1. INFORMACIÓN DE REFERENCIA

1.1 CONCEPTO TÉCNICO No. CT:	**CT-8253** Por el cual se actualiza y reemplaza la Zonificación de Amenaza de Inundación por Desbordamiento del río Bogotá en el sector denominado "El Corzo" de las localidades de Bosa y Kennedy
1.2 DEPENDENCIA:	Análisis de Riesgos y Efectos de Cambio Climático
1.3 ÁREA FUNCIONAL:	Conceptos y Certificaciones de Riesgo
1.4 CARTA REMISORIA No.	**RO-97177**

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 SOLICITANTE:	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR Metro de Bogotá
2.2 LOCALIDAD:	7. BOSA, 8 KENNEDY
2.3 UPZ:	86 El Porvenir, 83 Las Margaritas, 82 Patio Bonito
2.4 TIPO CONCEPTO:	Concepto para Planificación Territorial a solicitud de Entidad Distrital
2.5 ÁREA (ha):	170.5 ha
2.6 FECHA DE VISITA:	18 y 19 de Agosto de 2017
2.7 FECHA DE ELABORACIÓN:	12 de Octubre de 2017
2.8 TIPO DE RIESGO:	Inundación por Desbordamiento
2.9 VIGENCIA:	La vigencia del presente concepto, está determinada por las condiciones hidráulicas evaluadas para establecer la amenaza de inundación por desbordamiento, que está soportada en la funcionalidad de las obras de adecuación realizadas por la CAR

3. INTRODUCCIÓN

El presente concepto técnico tiene como origen, la solicitud realizada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, quien mediante las comunicaciones 20172136093 y 20172142363 del 16 de Agosto de 2017 y 25 de Septiembre de 2017 respectivamente, radicada en el IDIGER el 23 de Agosto de 2017 y el 10 de Octubre de 2017 bajo los consecutivos 2017ER14474 y 2017ER17391, en donde se solicita "*emitir concepto respecto de la variación de la Zona de Manejo y Protección Ambiental delimitada en el plano que se adjunta, de tal manera que se evalúe la reducción y mitigación del riesgo de amenaza por inundación ante las obras de adecuación y mitigación que fueron desarrolladas en la zona de ronda y de la ZMPA del río Bogotá, teniendo en cuenta que la Corporación estructuró el proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental de la Cuenca Media del río Bogotá*", y que fue ratificada mediante el consecutivo IDIGER 2017ER15681 del 12 de Septiembre por la Empresa Metro de Bogotá en donde se remite el polígono oficial para del predio denominado "El Corzo".

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 lo anterior, el presente concepto tiene como objeto la evaluación de la reducción y mitigación de la amenaza por inundación por desbordamiento ante las obras de adecuación y mitigación que fueron desarrolladas en la zona de ronda y de la ZMPA del río Bogotá en el tramo comprendido entre las abscisas K26+400 - K31+900 en el sector denominado "El Corzo", que permita realizar una actualización del mapa de amenaza de inundación por desbordamiento como insumo para realizar una variación del ancho de la zona de manejo y preservación ambiental según lo estipulado en el Parágrafo del Artículo 110 del Decreto 190 de 2004 en el cual se menciona:

> *..."La variación de la medida de la zona de manejo y preservación ambiental para sectores específicos, se realizará bajo un criterio de mitigación de la amenaza, que implica la ejecución de las obras de mitigación.*
>
> *Con el concepto previo favorable de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE) y de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), la autoridad ambiental competente adoptará la variación de su dimensión. Cuando estas franjas sean ajustadas por mitigación del riesgo, les serán asignados los usos del suelo en los instrumentos de planificación correspondientes"...*

Adicionalmente, la emisión del presente concepto, tiene en cuenta entre otras, las siguientes consideraciones:

En el numeral 8 del artículo 156 del Decreto 190 de 2004 (Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá. D.C. - POT), por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003, se incorpora el Mapa N° 4, Amenaza de inundación.

En el parágrafo 1º del artículo 112 del Decreto 190 de 2004, se establece que *"los instrumentos de planeamiento formulados para áreas que colinden o involucren el área de manejo especial del río Bogotá, se ajustarán a los lineamientos y diseños del estudio denominado "Plan Maestro de la Zona de Manejo y Preservación Ambiental del río Bogotá", realizado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, el departamento Administrativo de Planeación Distrital y el departamento Técnico Administrativo de Medio Ambiente".*

De igual forma en el artículo 114 del Decreto 190 de 2004, se describen las medidas estructurales para mitigar el riesgo por desbordamiento, con el objeto de proteger las zonas aledañas y controlar las crecientes para un período de retorno de cien años, donde 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 desarrollarían 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, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAB).

En el artículo 128 del Decreto 190 de 2004, se señalan las áreas urbanas en amenaza de inundación por desbordamiento de cauces naturales como aquellas localizadas en inmediaciones de los ríos y quebradas existentes en el Distrito Capital, y principalmente las que se localizan en sectores aledaños a los ríos Bogotá, Tunjuelo, Fucha, Juan Amarillo y humedal de Torca. En su parágrafo se indica que se encuentran identificadas en el plano denominado *Amenaza de inundación* y que el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER completaría la información relacionada con las áreas urbanas en amenaza de inundación por desbordamiento por otros cursos de agua 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

Que conforme con el artículo 129 del Decreto 190 de 2004, las medidas de mitigación de riesgos por inundación, serán:

1. *"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.*
2. *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."*

En el artículo 130 del Decreto 190 de 2004, se dispone que las obras prioritarias para disminuir el riesgo de inundación por desbordamiento en las zonas aledañas al río Bogotá corresponden con 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), obras que estaban 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.

A su vez, en el artículo 131 del Decreto 190 de 2004 se indica que las obras de drenaje de alcantarillado previstas por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAB) permitirán la evacuación de las aguas lluvias y residuales de la ciudad disminuyendo el riesgo de inundación, además que para las zonas sujetas a amenazas y riesgos, se determinan como prioritarias la construcción de las obras de drenaje pluvial y sanitario en la zona de Tintal, cuyo elemento básico es el Canal Embalse Cundinamarca, el cual recibirá las aguas lluvias antes de su desembocadura en el río Bogotá. Esta obra debería desarrollarse a corto plazo. En el mediano plazo se desarrollaría la construcción de jarillones en la margen oriental y el dragado del río Bogotá.

Aunque en el Decreto 190 de 2004, se previó que la adecuación hidráulica del río Bogotá sería realizada por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAB-ESP), sin embargo se suscribió el Convenio Interadministrativo 171 de 2007 entre la Secretaría Distrital de Ambiente y la EAB-ESP, en el marco del "Megaproyecto del río Bogotá", en el cual se estableció que la CAR sería la encargada de ejecutar las obras de la adecuación hidráulica del río Bogotá con cargo al Fondo para las Inversiones Ambientales en la Cuenca del río Bogotá – FIAB, fondo que se financia con del 7.5% del 15% del impuesto predial que Bogotá, transfiere a la CAR.

Para el sector denominado El Corzo, mediante la comunicación 20172136093 del 16 de agosto de 2017, radicada en el IDIGER el 23 de agosto de 2017 bajo el consecutivo 2017ER14474, la CAR manifiesta:

> *"...la Corporación estructuró el proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental de la Cuenca Media del río Bogotá en dos tramos, el primero desde las compuertas de Alicachín en Soacha (sic) hasta la desembocadura del río Juan Amarillo con una longitud de 52.5 Km a la fecha terminado y un segundo tramo desde la desembocadura del río Juan Amarillo hasta el sector denominado Puente la Virgen en el municipio de Cota, actualmente en ejecución..."*
>
> *"...se realizó en el tramo desde el K27+200 al K30+600 (predio El Corzo), la conservación de las zonas inundables, ampliación de la sección trasversal del cauce del río con las siguientes características, ancho del canal promedio 45 mts, longitud de la berma promedio 30 mts, altura del jarillón promedio*

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

3.5 mts, así como se evidencia en las secciones transversales y planimetrías anexas a este oficio, adicionalmente se realizó el dragado de sedimentos acumulados en el lecho y el reforzamiento de los jarillones en la margen occidental, lo anterior con el fin de lograr una capacidad hidráulica funcional..."

En 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.
    - 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.
    - Emitir conceptos sobre gestión de riesgos en el marco del SDGR - CC, para la viabilidad de proyectos de inversión pública en el Distrito Capital, cuando estén definidos por los planes y programas que lo desarrollan, y /o las normas distritales o nacionales.

A su turno, para la actualización de los planos oficiales del Plan de Ordenamiento Territorial, conforme con el artículo 471 del Decreto 190 de 2004, se previó que la Secretaría Distrital de Planeación actualizaría los planos oficiales adoptados por este Decreto, con base en los actos administrativos que desarrolle el Plan, con el objeto de mantener actualizada la cartografía temática en cada uno de los niveles de información que la conforman. La adopción del nuevo plano y derogación del anterior se debe hacer mediante Resolución de dicha secretaría. Conforme a ello, el plano de amenaza de inundación adoptado en el Decreto 190 de 2004, fue actualizado mediante la Resolución 858 de 2013, expedida por la Secretaría Distrital de Planeación.

El Decreto 1807 de 2014 (compilado en el Decreto 1077 de 2015) reglamenta la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial, entre otras disposiciones, en su artículo 9° hace referencia a los estudios básicos para determinar las condiciones de amenaza de inundación en suelos urbanos, de expansión urbana y rural.

El IDIGER, en cumplimiento del Decreto 1807 de 2014, está desarrollando los estudios básicos de inundación en el marco del proyecto de "*Incorporación de Gestión de Riesgos en la Actualización del Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital 2016-2017*", con los que se viene adelantando la actualización del Plano Normativo de Amenaza de Inundación por Desbordamiento para Bogotá y cuyos insumos sirvieron para la emisión del presente concepto técnico.

4. ALCANCE Y LIMITACIONES

El presente concepto técnico se emite en función de las obras y medidas de mitigación que ha adelantado la CAR como la encargada de ejecutar las obras de la adecuación hidráulica del río Bogotá a cargo del Fondo para las Inversiones Ambientales en la Cuenca del río Bogotá – FIAB, por tal razón los resultados para el tramo

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

donde se localiza el predio "El Corzo" son dependientes de la información e insumos disponibles para los análisis de amenaza.

Por lo tanto, con la información remitida por la CAR para el tramo comprendido entre las compuertas de Alicachín y la desembocadura del canal Torca-Guaymaral, el IDIGER realizó la evaluación de la amenaza de inundación por desbordamiento del río Bogotá teniendo en cuenta los planos record de obra y los diseños, situación que tendría una condición más conservadora en las modelaciones permitiendo tener un comportamiento de todo el cuerpo de agua en la cuenca media del rio Bogotá en el Distrito Capital y los efectos de la nueva condición hidráulica en el sector evaluado, generada por las obras de adecuación realizadas por la CAR.

La información topográfica y batimétrica del río Bogotá utilizada, se obtuvo a partir de 3 fuentes de información suministradas para igual número de sectores por la CAR, de acuerdo con el avance y ejecución del proyecto de Adecuación hidráulica, en donde el primer sector topográfico entregado corresponde con los planos record oficiales de obra para el Sector Alicachín – Calle 13, donde se localiza el predio "El Corzo", objeto del presente concepto.

Adicionalmente, se tiene que:

- 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.
- La modelación hidráulica tuvo en cuenta las dos márgenes del río Bogotá, sin embargo la margen derecha no contempla evaluación de amenaza, debido a que esta margen no es jurisdicción de Bogotá.
- 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 los planos record oficiales de obra para el Sector Alicachín – Calle 13 de las obras de adecuación hidráulica y mitigación de crecientes por lo que los resultados están en función de la información disponible.
- Este concepto utiliza la información remitida por la CAR correspondiente con los diseños y planos record de las obras de protección del río Bogotá en el proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del río Bogotá como insumo para realizar la evaluación de amenaza de inundación por desbordamiento, sin embargo, es necesario aclarar, que los diseños y obras realizadas son responsabilidad exclusiva de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR.
- La visita de campo realizada para la elaboración de este concepto tiene el alcance de la verificación de las condiciones físicas del sector y comprobación de los sitios intervenidos por la CAR.

5. LOCALIZACIÓN

El sector denominado "El Corzo" se encuentra localizado en el costado Nororiental de la Localidad de Bosa, en las UPZ 86 El Porvenir, 83 Las Margaritas y 82 Patio Bonito, en los sectores catastrales El Corzo Rural, Osorio XXIII, Osorio X y Osorio XII, sobre la margen izquierda del río Bogotá entre el tramo de entrega del río Fucha y Tunjuelo, adicionalmente sobre el predio se encuentran las Zonas de Ronda y de Manejo y Preservación Ambiental del río Bogotá como se muestra en la Figura 1.

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

Como acceso principal al sector se cuenta con la Avenida Longitudinal del Occidente, la Avenida Villavicencio y la Avenida 1° de Mayo, las cuales corresponden con vías principales del sector, por donde circula tránsito mixto.

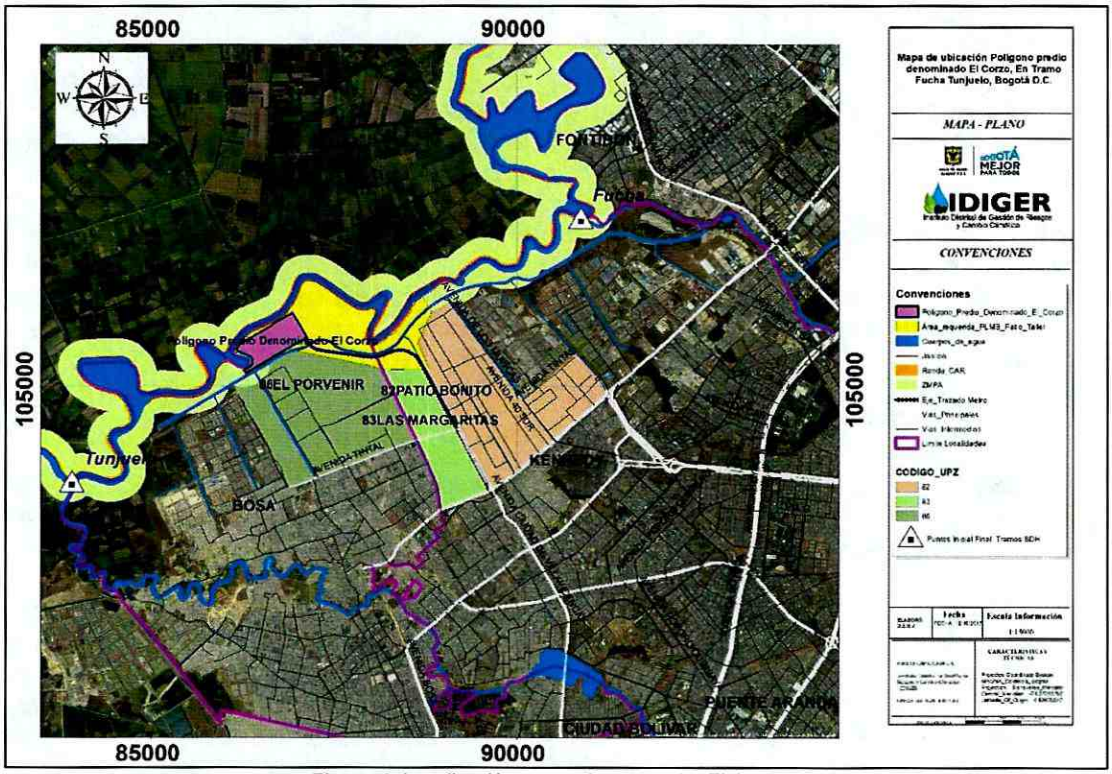


Figura 1. Localización sector denominado "El Corzo"

El sector denominado "El Corzo" se encuentra delimitado aproximadamente entre las siguientes coordenadas planas con origen Bogotá (Figura 1 y Tabla 1):

Tabla 1 Coordenadas aproximadas para el sector denominado "El Corzo".

