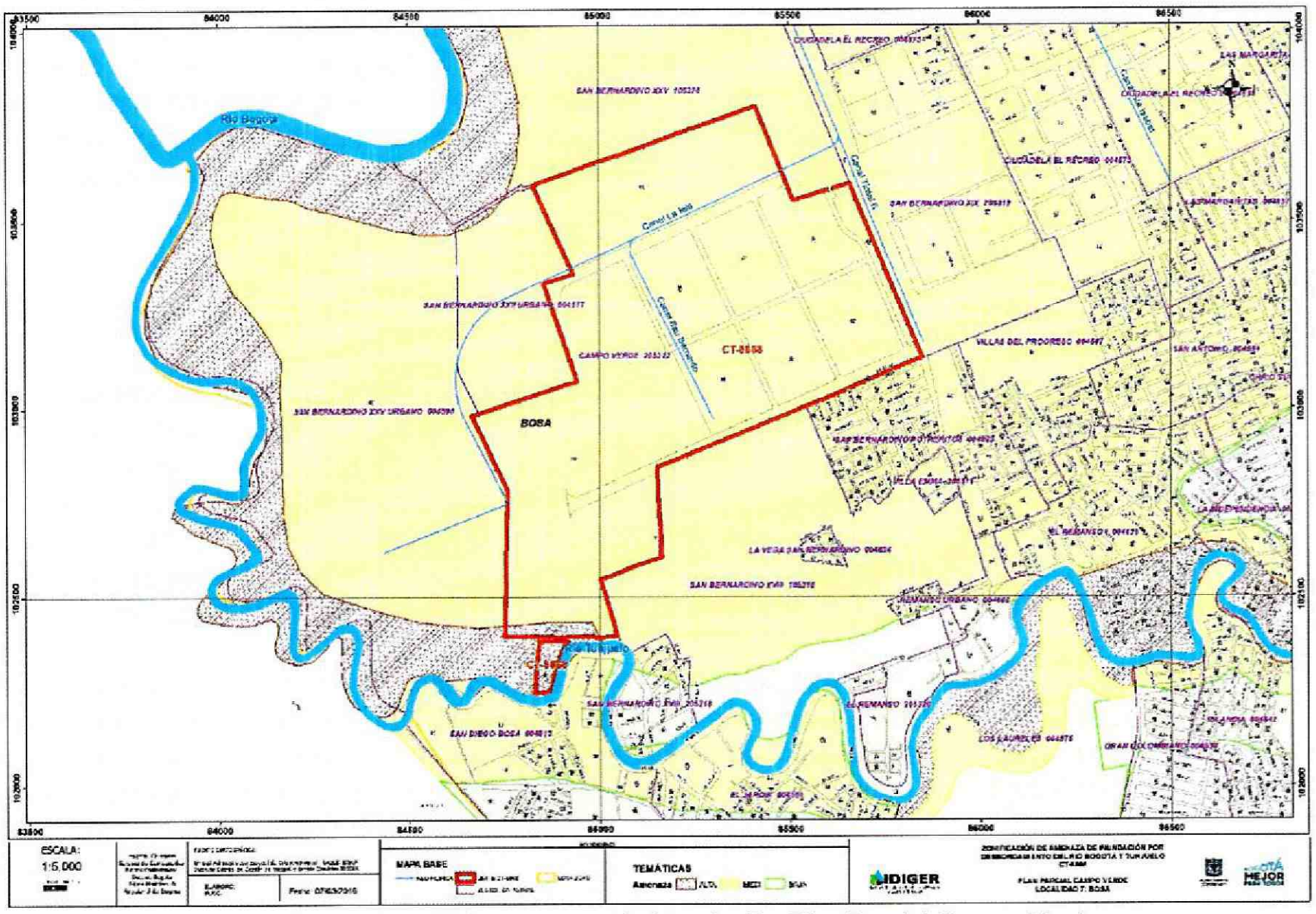


Figura 27. Zonificación de Amenaza de Inundación Plan Parcial Campo Verde según Concepto Técnico CT – 8068 de 2016

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta los aspectos presentados y evaluados, el presente concepto actualiza y reemplaza los Conceptos Técnicos CT – 6649 y CT – 7085 de 2013.

- Según el presente Concepto Técnico, el polígono del Plan Parcial Campo Verde está localizado en un 98.1% en una zona de amenaza media y un 1.9% en zona de amenaza alta de inundación por desbordamiento de los Ríos Bogotá y Tunjuelo de acuerdo con el Plano Normativo del Decreto 190 de 2004 (Compilación del POT - Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá – POT), Mapa de

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

Amenaza de Inundación por Desbordamiento, lo cual se ratifica a la luz de la información suministrada por la EAB – ESP y la CAR y las premisas evaluadas para la elaboración de este concepto como se muestra en el Anexo 1.

- No es necesario considerar estudios específicos de riesgo de inundación por desbordamiento para el sector del polígono del Plan Parcial Campo Verde que está en **amenaza media**, ya que esta categorización no genera restricción alguna en el uso del suelo, en concordancia con el Decreto Distrital 190 de 2004 (POT).

- La zona de **amenaza alta** por inundación definida de acuerdo al presente concepto, en concordancia con el Decreto 327 de 2004, debe ser objeto de restricción del uso y ocupación del suelo, por lo que en dicha zona no se podrán adelantar procesos de urbanización.

- Dado que de manera concurrente, en el sector se presentan las franjas establecidas como Zonas de Rondas y de Manejo y Preservación Ambiental del Río Tunjuelo y Bogotá, se recomienda consultar a la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA y a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR que son las entidades competentes en la definición de estas franjas sobre las afectaciones de uso del suelo y manejo de estas zonas.

- Igualmente se debe tener presente los aspectos ambientales derivados del Acuerdo 577 del 26 de Diciembre de 2014 del Concejo de Bogotá, "*Por el cual se declaran e incorporan como parques ecológicos distritales de humedal, los humedales de ribera "Tunjo" y "La Isla" y se dictan otras disposiciones*".

- Es de gran importancia recalcar que la amenaza de inundación por desbordamiento sólo puede reducirse y de ninguna forma eliminarse. Es indispensable que la población asentada en las zonas que están protegidas por jarillones sean conscientes del riesgo que esto implica y que se enteren y participen de manera activa en la implementación de medidas no estructurales que permitan un manejo adecuado del riesgo por inundación en estas zonas.
- Se recomienda a los promotores del Plan Parcial Campo Verde en Cabeza de la Empresa Fiduoccidente (Fiduciaria de Occidente S.A.) tener en cuenta los siguientes aspectos para los respectivos desarrollos urbanísticos:

    - Evaluación de la capacidad hidráulica de los canales existentes (Canal La Isla y San Bernardino), su influencia en la cuenca de drenaje Tintal y las consecuencias de la impermeabilización del suelo y la disminución del tiempo de concentración. Es necesario terminar la construcción del Canal La Isla de acuerdo con el diseño planteado para el desarrollo del Plan Parcial Campo Verde.

    - Ejecución de las obras que permitan mejorar el drenaje del predio y aumentar la capacidad y funcionalidad de los canales existentes. Estas medidas de drenaje deben contemplar el comportamiento de los flujos subsuperficiales y los niveles freáticos, así como la influencia sobre estos de los ríos Tunjuelo y Bogotá.

    - Incluir dentro del proyecto urbanístico medidas para el aislamiento y protección de viviendas y construcciones en general, debido a los fenómenos de capilaridad y humedad que se

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

pueden generar por los flujos subsuperficiales y subterráneos debido a la proximidad del plan parcial con los Ríos Tunjuelo y Bogotá.

- El diseño del proyecto constructivo y sus obras de cimentación, deben contemplar, dentro de su evaluación geotécnica, la susceptibilidad a procesos de licuación, debida a la presencia de mantos de arena y de altos niveles freáticos en el sector.

- Se recomienda tener en cuenta los lineamientos para el manejo del sistema de drenaje pluvial sostenible del Distrito Capital, según lo dispuesto en los numerales 1 y 2 del Artículo 7 del Decreto 528 de 2014 "Por medio del cual se establece el sistema de Drenaje Pluvial Sostenible del Distrito Capital, se organizan sus instancias de dirección, coordinación y administración; se definen lineamientos para su funcionamiento y se dictan otras disposiciones."