Norte:	106235.2	a	105208.7
Este:	88706.8	a	86376.3

Los límites del sector son los siguientes:

Noreste: Río Bogotá, Planta elevadora Gibraltar y sector catastral El Jazmín
Noroeste: Río Bogotá Sectores Catastrales Cañaveralejo rural y Cañaveralejo
Sureste: Canal Cundinamarca, Avenida Longitudinal y sector catastral El Porvenir
Suroeste: Canal Cundinamarca, Avenida Longitudinal y sector catastral Cañaveralejo

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

Mediante la Resolución 858 del 26 de julio 2013 de la Secretaría Distrital de Planeación, "*Por la cual se actualiza el mapa número 4 del Decreto 190 de 2004*", se realizó una actualización del plano normativo utilizando como referencia los conceptos técnicos de legalización y de planes parciales: mediante los cuales se lleva la amenaza de inundación por desbordamiento a una escala de predio. Por lo cual la modificación del plano corresponde a un aumento de escala y no a la modificación de las condiciones de amenaza, con excepción de los casos en los cuales se realizó un nuevo estudio de zonificación que respalda el concepto.

Como resultado de este ejercicio se realizó la actualización del plano de amenaza de inundación incorporado el Concepto Técnico CT-4536 emitido para el sector denominado "Gavilanes" en la Localidad de Suba que tiene como soporte técnico las comunicaciones de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá indicando la culminación de las obras de realce del jarillón de la margen izquierda del río Bogotá entre el Humedal Juan Amarillo y el Humedal la Conejera y el Concepto Técnico CT-6697 emitido para el Plan Parcial San José de Maryland que realiza un ajuste basado en el análisis de criterios principalmente de carácter geomorfológico, hidrológico e hidráulico, de acuerdo con la información disponible, el reconocimiento de campo y la adopción de algunas premisas fundamentales para garantizar la estabilidad de la evaluación.

El plano normativo de amenaza de inundación por desbordamiento (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), a la fecha contiene las zonas de amenaza alta, media y baja de: El río Tunjuelo, la quebrada Limas, la quebrada Chiguaza, el río Fucha, el río Salitre-Juan Amarillo, los humedales Jaboque, Juan Amarillo, Conejera, Guaymaral y Torca y el río 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

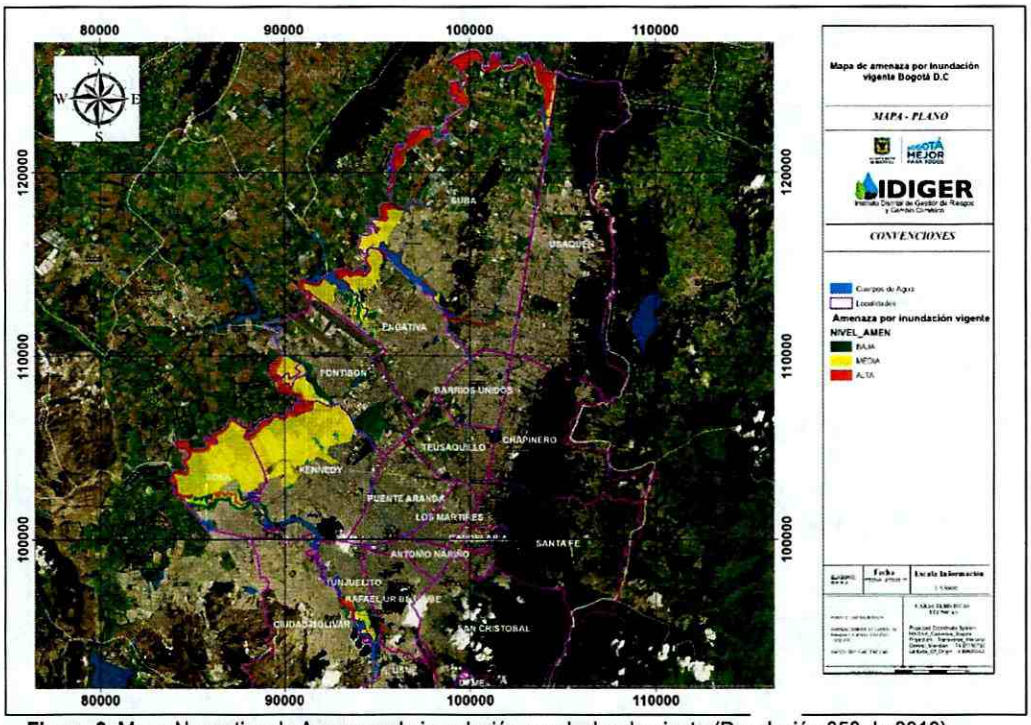


Figura 2. Mapa Normativo de Amenaza de inundación por desbordamiento (Resolución 858 de 2013)

Para el sector denominado "El Corzo", de acuerdo con el Mapa Normativo de Amenaza de inundación por desbordamiento (Resolución 858 de 2013), se encuentra en una zona de amenaza alta y media de inundación por desbordamiento del Río Bogotá, como se aprecia en la Figura 3.

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

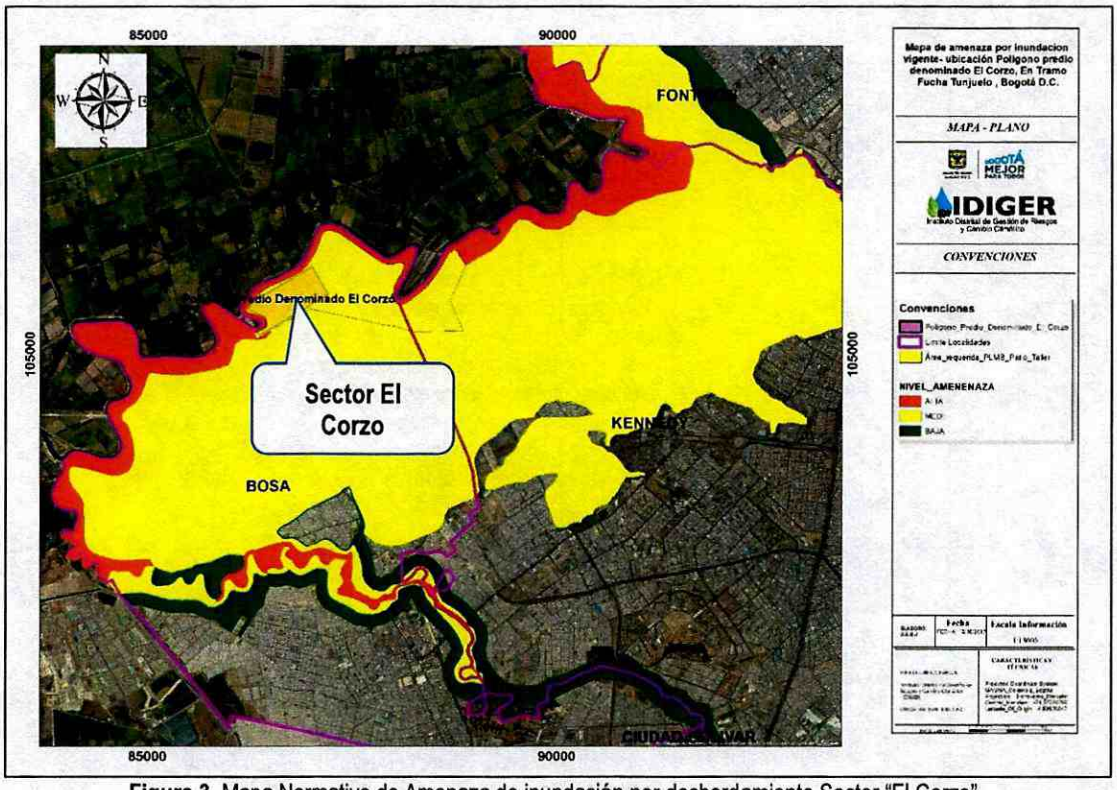


Figura 3. Mapa Normativo de Amenaza de inundación por desbordamiento Sector "El Corzo"

6.1 INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE RIESGOS

A través de la emisión de conceptos técnicos de legalización y de planes parciales se lleva la zonificación de amenaza de inundación por desbordamiento a una escala detallada a nivel predial, por tal motivo pueden realizarse modificaciones al mapa de Amenaza de Inundación por desbordamiento correspondientes 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 o la incorporación de medidas estructurales (obras de mitigación) que hagan necesario realizar una evaluación de la amenaza.

En la Tabla 2 y en la Figura 4 se presentan los conceptos técnicos por inundación emitidos por el IDIGER (antes FOPAE) a partir de la expedición del Decreto 190 de 2004 para la zona en donde se encuentra localizado el sector denominado El Corzo, dentro del cual se localiza el predio identificado en el mismo nombre.

Tabla 2 Conceptos Técnicos emitidos en el Sector denominado El Corzo

CONCEPTO TÉCNICO	FECHA	LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN
CT-3992	16 de Junio de 2004	Kennedy, UPZ 86	Para la Emisión de este concepto, se desarrolló la respectiva modelación hidráulica, empleando variables como la topografía, 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

CONCEPTO TÉCNICO	FECHA	LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN
			geomorfología, el comportamiento geotécnico del Jarillón y los respectivos usos del suelo del área en estudio. La amenaza depende entonces, de la severidad de los eventos asociados a un periodo de retorno una profundidad y la respectiva duración del evento. El barrio el Jazmín queda en amenaza Alta por inundaciones. Este también se encuentra en vulnerabilidad Alta. Por lo tanto, son obras prioritarias para disminuir la amenaza de inundación por desbordamiento en las zonas aledañas al río Bogotá la adecuación hidráulica del río y las obras para el desplazamiento de sus jarillones por una longitud de 30 metros en la margen izquierda con alturas semejantes a los existentes. Las obras para la adecuación del río Bogotá comprenden dragado y la ampliación del cauce, obras que están programadas para ser llevadas a cabo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) en el corto y mediano plazo.
CT-3998	18 de Junio de 2004	Bosa, UPZ 82	El barrio El Recuerdo se encuentra en zonas de amenaza alta y media por inundación generada por el desbordamiento natural del río Bogotá. Este se encuentra en una zona localizada topográficamente a la misma altura que el nivel normal del río y en algunos casos a un nivel más bajo. El jarillón en general tiene condiciones aceptables desde el punto de vista geotécnico, a pesar de presentar inestabilidad en algunos puntos. Al definir la matriz de vulnerabilidad, se establece que el barrio en mención está en zona de vulnerabilidad alta. Se recomienda que para la habilitación del sector ubicado en zona del alto riesgo mitigable se asegure la construcción de las obras de adecuación hidráulica del río Bogotá, definidas en el POT en el artículo 74 Para el proceso de legalización, se sugiere denominar como sectores afectados no sólo aquellos que presentan alto riesgo sino también los de alta amenaza por inundación por desbordamiento del río Bogotá, ya que constituyen un riesgo potencial. Las obras para la adecuación del río Bogotá comprenden dragado y la ampliación del cauce, obras que están programadas para ser llevadas a cabo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) en el corto y mediano plazo.
CT-3999	18 de Junio de 2004	Kennedy, UPZ 83	El barrio La Rivera se encuentra en zona de amenaza media por inundación generada por el desbordamiento natural del río Bogotá. De acuerdo a los criterios de evaluación de la vulnerabilidad, el barrio en mención se encuentra en vulnerabilidad alta.

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

CONCEPTO TÉCNICO	FECHA	LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN
			Por lo tanto, son obras prioritarias para disminuir la amenaza de inundación por desbordamiento en las zonas aledañas al río Bogotá la adecuación hidráulica del río y las obras para el desplazamiento de sus jarillones por una longitud de 30 metros en la margen izquierda con alturas semejantes a los existentes. Las obras para la adecuación del río Bogotá comprenden dragado y la ampliación del cauce, obras que están programadas para ser llevadas a cabo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) en el corto y mediano plazo.

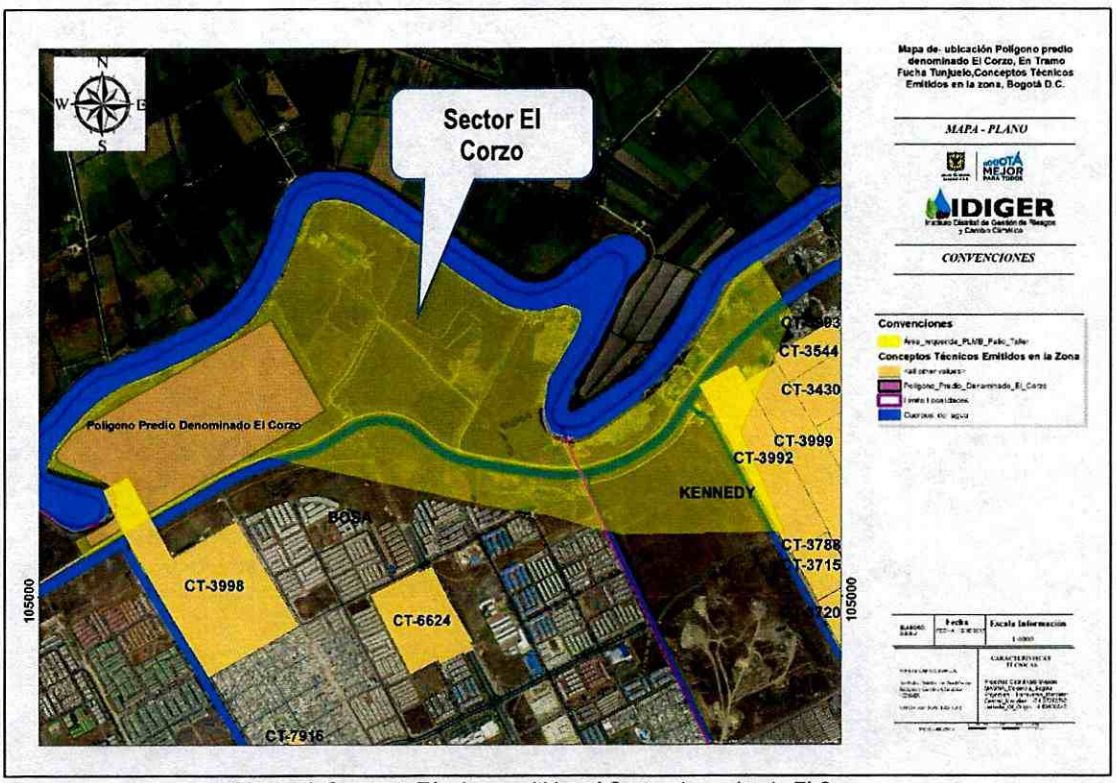


Figura 4. Concepto Técnicos emitidos el Sector denominado El Corzo

Adicionalmente, el IDIGER (antes FOPAE) ha realizado visitas en atención de situaciones de emergencia sobre el río Bogotá en cercanías con el sector denominado El Corzo, para las cuales se han emitido documentos técnicos. Esta información es incorporada en el presente concepto, para establecer una secuencia cronológica de eventos y acciones por parte del IDIGER, tal como se referencia a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3. Diagnósticos de inundación sobre el río Bogotá emitidos por el IDIGER

Diagnóstico Técnico	Fecha	Localidad	Descripción
DI - 6103	06/12/2011	Bosa	Se presentó la inundación por reflujo con láminas de agua hasta de 1.20 metros de altura, en el sector comprendido por las Calles 58 Sur a Calle 75A Sur entre Carreras 92A a 106A aproximadamente, debido posiblemente a la sobrecarga de volúmenes de agua y/o caudales en el sistema de alcantarillado del Canal Cundinamarca y sus canales afluentes que tienen la función de drenar gran parte de las localidades de Bosa y Kennedy, lo cual conllevó a sobrepasar la capacidad máxima de almacenamiento del sistema en comento, generando el reflujo del sistema por las redes menores de alcantarillado de aguas lluvias. Se recomendó a la CAR, adelantar las gestiones pertinentes desde su competencia, que permitan priorizar y agilizar la adecuación hidráulica del río Bogotá, en el que se incluyan entre otras, la adquisición y adecuación de áreas para permitir de manera oportuna las inundaciones controladas y la amortiguación de crecientes; así como el aumento de la capacidad hidráulica del río A la EAB - ESP desde sus competencias, adelantar los análisis de riesgos y planes de contingencias respectivos en el marco del Decreto 332 de 2004 (Artículos 15 y 16), en los que se incluyan entre otros escenarios de daños y áreas de afectación ante la falla funcional de las estaciones elevadoras.
DI - 8967	20/01/2016	Bosa	En la visita técnica realizada el día 20 de enero de 2016, se evaluó de forma cualitativa las condiciones de estabilidad del predio nombrado "La Marranera" de la Localidad de Bosa con el fin de analizar la posibilidad de recomendar la inclusión en el programa de reasentamiento de familias que se encuentran el condición de riesgo. Se recomendó evacuar e incluir con prioridad técnica uno (1) en el programa de reasentamiento de Familias Ubicadas en Zona de Alto Riesgo No Mitigable.