  - Según, el Artículo 2 y Parágrafo 1 del mismo Decreto menciona, Solidaridad y Responsabilidad de los Particulares,*"...los propietarios de predios están obligados a conservar en buen estado de limpieza los cauces y depósitos de aguas naturales o artificiales que existan en sus predios con el fin de mantener el flujo normal de las aguas y evitar el crecimiento excesivo de la flora acuática. Así mismo, los propietarios con predios dentro de las Zonas de Manejo y Preservación Ambiental - ZMPA-, deberán realizar el mantenimiento de la misma o permitirlo por parte de Administración Distrital.*

    Parágrafo 1°. Los propietarios de predios deberán acoger los lineamientos descritos en el presente Decreto y/o los instrumento que del mismo se deriven, con el fin de incluirlos en las construcciones, y adaptarlos a las condiciones del sistema de drenaje pluvial sostenible que desarrolle la ciudad".

- Se considera indispensable que la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá - EAB - ESP y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca lleven a cabo un estricto seguimiento y un monitoreo adecuado de las obras de protección contra inundaciones por los ríos Tunjuelo y Bogotá, en el marco de un programa de mantenimiento y acciones preventivas para garantizar la funcionalidad de las obras..

- Se recomienda que durante condiciones de caudal alto de los ríos Tunjuelo y Bogotá, la EAB - ESP y la CAR, realicen de acuerdo con su competencia, el seguimiento y monitoreo de la estabilidad y funcionalidad de los jarillones y en general de todas las estructuras pertenecientes a estos cuerpos de agua que consideren pertinentes. De esta forma se debe garantizar una adecuada detección de situaciones que puedan comprometer el funcionamiento de estas obras de protección; en cualquier caso, estas entidades deberán establecer e implementar los planes de contingencia necesarios ante una falla de las obras de control de inundaciones.

- Teniendo en cuenta la dinámica de los ríos Tunjuelo y Bogotá, se debe garantizar la funcionalidad de las obras de protección y dragado de los mismos por la entidad competente, durante su vida útil; de lo contrario las condiciones de amenaza de inundación por desbordamiento pueden cambiar en la zona de manera negativa, por lo cual se recomienda que las labores de mantenimiento se realicen periódicamente, para garantizar que en todo momento el cuerpo de agua y sus estructuras de

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

protección se conserven en las condiciones de seguridad y operación previstas en el diseño inicial como medidas de mitigación de riesgos.

- Se recomienda a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB desde sus competencias, adelantar los análisis de riesgos y planes de contingencias respectivos en el marco con la Ley 1523 de 2012 en su artículo 42. "Análisis específicos de riesgo y planes de contingencia", ante la falla funcional de las estaciones elevadoras.

- Se recomienda a la EAB-ESP desde sus competencias, adelantar las acciones respectivas para llevar a cabo las labores de limpieza de los canales presentes en el Plan Parcial y en especial los de la Cuenca Tintal que permita su buen funcionamiento, debido a la gran colmatación de basura y presencia de buchón que puede generar obstrucciones y la disminución de la capacidad hidráulica en el sistema de drenaje general.

- Se recomienda a la EAB – ESP, realice un intervención de mantenimiento preventivo y dragado del cauce en el tramo comprendido entre las abscisas K0+000 hasta el K4+000 del Río Tunjuelo con el fin de solucionar los problemas erosivos evidenciados en la visita de campo y con el fin de dar continuidad a la rectificación del cauce del Río Tunjuelo en la entrega a Río Bogotá, adicionalmente se sugiere estudiar la posibilidad de realizar el retiro de las estructuras abandonadas presentes en el cauce del Río Tunjuelo a la altura de la Planta Elevadora La Isla, con el fin de minimizar una obstrucción del cauce y remansos aguas arriba de este punto.