6.2 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 princípiales objetivos con respecto al control de inundaciones del río Bogotá en el Distrito Capital "...*es el diseño y construcción de las obras*

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

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 a los ríos un manejo multipropósito: buscando un balance entre los usos beneficiosos para generación de energía, suministro de agua y agricultura, con la protección y potenciación del hábitat..."

6.2.1 Generalidades del proyecto

El proyecto se desarrolló conforme a los acuerdos interinstitucionales celebrados entre La CAR y el Distrito Capital a través de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAB – 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 EAB – ESP 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 EAB – ESP 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 EAB-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

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

- Otros proyectos que se definan de común acuerdo entre las partes del Convenio

Al interior de la 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:

- 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 Sibaté.
- 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 de la CAR 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 EAB – 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 tomaron los insumos de la primera fase y se concentró 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

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

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.

Así las cosas, al ejecutar las tres acciones anteriores, la CAR considera 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".

6.2.2 Información 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 HIDRÁULICOS.
  Esta consultoría la realizo el Ingeniero Hidráulico Germán Monsalve según contrato No. 0027 de 2008
- ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTÉCNICOS.
  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 EVALUACIÓN PREDIAL,
  Los realizo la firma AVALES INGENIERÍA INMOBILIARIA LTDA. Según contrato No.416 de 2008.
- DISEÑOS GEOMÉTRICOS.
  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 FIAB.
- DISEÑOS PAISAJÍSTICOS.
  Los elaboró la Arquitecta Ángela de Francisco y el Arquitecto Richard Hernández del grupo FIAB.
- COMPONENTE BIÓTICO.
  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.
- DISEÑOS GEOMÉTRICOS, ELABORACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTOS.
  Los elaboró el Ingeniero Guillermo Cruz del Grupo FIAB de la Corporación.

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

- 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 km entre las compuertas de Alicachín en el municipio de Sibaté 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.

6.2.3 Área de estudio.

El proyecto se desarrolla sobre las áreas adyacentes al río Bogotá, entre las compuertas de Alicachín en el municipio de Sibaté 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 Salitre-Juan Amarillo.
- Tramo D: Localizado entre la desembocadura del río Salitre-Juan Amarillo y el sitio denominado Puente la Virgen en el vía Cota - Suba.

En la Figura 5 se puede observar la zona de influencia directa del Proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental – Proyecto de AHRB.

6.3 INTERVENCIONES REALIZADAS EN EL RÍO BOGOTÁ

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 EAB – ESP correspondientes a realizar el 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.

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:

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

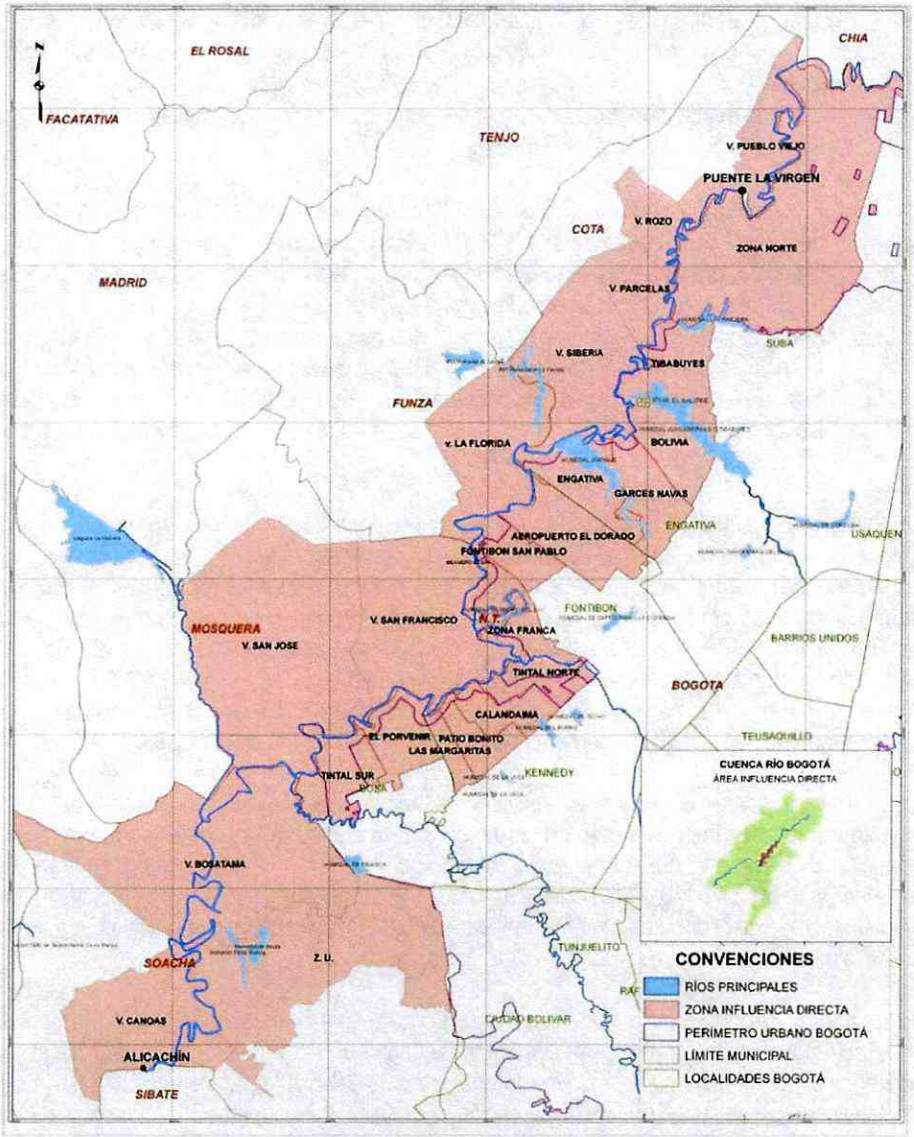


Figura 5. Zona de influencia directa del proyecto de AHRB
Fuente: Documento General del Proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental – CAR

- 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 mayores 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

Luego, en atención al artículo 36 "Nuevo Ordenamiento Territorial" del Acuerdo 645 de 2016 "*por el cual se adopta el plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas para Bogotá, D.C. 2016 - 2020 Bogotá mejor para todos*", donde se establece realizar las acciones necesarias para planificar la ciudad a través de una normatividad urbanística que reglamente adecuadamente su desarrollo y crecimiento, la Secretaría Distrital de Planeación – SDP lidera la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial – POT del Distrito Capital, expedido mediante el Decreto 619 de 2000, modificado por el Decreto 469 de 2003 y compilado por el Decreto 190 de 2004, ha fijado como compromisos la actualización de los planos normativos de amenaza de inundación, encharcamiento y avenidas torrenciales a nivel urbano y rural de la ciudad.

Para tal fin es necesario caracterizar la amenaza de inundación de las diferentes localidades del Distrito Capital que se encuentran localizadas en la margen izquierda del río Bogotá a través de la incorporación de estas medidas de mitigación como insumo primario de acuerdo con lo planteado en el Decreto 1807 de 2014 "Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones" y es la base normativa para realizar la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial.

El IDIGER para poder incorporar las medidas de mitigación correspondientes en los planos normativos del POT, requiere realizar una recopilación de las acciones adelantadas en ésta materia, para lo cual, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR adelanta a través del Fondo para la Inversiones Ambientales del río Bogotá la ejecución del proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del río Bogotá, situación que genera un impacto en la valoración de la amenaza y riesgo por inundación del río Bogotá y de los cuerpos tributarios que drenan la ciudad. Por tal motivo, mediante la Carta Remisoria CR-24275 con Radicado IDIGER 2016EE7078 del 29 de Junio de 2016, el IDIGER solicita a la CAR la información que se menciona a continuación.

- Planos record de la adecuación hidráulica con la topografía y batimetría actualizada luego de la adecuación realizada.
- 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

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

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)
- Diseño de las áreas multifuncionales plateadas en la adecuación.
- Estudios y diseños geotécnicos de las obras de adecuación (Convenio Interinstitucional No. 514 del año 2007)
- Caracterización de lodos del río Bogotá (Contrato No 0393 de 2007)
- Diseños Geométricos
- Estudios Hidrogeológicos
- Diseños Paisajísticos.
- Plan de contingencia y emergencia de las obras de adecuación hidráulica y plan se seguimiento y monitoreo y mantenimiento de las mismas.

Mediante, el Radicado 20162126726 del 12 de Julio de 2016, con Radicado IDIGER 2016ER12071, la CAR manifiesta lo siguiente:

> *"...con el fin de caracterizar la amenaza de inundación en las diferentes localidades del Distrito Capital, cordialmente nos permitimos enviarle el Informe General de los estudios realizados que sirvieron de soporte a los trabajos en la Cuenca Media..."*
> *"...En el informe se describen los estudios hidráulicos, geotécnicos, geométricos, hidrogeológicos y paisajísticos que se llevaron a cabo por parte del FIAB contenidos en el listado del oficio..."*
> *"...Con relación a la información que se encuentra en el listado sobre las acciones que tienen que ver con las Áreas multifuncionales y el Plan de mantenimiento y monitoreo de las obras de adecuación, le comentamos que estos temas son el objeto de una consultoría para la cual adelanta la CAR en la actualidad un proceso de contratación con normas del Banco Mundial..."*
> *"...Respecto a los planos record podremos suministrarlos una vez que el contratista de la CAR haya terminado los trabajos de adecuación, lo cual se tiene programado para el mes de Octubre del presente año..."*

Posteriormente, mediante la Carta Remisoria CR-25615 con Radicado IDIGER 2016EE13536 del 17 de noviembre de 2016, el IDIGER solicita a la CAR la siguiente información que servirá de insumo para actualizar el sistema de alerta por inundación del río Bogotá realizado por el IDIGER y la actualización del plano normativo de amenaza de inundación por desbordamiento para la revisión ordinaria del Plan de Ordenamiento de Bogotá:

1. Acceso a la información de lluvias y niveles (además de la ubicación y características de su transmisión de información) de las estaciones administradas por la CAR y que pueden tener influencia en la ciudad de Bogotá y sus zonas aledañas (en tiempo real), en torno a la construcción de un sistema de monitoreo robusto que le permita al IDIGER analizar dichos datos de manera anticipada, para la generación de reportes que permitan soportar la emisión de alertas frente a elevados niveles del río que puedan generar condiciones de riesgo por desbordamiento para la ciudad.
2. Contar con la colaboración de la CAR para gestionar una visita a lo largo del río Bogotá a personal del IDIGER en donde se den a conocer por parte de la Corporación las características técnicas del proceso constructivo realizado dentro de las labores de adecuación hidráulica llevadas a cabo en los tramos intervenidos, así como la condición actual a lo largo del río que aún falta por intervenir.
3. Informe de las zonas actualmente más vulnerables en la ciudad frente a posibles crecientes del río Bogotá, dado que aún se encuentra en curso el proceso de construcción de jarillones dentro 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

adecuación hidráulica del río que la CAR tiene bajo su responsabilidad, así como las medidas o planes de contingencia propuestos para su control.

4. Planos Record Oficiales de las obras adelantadas en el proyecto de Adecuación Hidráulica y Recuperación Ambiental del río Bogotá en el tramo comprendido entre Alicachín y la Calle 80
5. Dado que las zonas de expansión del Distrito Capital se encuentran al norte de la ciudad principalmente, es necesario conocer si la CAR está adelantando estudios o diseños de adecuación del río Bogotá en el sector comprendido entre Puente la Virgen y la desembocadura del río Torca, con el fin de incorporar dichos diseños en la evaluación del modelo de amenaza de inundación por desbordamiento desarrollado por el IDIGER en ese sector.
6. Estudios batimétricos y topografía del Canal Torca – Guaymaral que por su localización se encuentra dentro de su jurisdicción por encontrarse en Zona Rural del Distrito Capital.

En atención a la solicitud presentada por el IDIGER, la CAR mediante el Radicado 20162152498 del 29 de Noviembre de 2016 con Radicado IDIGER 2016ER20274, la CAR manifiesta:

> *"...podemos manifestarle que la construcción de jarillones en el tramo correspondiente a la cuenca media del río ya se ha adelantado entre Alicachín y la desembocadura del río Juan Amarillo en una extensión de 52.5 Kilómetros. Falta por ejecutarla en los últimos 16 kilómetros entre el último punto anterior y el sitio Puente la Virgen, sector en el cual ya las obras se han iniciado y se espera su culminación en un plazo de aproximadamente 8 meses..."*
> *"...información sobre planos finales de obra correspondiente al tramo entre Alicachín y la Calle 13, en una extensión de 40 Kilómetros. Se informó además que una vez culminen las obras, el contratista entregará a la CAR la información record faltante y en ese momento con gusto se la podremos suministrar..."*
> *"...Para la cuenca alta del río Bogotá, en la cual se incluye el sector entre Puente la Virgen y el Canal Torca, la CAR contrató los diseños de la adecuación hidráulica del cauce. En el momento se efectúan los ajustes finales para los diseños los cuales se considera que estén terminados en el mes de Enero de 2017. Una vez culminados podremos suministrarlos a ustedes a través del FIAB..."*

Para el sector denominado El Corzo, objeto del presente concepto técnico, mediante la comunicación 20172136093 del 16 de Agosto de 2017, radicada en el IDIGER el 23 de Agosto de 2017 bajo el consecutivo 2017ER14474, la CAR manifiesta:

> "...se realizó en el tramo desde el K27+200 al K30+600 (predio El Corzo), la conservación de las zonas inundables, ampliación de la sección trasversal del cauce del río con las siguientes características, ancho del canal promedio 45 mts, longitud de la berma promedio 30 mts, altura del jarillón promedio 3.5 mts, así como se evidencia en las secciones transversales y planimetrías anexas a este oficio, adicionalmente se realizó el dragado de sedimentos acumulados en el lecho y el reforzamiento de los jarillones en la margen occidental, lo anterior con el fin de lograr una capacidad hidráulica funcional..."

Bajo este panorama, se tiene que el punto de partida para Bogotá es actualizar las condiciones de amenaza de inundación de acuerdo con la incorporación de las medidas estructurales que en su momento se plantearon en el Plan de Ordenamiento como medidas de mitigación del riesgo de inundación de la ciudad y que actualmente se ejecutan o se han ejecutado sobre el río Bogotá y sus afluentes.

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. ANÁLISIS DE LA AMENAZA

7.1 METODOLOGIA.

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 con 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.

Teniendo en cuenta lo mencionado, para el río Bogotá se han adelantado las medidas estructurales para mitigar el riesgo por desbordamiento en el tramo correspondiente a la cuenca media del río entre Alicachín y la desembocadura del río Salitre-Juan Amarillo en una extensión de 52.5 km como lo afirman las diferentes comunicaciones que se relacionaron en el apartado 6.6 Intervenciones realizadas en el río 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

Debido a lo descrito anteriormente el IDIGER dio inicio a la actualización del mapa normativo por inundación de cada uno de los cuerpos de agua, teniendo en cuenta las obras de adecuación hidráulica adelantadas para cada uno de estos. La metodología planteada para la actualización de mapa contempla cinco (5) etapas como se presenta en la Figura 6.

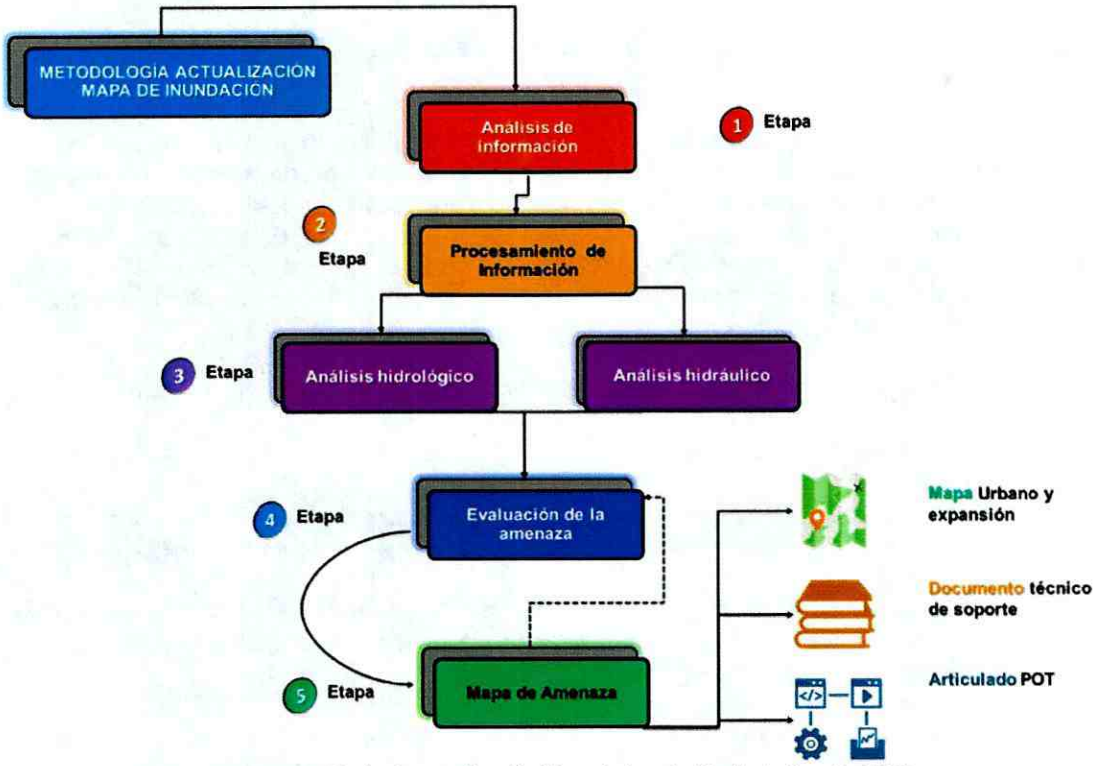


Figura 6. Metodología de actualización Mapa de inundación (Actualización POT)

La etapa 1 y 2 consiste en la revisión, análisis y procesamiento de la información recibida por cada una de las entidades (CAR y EAB – ESP), de donde se obtuvieron las bases para los análisis hidrológicos e hidráulicos que se desarrollaron en la etapa 3. A partir de los resultados de velocidades y láminas de agua obtenidos de los análisis hidráulicos se realizó la evaluación de la amenaza y la generación del mapa correspondiente (etapas 4 y 5).

A continuación se presenta el procedimiento utilizado para generar los mapas de amenaza de inundación por desbordamiento de acuerdo con la metodología planteada.

7.1.1 TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

La información de topografía y batimetría utilizada en la actualización de la amenaza de inundación por desbordamiento para el río Bogotá, se obtuvo de los estudios batimétricos y topográficos desarrollados por 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

CAR y a partir de un Modelo de Elevación Digital de un metro suministrado por la EAB – ESP, en la Figura 7 y en la Tabla 4 se puede apreciar los sectores de la información topográfica y batimétrica utilizada.

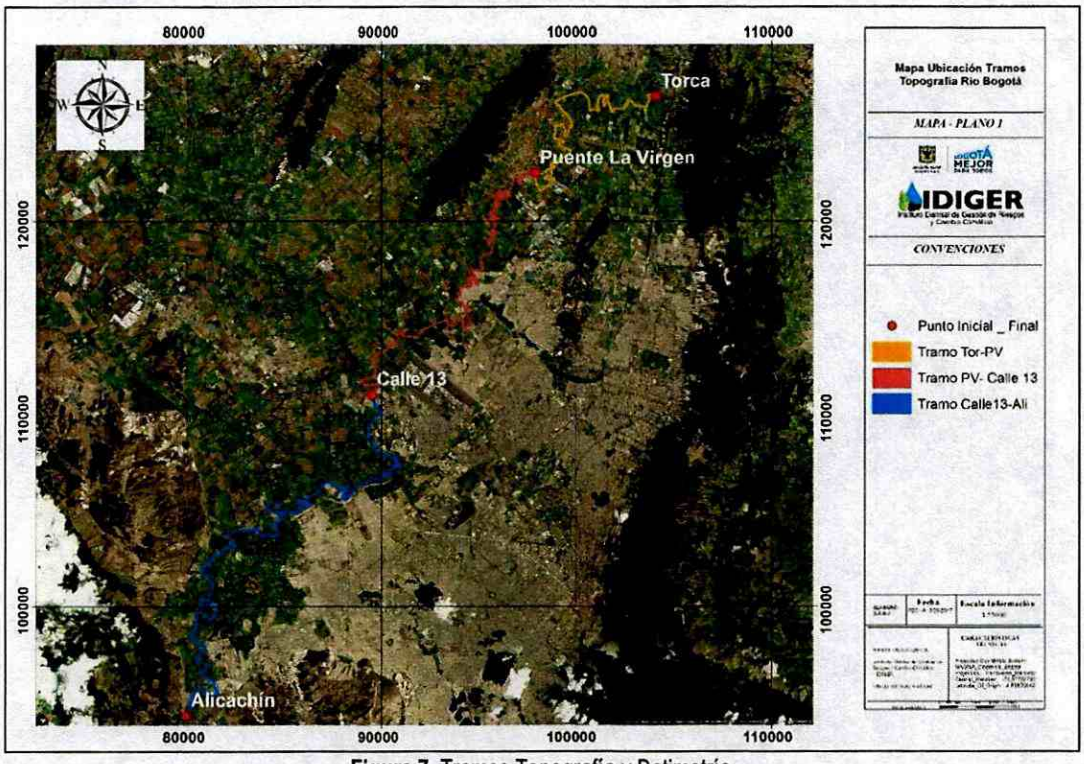


Figura 7. Tramos Topografía y Batimetría

Tabla 4. Información topográfica y batimétrica base para la actualización del POT

SECTOR		ESTUDIO	ENTIDAD	AÑO
1	Puente La Virgen – Desembocadura río Torca	Estudio hidráulico para el diseño de obras de protección contra inundaciones del río Bogotá. Secciones de diseño definitivo de Adecuación Hidráulica cuenca Alta	CAR	2016
2	Calle 13 – Puente La Virgen	"Estudio hidráulico para el diseño de obras de protección contra inundaciones del río Bogotá". Secciones de diseño definitivo de Adecuación Hidráulica	CAR	2008-2013
3	Alicachín – Calle 13	Planos obra record de Adecuación Hidráulica	CAR	2016
4	Bogotá zona urbana	Modelo de elevación digital a un metro	EAB - ESP	2014

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

Según lo mencionado, el sector denominado El Corzo, se encuentra localizado en el tramo de topografía suministrada por la CAR en el año 2017, comprendido entre las compuertas de Alicachín y la Calle 13, ratificada mediante comunicación 20172136093 del 16 de Agosto de 2017, lo cual puede observarse en la Figura 8.

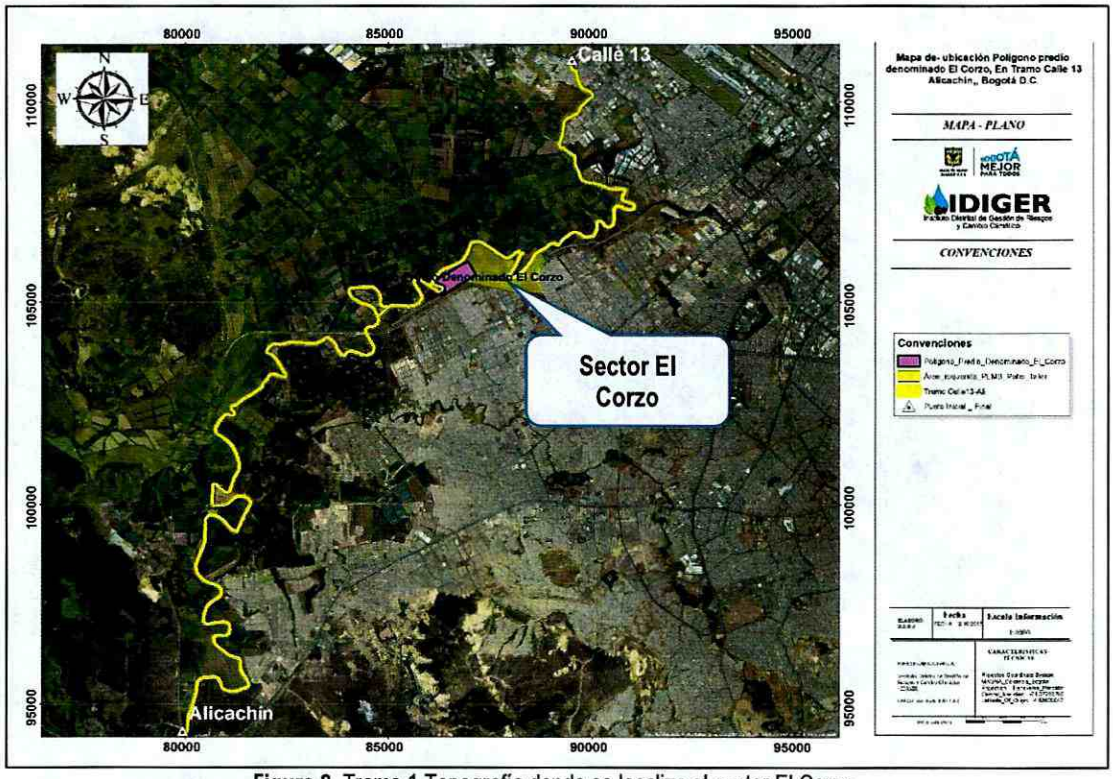


Figura 8. Tramo 1 Topografía donde se localiza el sector El Corzo

7.1.2 ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Con el fin de obtener los caudales máximos como insumo para la modelación hidráulica y obtención del mapa de amenaza de inundación por desbordamiento, se realizaron diferentes análisis hidrológicos bajo diferentes metodologías de acuerdo con la información disponible, que se describen a continuación.

- **Análisis de caudales para períodos de retorno de 10, 50 y 100 años.**

Teniendo en cuenta que la revisión actual de la información hidrológica tiene como objetivo generar una actualización de la hidrología para el desarrollo de modelos hidrodinámicos en la ciudad de Bogotá como insumo para la actualización del mapa por inundación, fue necesario realizar una revisión de toda la bibliografía de las diferentes entidades con jurisdicción en la ciudad, donde se establecido que la mejor medida era partir de resultados obtenidos en años anteriores referentes a la hidrología de diseño en los cuerpos hídricos de interés.

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 consideraron los estudios anteriores para la calibración y validación de modelos hidrológicos, teniendo en cuenta los estudios de tormentas de la EAB-ESP en el año 2015 para cada una de las estaciones pluviográficas ubicadas en las diferentes cuencas hidrográficas objeto de estudio; la metodología utiliza la actualización de la hidrología, cambiando parámetros de forma y manteniendo los volúmenes pertinentes para cada cuerpo hídrico.

Para la actualización de la hidrología, se han teniendo en cuenta diferentes estudios realizados en las últimas dos décadas en el Distrito Capital, con el fin de suministrar un valor de entrada para las modelaciones hidrodinámicas; los estudios que se consideraron corresponden a diseños de obras para la adecuación hidráulica de cauces, diseño de embalses, datos de estaciones hidrológicas puntuales y planes de manejo ambiental. A continuación, se presenta un resumen de los diferentes estudios que cuentan con la temática de hidrología en los diferentes cuerpos de agua del Distrito Capital.

A continuación se presenta la metodología que describe el proceso de obtención de los diferentes caudales asociados a periodos de retorno para cada uno de los cuerpos hídricos que se consideró pertinente utilizar (ver Figura 9):

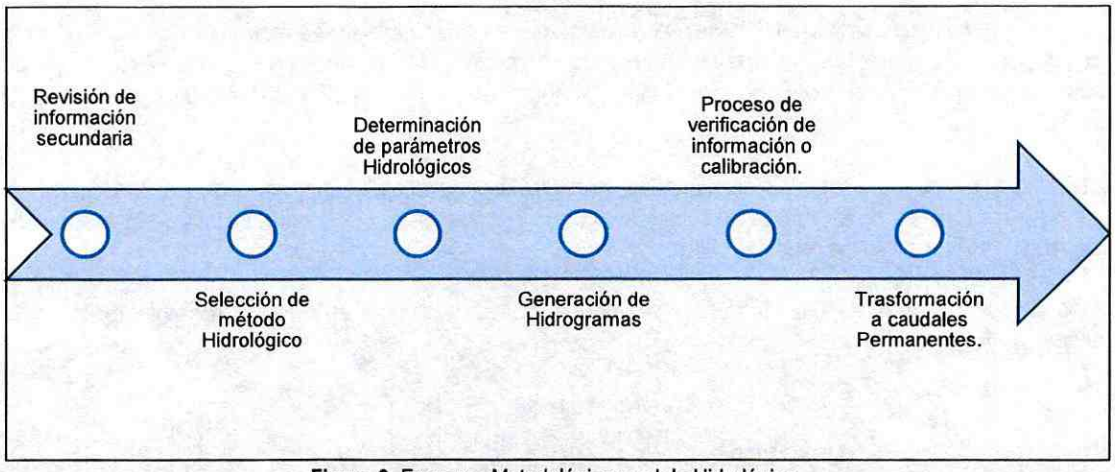


Figura 9. Esquema Metodológico modelo Hidrológico

El objetivo de este análisis es obtener los caudales de cada uno de los afluentes del río Bogotá para los periodos de retorno de 10, 50 y 100 años, tomando como insumos principales el estudio de análisis de tormentas desarrollado por la Empresa de Acueducto de Bogotá en el año 2015, el cual cuenta con todo el análisis pluviográfico de la ciudad de Bogotá proporcionando curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), el modelo de elevación digital (DEM) que cuenta con una resolución de 1m x1m y que comprende el área del casco urbano de la ciudad, también suministrado por la EAB – ESP, y la cobertura y uso de suelo.