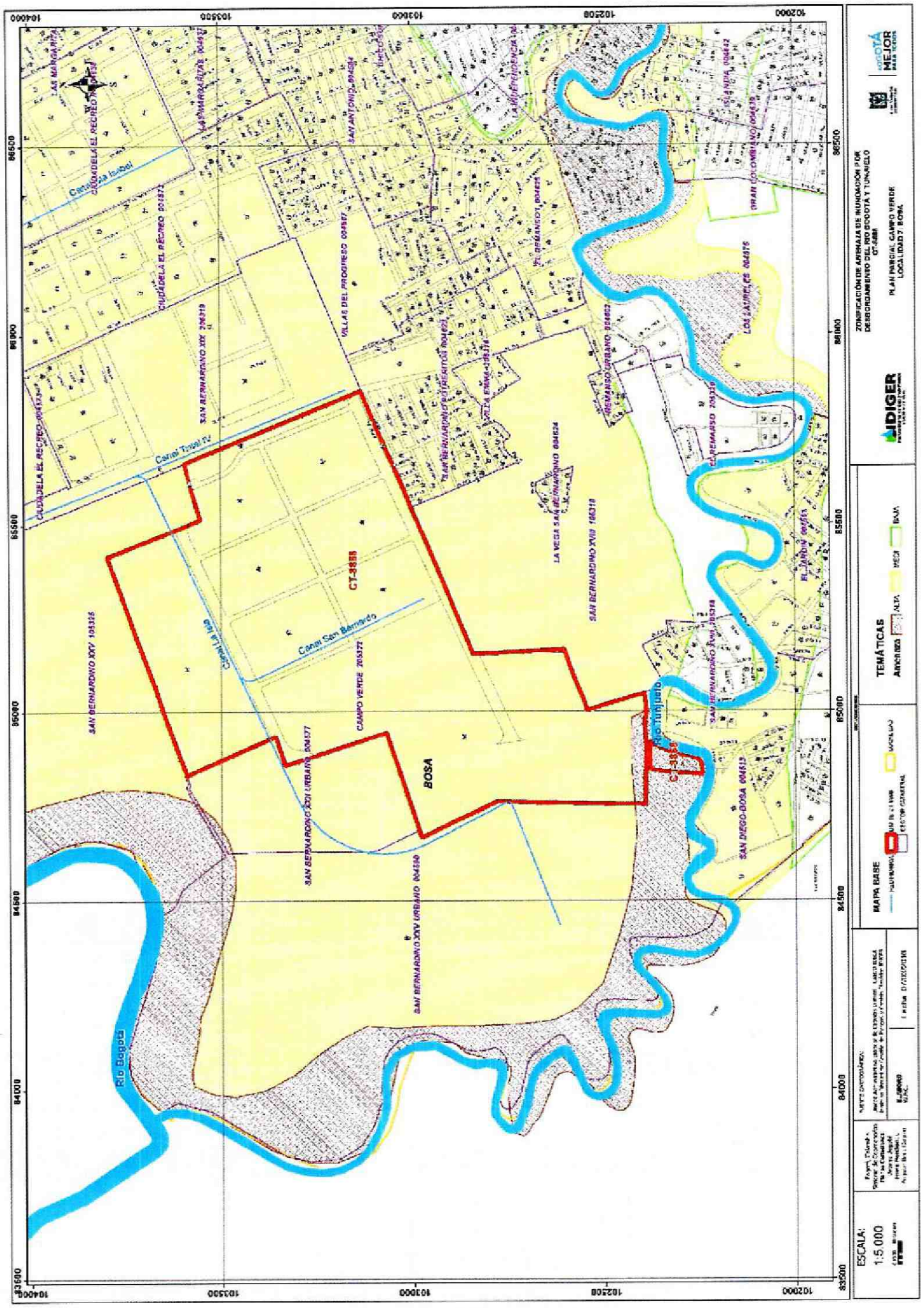
9. OBSERVACIONES

Las conclusiones y recomendaciones incluidas en el presente concepto tienen en cuenta las limitaciones y alcances definidos. El concepto es de carácter temporal, ya que el factor antrópico es una variable determinante en el sector y este es dinámico y muy sensible al cambio.

10. FIRMAS

Elaboró	Revisó
EDWIN GEOVANNI CASTILLO LANDINEZ Matrícula Profesional: 25202-155902 CND Ingeniero Civil	**LUIS ESTEBAN MONTAÑA FORERO** Profesional Especializado código 222 grado 23 Conceptos y certificaciones de riesgo
Avaló	
JESÚS ENRIQUE ROJAS OCHOA Profesional Especializado código 222 grado 29 Conceptos y certificaciones de riesgo	

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co



Anexo 1. Zonificación de Amenaza de Inundación Plan Parcial Campo Verde según Concepto Técnico CT – 8068 de 2016

Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co