Partiendo de la información recopilada, la metodología que mejor se ajusta al objeto de modelación, corresponde aquella que evalúa un evento determinado, partiendo de un parámetro de transformación por cobertura y uso del suelo, y cuya salida represente un determinado caudal en el tiempo asociado a un periodo de retorno o probabilidad. Por lo tanto, la metodología que mejor se ajustó a los requerimientos técnicos, corresponde al método del *Soil Conservation Service (SCS)* para eventos extremos. A continuación, se presenta la ecuación principal de dicho método.

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

$$Q = \frac{(P - 0.2s)^2}{P + 0.8s}$$

Donde,

- Q: Escorrentía Total Acumulada y dada para un evento diario
- P: Precipitación Total del evento diario
- S: Infiltración Potencial Máxima

El SCS de los Estados Unidos, después de estudiar un gran número de pequeñas cuencas confeccionó un cuadro para estimar S a partir de un cierto valor de un Número de Curva "CN ". El valor de S está dado y relacionado con CN, mediante la siguiente ecuación, siempre y cuando la precipitación esté dada en mm y la escorrentía que se genere, se exprese igualmente en mm:

$$S = \frac{2540}{CN} - 25.4$$

Para el desarrollo del modelo del SCS se determinaron parámetros hidrológicos y morfométricos para cada uno de los puntos de interés y específicamente en cada una de las áreas aferentes o cuencas hidrográficas, de acuerdo con lo descrito en Ven Te Chow en 1994. Lo anterior se obtuvo del DEM, de las coberturas y el uso de suelo.

Utilizando la metodología expuesta anteriormente se realizó el cálculo de los hidrogramas de creciente para cada uno de los afluentes al río Bogotá, de los cuales se tomaron los caudales pico generados en un evento determinado y se asumen estos como los caudales críticos.

A continuación, se relaciona la información referente a los caudales picos asociados a diferentes periodos de retorno.

Tabla 5. Caudales pico para TR 10, 50 y 100

CUERPO DE AGUA	PERIODOS DE RETORNO		
	10	50	100
Río Bogotá	50	65.63	80.69
Río Torca	33.7	64.4	83
Río Salitre - Juan Amarillo	20	95.5	120.6
Río Fucha	44	123.3	155.1
Río Tunjuelo	54.6	126.3	190.8

- **Análisis de caudales máximos registrados.**

Este análisis consiste en la estimación de caudales, a partir de la información histórica de caudales registrados en los principales afluentes al río Bogotá en el sector de estudio. El análisis hidrológico realizado para el cálculo de caudales para la modelación hidráulica se basó en los registros históricos de las estaciones ubicadas en el río Bogotá y los respectivos balances entre ellas para lograr determinar de forma indirecta los caudales máximos

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

registrados en los afluentes al río en el sector de estudio. En esta sección, se presenta el análisis de la información registrada y los respectivos balances.

En la Figura 10 se presenta las series de tiempo de caudales máximos mensuales de las estaciones Puente Vargas, La Balsa, Chicú, El Cortijo y La Isla ubicadas, sobre el río Bogotá, y Puente Bosa ubicada en el río Tunjuelo, para el periodo 1940-2015; sin embargo, dado que la información simultánea en estas estaciones es reciente, en la Figura 11 se presenta el periodo 2006-2015. La ubicación de las estaciones se presenta en la Figura 12.

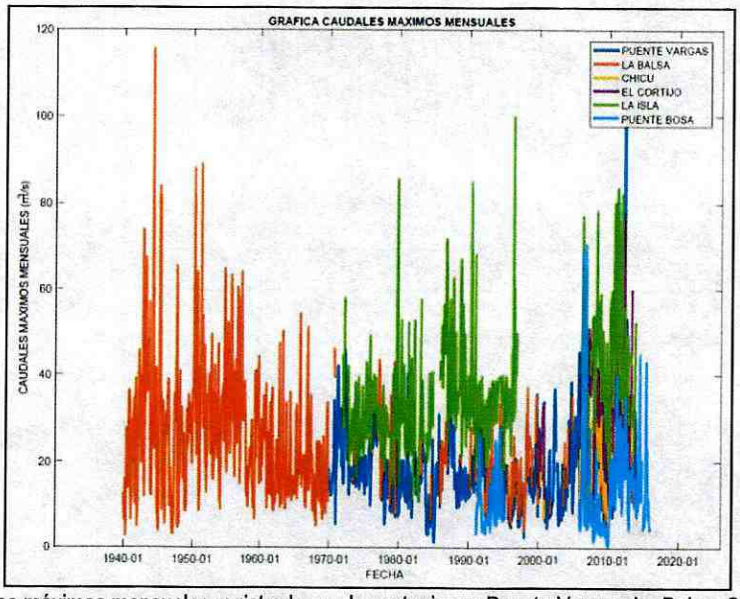


Figura 10. Caudales máximos mensuales registrados en las estaciones Puente Vargas, La Balsa, Chicú, El Cortijo, La Isla ubicadas en el río Bogotá y Puente Bosa ubicada en el río Tunjuelo, Periodo 1940-2015

Los afluentes Torca, Salitre - Juan Amarillo y Fucha no cuentan con la información histórica de caudales máximos mensuales que permita de forma directa estimar los caudales de entrada para el modelo hidráulico. Por este motivo se optó por realizar un balance no simultáneo de caudales con el fin de tener el orden de magnitud de los caudales máximos registrados en los afluentes de la siguiente forma.

- Para el río Bogotá se utiliza la serie de tiempo de la estación Puente Vargas.
- Para el río Torca se realiza un balance entre las estaciones Puente Vargas y la balsa. En la Figura 13 se presenta las series de tiempo de estas estaciones para el periodo de tiempo 2006-2015.
- Para el río Salitre - Juan Amarillo se realiza un balance entre las estaciones Chicú y El Cortijo. En la Figura 14 se presenta las series de tiempo de estas estaciones para el periodo de tiempo 2006-2015.
- Para el río Fucha se realiza un balance entre las estaciones El Cortijo y La Isla. En la Figura 15 se presenta las series de tiempo de estas estaciones para el periodo de tiempo 2006-2015.
- Para el río Tunjuelo se utiliza la serie de tiempo de la estación Puente Bosa.

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

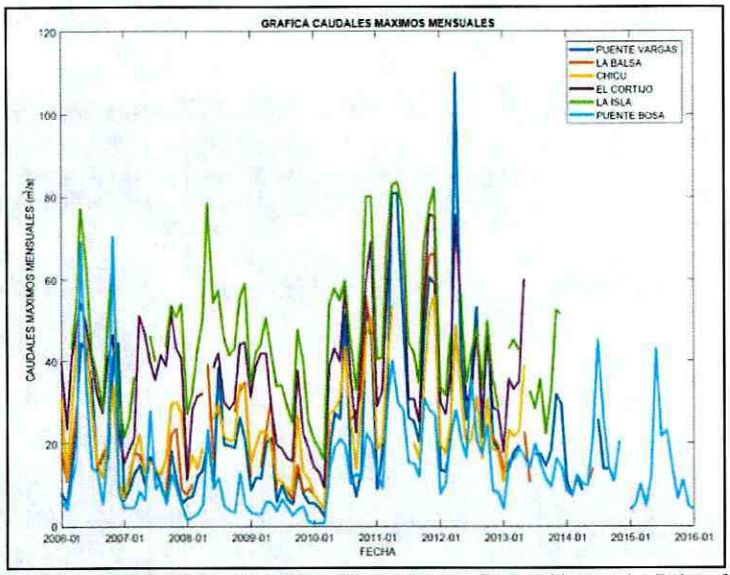


Figura 11. Caudales máximos mensuales registrados en las estaciones Puente Vargas, La Balsa, Chicú, El Cortijo y La Isla, ubicadas en el río Bogotá, y Puente Bosa ubicada sobre el río Tunjuelo, Periodo 2006-2015

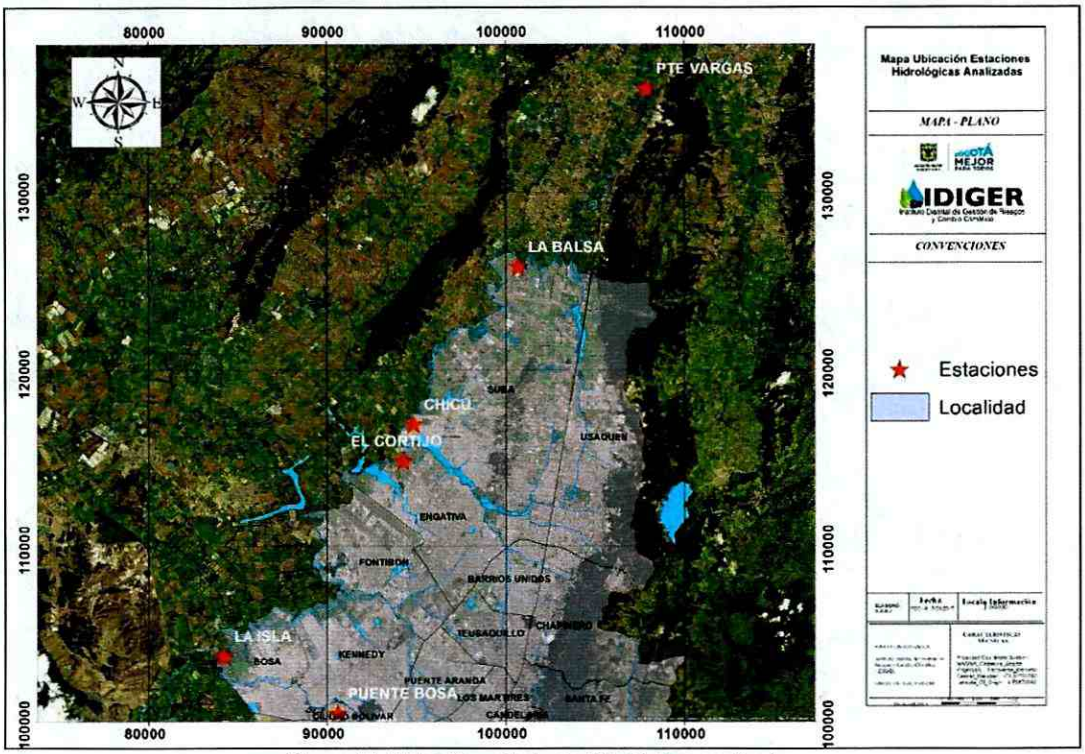


Figura 12: Ubicación estaciones hidrológicas analizadas

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

- Los caudales aportantes de las plantas elevadoras se encuentran medidos de forma intrínseca dentro de las series de caudal analizado. No se pueden mostrar debido a que se desconocen los tiempos de operación y los diferentes aportes a lo largo del año.

Los resultados de los balances y la información registrada se presentan en la **Figura 14**

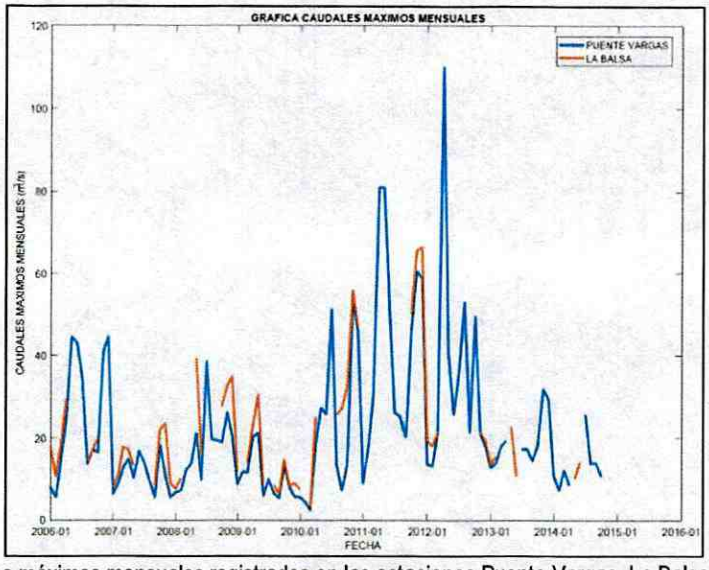


Figura 13. Caudales máximos mensuales registrados en las estaciones Puente Vargas, La Balsa, ubicadas en el río Bogotá, Periodo 2006-2015

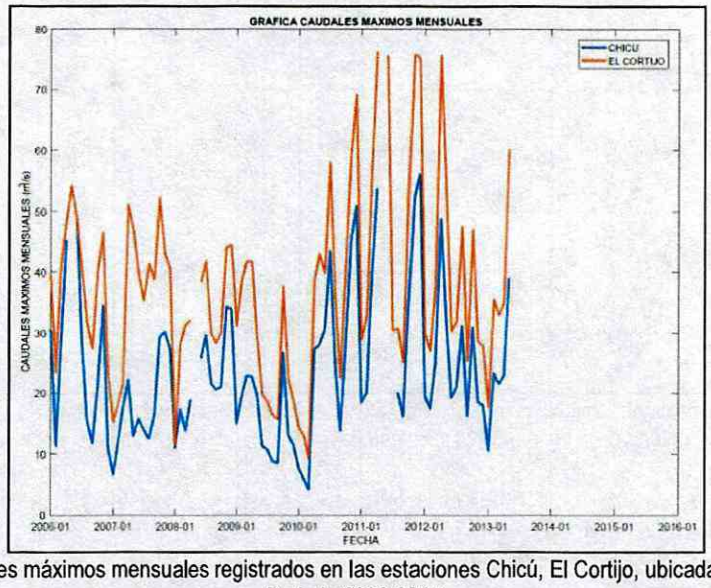


Figura 14. Caudales máximos mensuales registrados en las estaciones Chicú, El Cortijo, ubicadas en el río Bogotá, Periodo 2006-2015

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

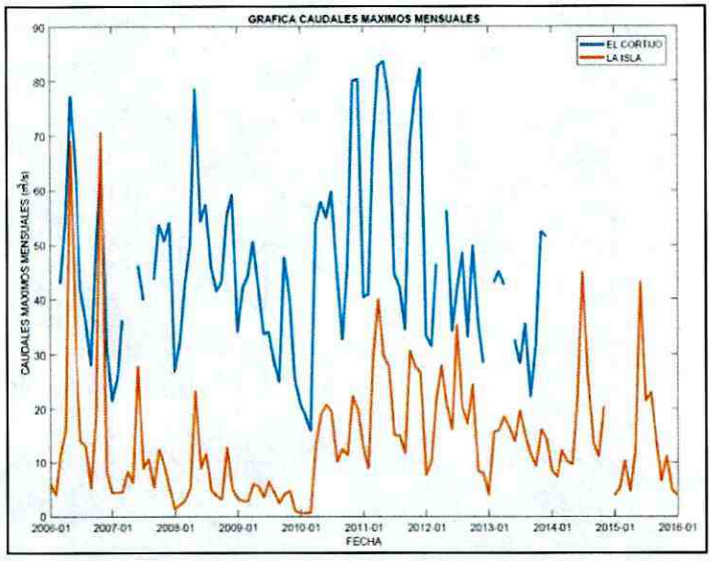


Figura 15. Caudales máximos mensuales registrados en las estaciones, El Cortijo, La Isla ubicadas en el río Bogotá, Periodo 2006-2015

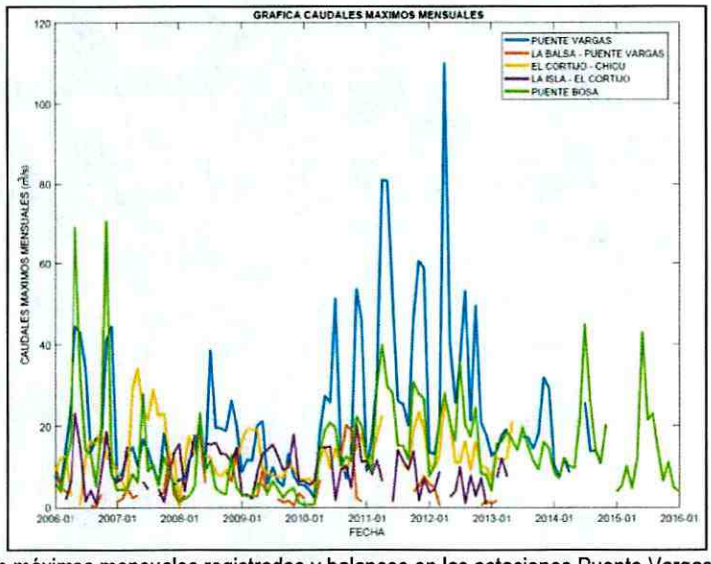


Figura 16. Caudales máximos mensuales registrados y balances en las estaciones Puente Vargas, La Balsa, Chicú, El Cortijo, La Isla ubicadas en el río Bogotá y Puente Bosa ubicada en el río Tunjuelo, Periodo 2006-2015

Como resultado del análisis de la información registrada y los balances construidos se determinó que el hito histórico de caudal máximo registrado simultáneamente se presentó en diciembre de 2011. Los valores de este escenario registrado se presentan en la Tabla 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

Tabla 6. Caudales máximos registrados simultáneamente

Corriente	Caudales Máximos (m^3/s) Diciembre 2011	Fuente
Río Bogotá	58.84	Estación Puente Vargas
Río Torca	7.66	Balance Estación La Balsa - Puente Vargas
Río Salitre - Juan Amarillo	19.27	Balance Estación El Cortijo - Chicú
Río Fucha	6.98	Balance Estación La Isla - El Cortijo
Río Tunjuelo	26.72	Estación Puente Bosa

De igual forma resulta de interés determinar los caudales máximos no simultáneos. En abril de 2012 para el río Bogotá 110.02 m^3/s; en septiembre de 2010 para el río Torca 20.11 m^3/s aproximadamente; en mayo de 2007 para el río Salitre - Juan Amarillo 34.15 m^3/s aproximadamente; en mayo de 2006 para el río Fucha 23.14 m^3/s aproximadamente; y en noviembre de 2006 para el río Tunjuelo 70.59 m^3/s. El resumen de estos valores se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7: Caudales máximos registrados

Corriente	Caudales (m^3/s) Máximo Registrado	Fuente
Río Bogotá	110.02	Estación Puente Vargas
Río Torca	20.11	Balance Estación La Balsa - Puente Vargas
Río Salitre - Juan Amarillo	34.15	Balance Estación El Cortijo – Chicú
Río Fucha	23.14	Balance Estación La Isla - El Cortijo
Río Tunjuelo	70.59	Estación Puente Bosa

Adicionalmente, con el fin de tener certeza de los resultados mostrados en la Tabla 7, se realizó la revisión del análisis hidrológico de la CAR para el "Proyecto de adecuación hidráulica y recuperación ambiental del río Bogotá". En el informe final de consultoría para la revisión integral de los diseños de adecuación hidráulica del río Bogotá entre el sector de Alicachín Municipio de Sibaté y Puente la virgen Municipio de Cota, se recopilan los caudales calculados para un periodo de retorno de 100 años de diferentes estudios para el río Bogotá, que se pueden apreciar a continuación (Figura 17):

Con base en los caudales presentados en la Figura 17, se comparan los caudales adoptados en el estudio de (HMV Ingenieros, 2011) para verificar el comportamiento hidráulico de las obras propuestas en el río Bogotá y los obtenidos en el presente análisis, donde se evidencia que estos últimos superan en una magnitud aproximada del 50% los caudales adoptados por HMV para un periodo de retorno de 100 años (ver Tabla 8).

- **Consideración en los análisis hidrológicos de la Variabilidad Climática.**

Es importante mencionar que los análisis del componente hidrológico, al utilizar información de las estaciones desde 1940, contemplan las anomalías de la variabilidad climática que tienen incidencia en la generación de eventos de inundación en el Distrito Capital y que permiten valorar su impacto en el aumento de los caudales contemplados en la modelación hidráulica.

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

CAUDALES CON PERÍODOS DE RETORNO APROXIMADO DE 100 AÑOS SEGÚN DISTINTAS FUENTES

	ALICACHIN – TUNJUELO (TRAMO A)	TUNJUELO – FUCHA (TRAMO B)	FUCHA – SALITRE (TRAMO C)	SALITRE – PTE. LA VIRGEN (TRAMO D)
Caudales analizados en el capitulo de hidrologia de este informe (m^3/s)	210	130	90	70
Caudales (hidrogramas) analizados aritméticamente Informe HMV 2003 (m^3/s)	369	299	118	50
Caudales estimados en Informe CAR 2008 (m^3/s)	172	110	100	75
Caudales adoptados para verificación hidraulica (m^3/s)	210	175	120	70

Figura 17. Caudales para un periodo de retorno de 100 años según distintas fuentes.
Fuente: PROYECTO DE ADECUACIÓN HIDRÁULICA Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL DEL RÍO BOGOTÁ HMV INIGENIEROS 2011.

Tabla 8: Comparacion de caudales máximos registrados y caudales estudio HMV

Tramo	Caudales (m^3/s) máximos registrados	Caudales (m^3/s) adoptados para la verificación hidráulica para un período de retorno de 100 años (Estudio HMV 2011)
Puente la Virgen – Salitre–Juan Amarillo	130.13	70
Salitre-Juan Amarillo - Fucha	164.28	120
Fucha – Tunjuelo	187.42	175
Tunjuelo – Alicachín	258.01	210

7.1.3 MODELACIÓN HIDRÁULICA

- **Código computacional**

La simulación del comportamiento hidráulico del río Bogotá en la actualización del mapa normativo del POT y en la cual se basa el presente concepto, se realizó utilizando el código computacional IBER. El módulo hidrodinámico de este programa resuelve las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidades bidimensionales, también conocidas como ecuaciones de Saint-Venant 2D. Dichas ecuaciones asumen las hipótesis de distribución de presión hidrostática y distribución uniforme de velocidad en profundidad (Universitad

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

Politécnica de Catalunya; Universidade Da Coruña, 2017). El modelo de Aguas Someras es ((Hoyos Arrieta & Muñoz Robayo, 2016).

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}[(H+h)u)] + \frac{\partial}{\partial y}[(H+h)v)] = 0 \qquad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} - Z(u,v) = -g\frac{\partial h}{\partial x} \qquad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + Z(u,v) = -g\frac{\partial h}{\partial y} \qquad (3)$$

Donde h es el desplazamiento de la superficie libre, H es la profundidad media, u y v son las velocidades horizontales, g es la aceleración de la gravedad, $Z(u,v)$ representan las fuerzas externas como por ejemplo el efecto de los vientos, la resistencia hidráulica (fricción), las condiciones geográficas del fondo (pendientes) o la fuerza de Coriolis (Hoyos Arrieta & Muñoz Robayo, 2016). Son necesarias condiciones iniciales y de contorno para la solución del sistema de Aguas Someras (Saint-Venant) y la calidad de la solución de éstas depende de la información disponible (Hoyos Arrieta & Muñoz Robayo, 2016).

Las ecuaciones hidrodinámicas, se resuelven en forma integral por el método de volúmenes finitos en una malla no-estructurada. El método de volúmenes finitos es uno de los más extendidos y comúnmente utilizados en dinámica de fluidos por ser muy eficiente para la resolución de leyes de conservación (Universitat Politécnica de Catalunya; Universidade Da Coruña, 2017).

- **Condiciones de modelación**

Las condiciones de modelación se dividen en la geometría de diseño, la definición de las condiciones de frontera y las condiciones iniciales.

- Definición Dominio de estudio

El dominio de estudio hace referencia al área establecida para generar el análisis de la amenaza de inundación por desbordamiento, cuya geometría fue generada mediante el acople del topografía existente en el DEM de metro por metro suministrado por la EAB y la topo-batimetría de obra record y diseño realizada por la CAR en el proyecto de adecuación hidráulica. Para la discretización del dominio del modelo, se generó una malla no estructurada (triángulos regulares), como se ilustra en la Figura 18, dando mayor resolución a las zonas del "*cauce*" y las estructuras de la adecuación hidráulica y aumentando los tamaños de los mismos hacia las planicies de inundación en la margen izquierdo aledañas al río Bogotá sobre el Distrito Capital. Por otra parte,

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 desembocadura de los cauces afluentes (río Tunjuelo, Fucha, Salitre – Juan Amarillo y Torca) se adecuaron mediante información de topo-batimetría suministrada por la EAB-ESP en los diferentes proyectos ejecutados en estos cuerpos de agua aplicando la discretización mencionada.

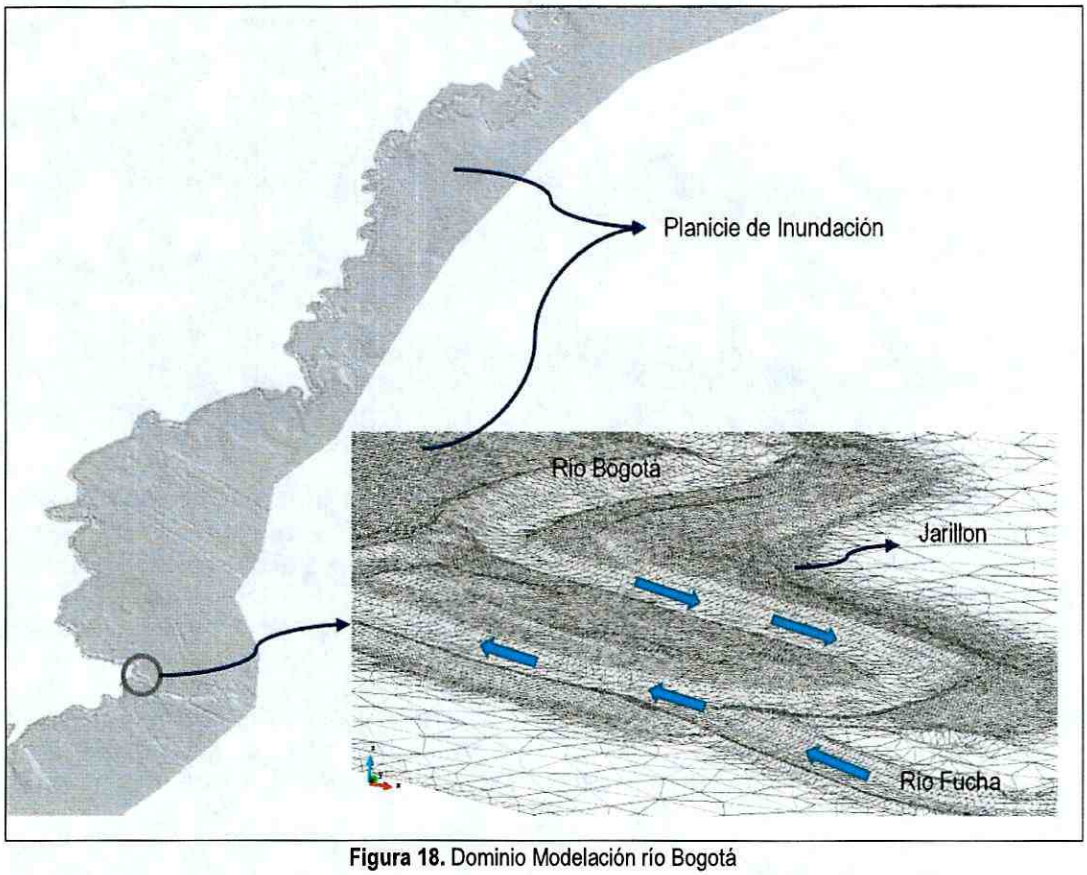


Figura 18. Dominio Modelación río Bogotá

- Condiciones de frontera:

Las condiciones de frontera de entrada para la modelación del río Bogotá corresponden a los caudales aguas arriba del río (inicio de la modelación) y en cada uno de los afluentes principales, calculados en el numeral 7.1.2 (Análisis Hidrológico). Las condiciones de frontera de salida son los niveles de agua reportados en los modelos hidráulicos del diseño de la Adecuación del río Bogotá de acuerdo con 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" (Monsalve Sáenz, 2010)

Las modelaciones hidráulicas se trabajaron con una condición de flujo permanente, teniendo en cuenta los antecedentes presentados en los años 2010 y 2011 donde el río Bogotá presento niveles altos constantes durante casi 2 meses, generando un escenario crítico para las condiciones hidráulicas 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

Para optimizar los tiempos computacionales en la modelación hidrodinámica, se dividió el río en cuatro sectores de modelación como se presenta en la Figura 19. Por tanto, cada sector modelado cuenta con sus respectivas condiciones de frontera de entrada y salida, de acuerdo con el escenario modelado.

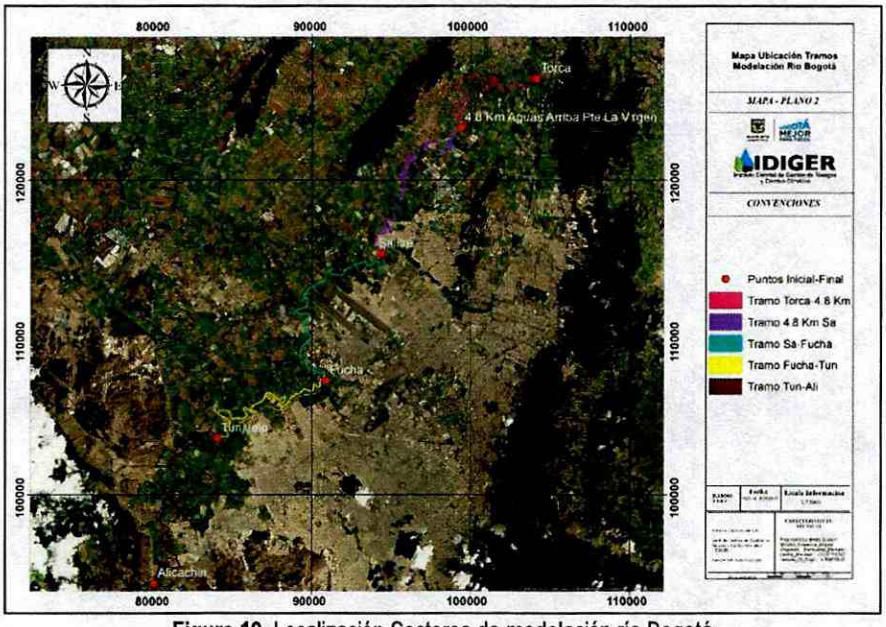


Figura 19. Localización Sectores de modelación río Bogotá

En la Figura 20 se puede apreciar en mayor detalle el sector de modelación en donde se localiza el sector denominado "El Corzo", comprendido entre la desembocadura del río Fucha a la desembocadura río Tunjuelo.

- Coeficientes de rugosidad.

Con base en las características obtenidas de estudios anteriores y las observaciones realizadas en campo, se establecen los siguientes coeficientes de rugosidad para el río Bogotá (Tabla 9)

Tabla 9. Coeficientes de Rugosidad

	Valores de Rugosidad
Canal Principal	0.035
Jarrillón	0.050
Planicies de inundación	0.065

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

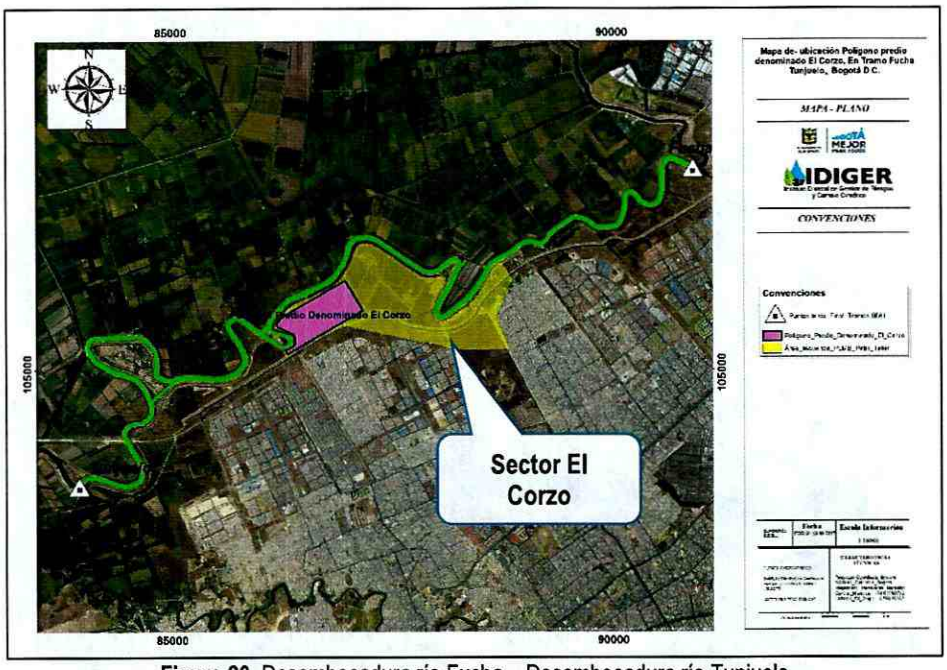


Figura 20. Desembocadura río Fucha – Desembocadura río Tunjuelo

- **Escenarios de modelación**

Con el fin de realizar la evaluación de la amenaza de inundación por desbordamiento fue necesario realizar varios escenarios de modelación hidráulica, a partir de los caudales obtenidos en el estudio hidrológico (numeral 7.1.2) para diferentes períodos de retorno en el río Bogotá y sus afluentes (10, 50 y 100 años).

Cabe mencionar que se realizaron escenarios para el río Bogotá teniendo en cuenta las entradas de sus afluentes; y adicionalmente se desarrollaron escenarios de modelación para cada afluente (Torca, Salitre-Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelo) con una condición de salida establecida por el río Bogotá para un periodo de 100 años según "Estudio hidráulico para el diseño de las obras para la protección contra las inundaciones del río Bogotá en el Sector Puente La Virgen – Alicachín" (Monsalve Sáenz, 2010)"

- Escenarios de los Afluentes

  - **Escenario 1**:

Las condiciones de frontera de entrada para cada afluente se establecieron acorde a los caudales con período de retorno de 100 años (ver Tabla 5), y como frontera de salida en cada uno se tomó el nivel en el río Bogotá correspondiente a una creciente de 100 años de acuerdo con 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" (Monsalve Sáenz, 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

- **Escenario 2**:

Las condiciones de frontera de entrada para cada afluente se establecieron acorde a los caudales con periodo de retorno de 50 años (ver Tabla 5), y como frontera de salida en cada uno se tomó el nivel en el río Bogotá correspondiente a una creciente de 100 años de acuerdo con 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" (Monsalve Sáenz, 2010)"

- **Escenario 3**:

Las condiciones de frontera de entrada para cada afluente se establecieron acorde a los caudales con periodo de retorno de 10 años (ver Tabla 5), y como frontera de salida en cada uno se tomó el nivel en el río Bogotá correspondiente a una creciente de 100 años de acuerdo con 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" (Monsalve Sáenz, 2010)"

- Escenarios para el río Bogotá

Para los escenarios 1, 2 y 3, en la condición de entrada del río Bogotá, se estableció un valor de caudal que acopla los caudales que discurren por el río Torca y por la cuenca alta del río Bogotá de 80.69 m^3/s

- **Escenario 1**:

Las condiciones de frontera de entrada para el río Bogotá y sus afluentes se definieron con un periodo de retorno de 100 años según la Tabla 5, como condición de frontera de salida, se tomó el valor máximo de rebose de las compuertas de Alicachín que corresponde a la cota 2539.57m.s.n.m como se referencia 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" (Monsalve Sáenz, 2010)"

- **Escenario 2**:

Las condiciones de frontera de entrada para el río Bogotá y el río Torca corresponden al caudal de un periodo de retorno de 100 años (ver Tabla 5) y para los demás afluentes se definieron los caudales de un periodo de retorno de 50 años según la Tabla 5. Como condición de frontera de salida, se tomó el valor máximo de rebose de las compuertas de Alicachín que corresponde a la cota 2539.57m.s.n.m como se referencia 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" (Monsalve Sáenz, 2010)"

- **Escenario 3**:

Las condiciones de frontera de entrada para el río Bogotá y el río Torca corresponden al caudal de un periodo de retorno de 100 años (ver Tabla 5) y para los demás afluentes se definieron los caudales de un periodo de retorno de 10 años según la (ver Tabla 5). Como condición de frontera de salida, se tomó el valor máximo de rebose de las compuertas de Alicachín que corresponde a la cota 2539.57m.s.n.m como se referencia 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" (Monsalve Sáenz, 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

- **Escenario 4**:

Para optimizar los tiempos computacionales de la modelación hidrodinámica, se dividió el río en cuatro tramos de modelación como se muestra en la Tabla 10 y se presenta en la Figura 21. Por tanto, las condiciones de frontera de entrada para cada tramo del río Bogotá corresponden a los caudales máximos registrados de acuerdo con la Tabla 7, teniendo en cuenta cada uno de sus afluentes. Asimismo, las condiciones de salida de cada tramo corresponde a los niveles en el río Bogotá para una creciente de 100 años de acuerdo con 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" (Monsalve Sáenz, 2010)"

- **Escenario 5: Escenario seleccionado para los análisis de amenaza de Inundación por desbordamiento**

Al igual que el escenario anterior la modelación se realiza en cuatro tramos, donde la condición de frontera de entrada para el río Bogotá corresponde a una creciente con un caudal superior a un período de retorno de 100 años obtenido a partir de los caudales máximos registrados (Ver Tabla 7). En cuanto a los afluentes la condición de entrada se define acorde a los caudales presentados en la Tabla 5 para un periodo de retorno de 50 años. Asimismo, las condiciones de salida de cada tramo corresponde a los niveles en el río Bogotá para una creciente de 100 años de acuerdo con 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" (Monsalve Sáenz, 2010)"

Teniendo en cuenta los escenarios anteriormente descritos y los resultados obtenidos para cada uno de ellos, se estableció como escenario de análisis de amenaza de inundación por desbordamiento el escenario 5 del rio Bogotá. Este escenario considera lo establecido en el Artículo 114 del Plan de Ordenamiento Territorial (Decreto 190 de 2004) donde se establece que "***Medidas estructurales para mitigar el riesgo por desbordamiento.*** *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...",* asimismo, partiendo que el escenario del río Bogotá debe considerar que corresponda a un período de retorno de 100 años, el escenario escogido refleja caudales superiores a los caudales máximos registrados e igualmente a las reportados en la primera temporada invernal del año 2017, en la cual la EAB – ESP reportó caudales hasta de 230 m^3/s en Alicachín y caudales de periodos de retorno de 50 años aproximadamente en algunos afluentes del río Bogotá, por lo que se considera que el escenario seleccionado es un escenario adecuado dado que tiene en cuenta tanto los escenarios probables en términos de períodos de retorno como la información de registros históricos y es riguroso ya que los caudales analizados en el mismo son caudales superiores a los definidos en el modelo utilizado para el diseño de la adecuación hidráulica realizada por la CAR.

Adicionalmente, en la Figura 21 y en la Tabla 10 se describe detalladamente el escenario de modelación elegido, cabe recordar que el sector denominado "El Corzo" se encuentra en el tramo de modelación "Desembocadura río Fucha – Desembocadura 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

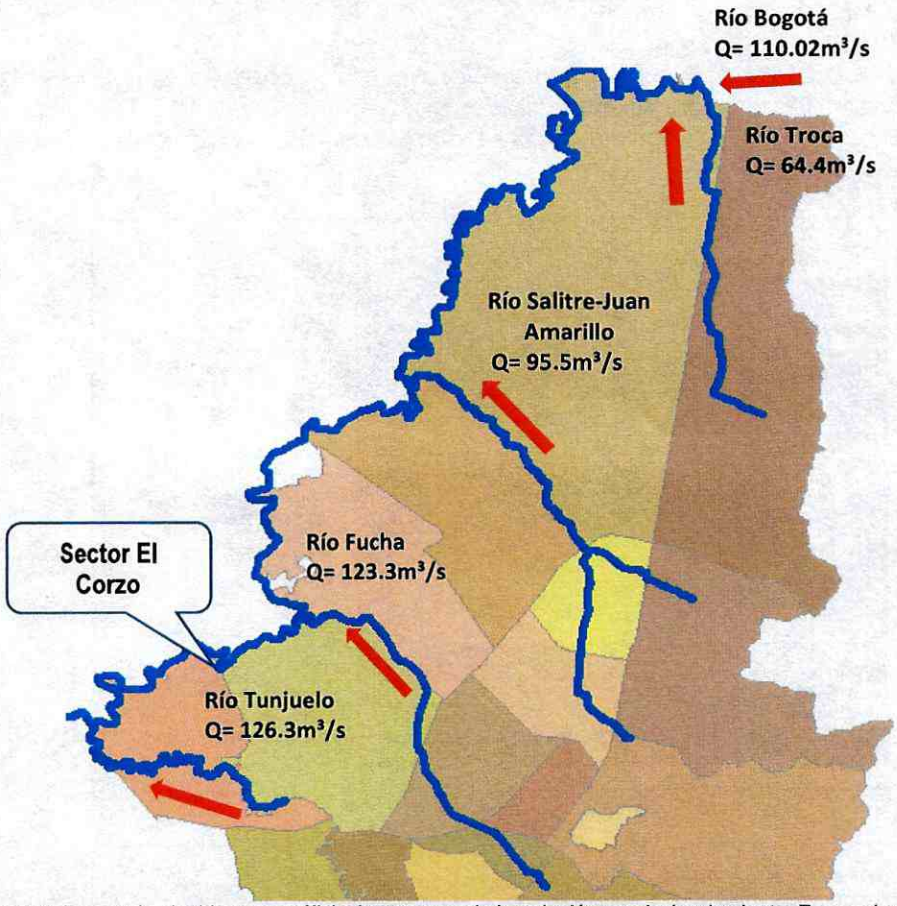


Figura 21. Escenario elegido para análisis de amenaza de inundación por desbordamiento. Escenario 5 del río Bogotá.

Tabla 10. Escenario elegido para análisis de amenaza de inundación por desbordamiento. Escenario 5 del río Bogotá.

Número	Sector	Condición de entrada	Condición de salida
1	Desembocadura río Torca – Puente La Virgen	Río Bogotá: Q = 110. 02 m³/s - Desembocadura río Torca: Q = 64.4 m³/s	Cota de la Lámina de agua: 2543.42 m.s.n.m.
2	Puente La Virgen – Desembocadura río Salitre-Juan Amarillo	Río Bogotá: Q = 174.42 m³/s - Desembocadura río Salitre-Juan Amarillo: Q = 95.5 m³/s	Cota de la Lámina de agua: 2543.0 m.s.n.m.
3	Desembocadura río Salitre–Juan Amarillo Desembocadura río Fucha	Río Bogotá: Q = 269.92m³/s Desembocadura río Fucha: Q = 123.3 m³/s	Cota de la Lámina de agua: 2542.0 m.s.n.m.
4	Desembocadura río Fucha – Desembocadura río Tunjuelo	Río Bogotá: Q = 393.22m³/s Desembocadura río Tunjuelo: Q = 126.3 m³/s	Cota de la Lámina de agua: 2541.55 m.s.n.m.
5	Desembocadura río Tunjuelo – Alicachín	Río Bogotá: Q = 519.52m³/s	Cota compuerta Alicachín: 2539.57 m.s.n.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

- Resultados de modelación

Se obtuvieron como resultados de modelación los mapas de velocidades y láminas de agua se presentan las imágenes ráster de resultados de velocidades y láminas de agua (ver Figura 22 y Figura 23) obtenidos para el tramo comprendido entre "Desembocadura río Fucha – Desembocadura río Tunjuelo" donde se encuentra el sector denominado "El Corzo".



Figura 22. Resultados de modelación Láminas de Agua.

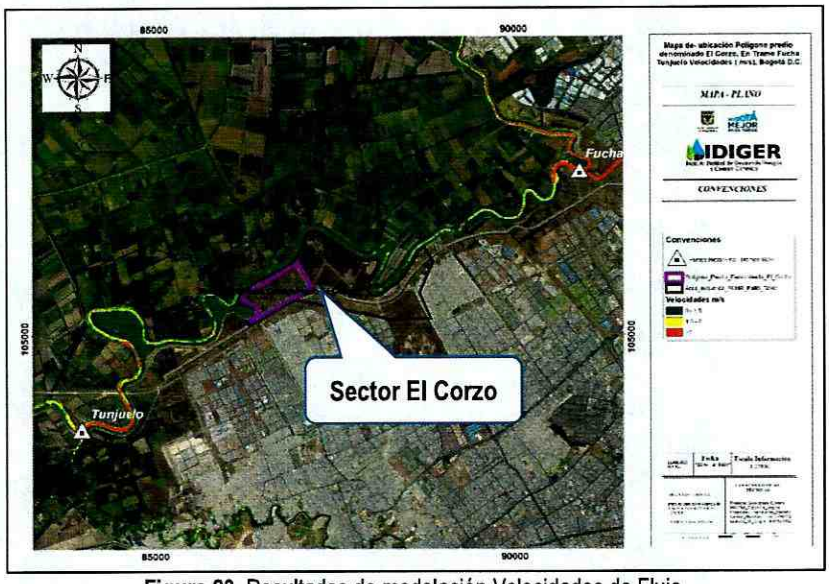


Figura 23. Resultados de modelación Velocidades de Flujo.

7.1.4 RECONOCIMIENTO DE CAMPO.

Los días 18 y 19 de agosto de 2017 se realizaron recorridos de campo, con el objetivo de verificar el estado de las obras de adecuación hidráulica realizadas sobre el río Bogotá en el sector denominado El Corzo.

El sector El Corzo colinda en un costado con la Planta Elevadora de Gibraltrar, la Avenida Longitudinal y el Canal Cundinamarca, además en el predio se encuentra la zona de disposición de residuos biosolidos provenientes de la PTAR Salitre y algunas construcciones localizadas en el sector.

De acuerdo con las verificaciones realizadas en campo, se identificó la continuidad en las obras hidráulicas (Jarillones), la ampliación del cauce con una berma en el jarillón del costado izquierdo y el realce del jarillón del costado derecho. Asimismo, se verificaron las zonas de amortiguamiento del caudal en los tres meandros que se encuentran paralelos al predio El Corzo. Se evidenciaron dos meandros continuos, donde el primero parece ser un meandro antiguo, por donde con caudales medios el río no pasa por éste, sin embargo, teniendo en cuenta los estudios básicos de inundación en el marco del proyecto de *"Incorporación de Gestión de Riesgos en la Actualización del Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital 2016-2017"* para el escenario de definición de la amenaza de inundación por desbordamiento, este meandro antiguo sirve como una zona de amortiguamiento de caudal y se encuentra protegido por el jarillón izquierdo.

Por lo anterior, se puede establecer que las obras del río Bogotá se encuentran en condiciones adecuadas de funcionamiento, en el sector del predio El Corzo.

Puntos visitados
Punto 1 (Latitud 4°38'45"N, Longitud 74°11'34"O - Fotografías 1 y 2)**:** Estación de Gibraltar. Inicio del polígono dispuesto para el patio taller del metro.
Punto 2 (Latitud 4°38'45"N, Longitud 74° 11'34"O - Fotografías 3 y 4)**:** Curva de "La Marranera". Se verifico el estado del jarillón de la margen izquierda, el cual tienen continuidad y colinda con dos construcciones.
Punto 3: (Latitud 4°38'55"N, Longitud 74° 11'05"O - Fotografías 5 y 6) Meandro aguas abajo de la curva de "La Marranera". Se verificó zona de amortiguamiento y jarillón que protege el meandro.
Punto 4: (Latitud 4°38'54"N, Longitud 74° 11'04"O - Fotografías 7 y 8) Ubicado sobre la margen izquierda del río Bogotá, unos metros aguas abajo del meandro del punto 3. Se verificó continuidad del jarillón izquierdo y ampliación del cauce con berma.
Punto 5: (Latitud 4°39'05"N, Longitud 74°11'03"O – Fotografías 9, 10, 11 y 12) Ubicado sobre el jarillón izquierdo del río Bogotá aproximadamente 200 m aguas abajo del punto 4. Se verificó continuidad del jarillón izquierdo y ampliación del cauce con berma.
Punto 6 y 7: (Latitud 4°38'50"N, Longitud 74°11'32"O – Fotografía 13 y 14) Ubicado cerca a la vía paralela al canal Cundinamarca, unos metros aguas abajo de la entrada al predio El Corzo. Se verificó continuidad del jarillón izquierdo del río y área del predio el Corzo en el costado sur.
Punto 8: (Latitud 4°38'41"N, Longitud 74°11'56"O – Fotografía 15 y 16) Ubicado en la zona del doble meandro, en el meandro antiguo más cercano al canal Cundinamarca. Se verificó continuidad del jarillón izquierdo que protege el meandro y su zona de amortiguamiento.
Punto 9: (Latitud 4°38'40"N, Longitud 74°11'54"O – Fotografía 17 y 18) Ubicado en la zona del doble meandro, en el cambio de meandro. Se verificó la transición de los dos meandros y la zona de amortiguamiento.

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

Puntos visitados
Punto 10: (Latitud 4°38'36"N, Longitud 74°12'12"O – Fotografía 19 y 20) Ubicado en el jarillón izquierdo de la zona del doble meandro, en el segundo meandro. Se verificó la zona de amortiguamiento y la continuidad del jarillón protegiendo el meandro.

En la Figura 24, se presenta la ubicación de los puntos identificados y de la Fotografía 1 a la Fotografía 20 se realiza la descripción de dichos puntos.

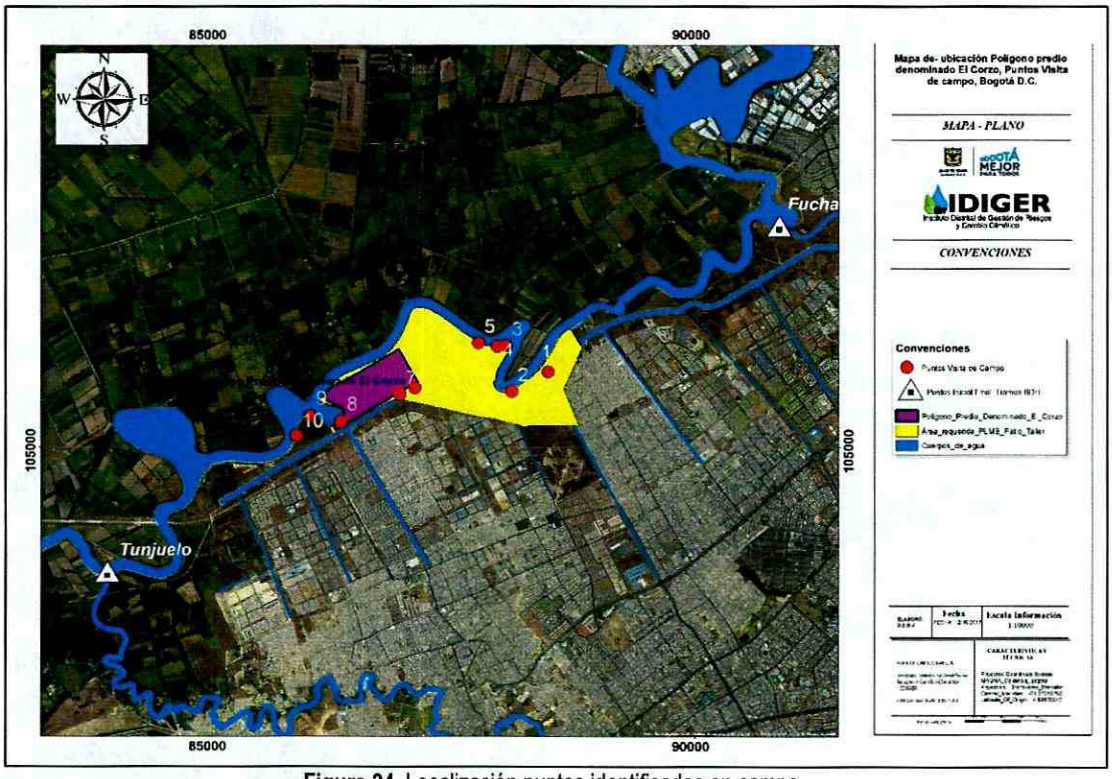
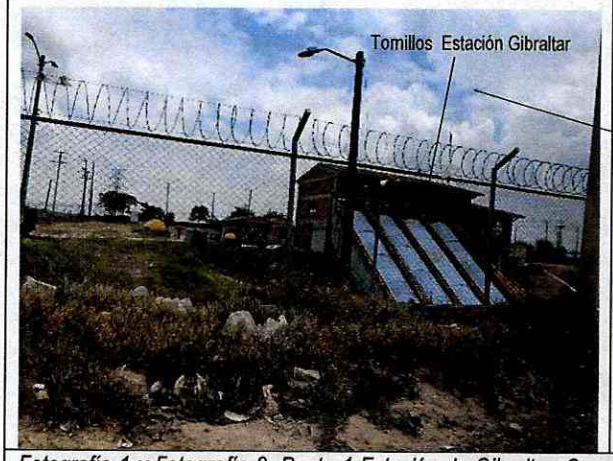


Figura 24. Localización puntos identificados en campo

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





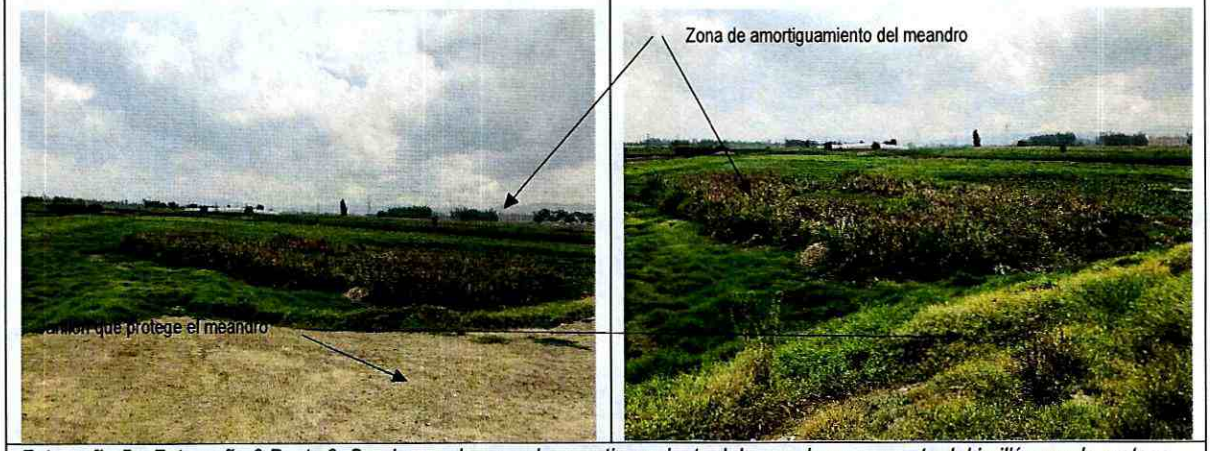
Fotografía 1 y Fotografía 2. Punto 1 Estación de Gibraltar. Se ecuentra ubicada entre el río Bogotá y el canal Cundinamarca y queda contenida dentro del área requerida PLMB Patio Taller.





Fotografía 3 y Fotografía 4. Punto 2. Curva de sector "La Marranera", donde se evidenció continundad del jarilló izquierdo.

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

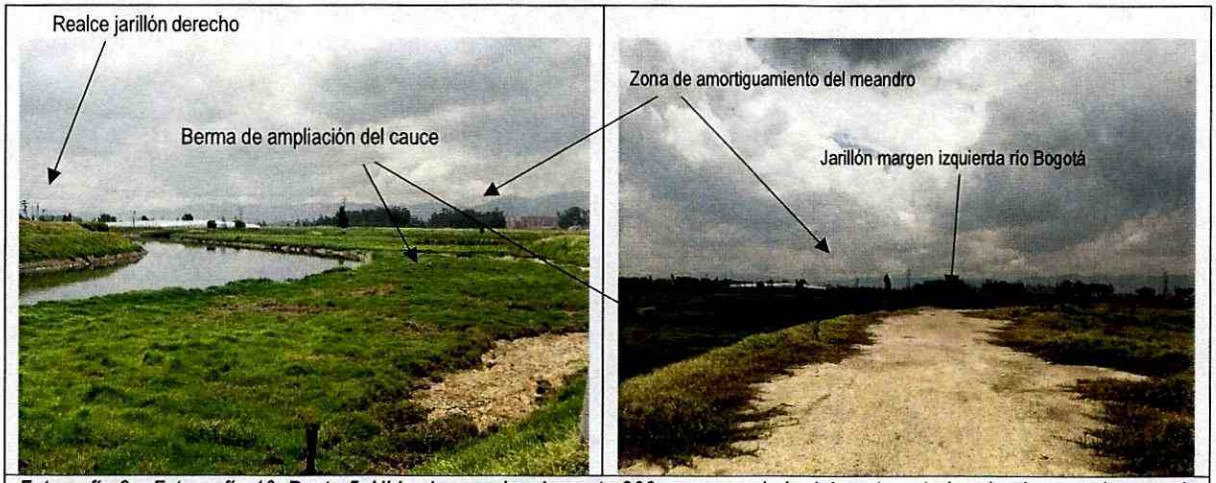


Fotografía 5.y Fotografía 6 Punto 3. Se observa la zona de amortiguamiento del meandro y una parte del jarillón que lo protege

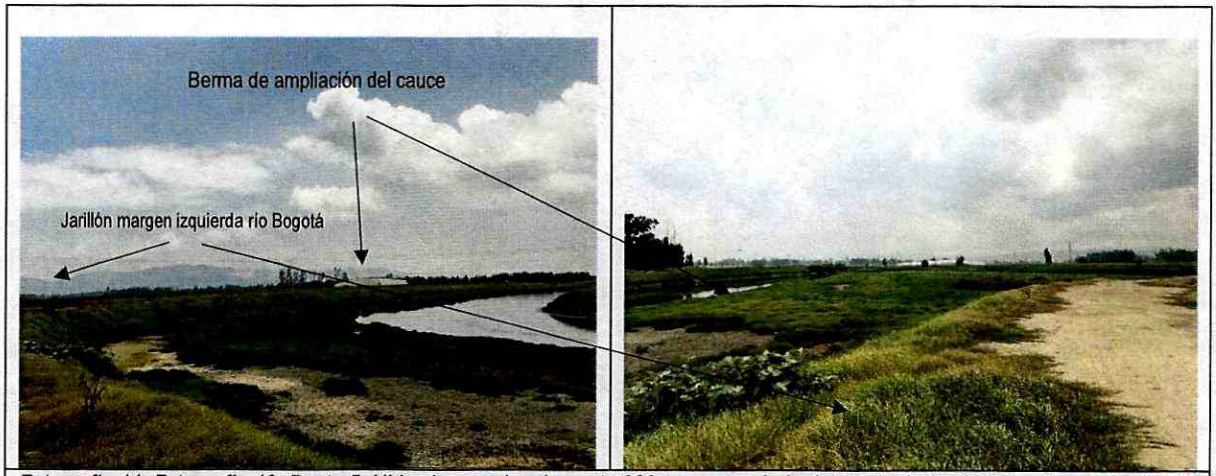


Fotografía 7 y Fotografía 8. Punto 4: Se observa la contiunuidad del jarillón izquierdo con berma de ampliación del cauce.

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 9.y Fotografía 10. Punto 5: Ubicado aproximadamente 200 m aguas abajo del punto anterior, donde se ve la zona de amrtiguamiento del meandro descrito en el punto 3, la ampliación del cauce con la berma por el costado izquierdo y la continuidad de los jarillones izquierdo y derecho del río Bogotá. (Fotografía tomada de aguas abajo hacia aguas arriba).



Fotografía 11. Fotografía 12. Punto 5. Ubicado aproximadamente 200 m aguas abajo del punto 4, donde se ve la ampliación del cauce con la berma por el costado izquierdo y la continuidad del jarillón izquierdo del río Bogotá. (Fotografía tomada de aguas arriba hacia aguas abajo).

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 13 y Fotografía 14. Punto 6 y 7. Se verificó la continuidad del jarillón izquierdo en el predio "El Corzo".



Fotografía 15 y Fotografía 16. Punto 8. Se verificó la continuidad del jarillón de protección y la zona de amortiguamiento del meandro antiguo.

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 17. Punto 9. Se verificó la transición de los dos meandros y sus zonas de amortiguamiento.



Fotografía 18. Punto 10. Se verificó la zona de amotiguamiento del segundo meandro (o actual) y la continuidad del jarillón de protección.

7.1.5 EVALUACIÓN DE AMENAZA

- Zonificación de amenazas

Teniendo en cuenta la revisión del estado del arte y los requerimientos para la elaboración del presente concepto se partió de los siguientes criterios para la selección de la metodología:

1. La metodología a seleccionar no debía contener coeficientes o variables modificadas por procesos de calibración y validación ya que el IDIGER no contaba con datos históricos de catástrofes procedente de inundaciones para realizar este proceso.
2. Los niveles de amenaza deben ser fijados y sustentados a partir de datos experimentales en laboratorio y campo. Esto con el fin de dar soporte técnico a la hora de clasificar los niveles de amenaza ya que no se podía realizar con datos históricos de catástrofes por inundación.
3. La metodología debe describir las consecuencias de los niveles de amenaza a partir de hechos catastróficos y datos experimentales que permitan una adecuada interpretación del nivel de amenaza.

Atendiendo las características mencionadas, la metodología que cumplió con estos tres requisitos correspondió a la propuesta por Escudero y sus colaboradores [2012]. Inicialmente, es una metodología que clasifica en ser parcial y cuantitativa. Seguidamente, la construcción de los niveles no corresponde a un proceso de calibración pero están soportados con datos históricos y experimentales según estudios consultados [Témez, 1991; Reiter and RESCDAM, 2001; Nanía, 2002; Gómez and Russo, 2009]. Además, los niveles de amenazas están analizados con las posibles consecuencias. La Figura 25 muestra los niveles de amenaza presentados por la investigación realizada por Escudero.

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

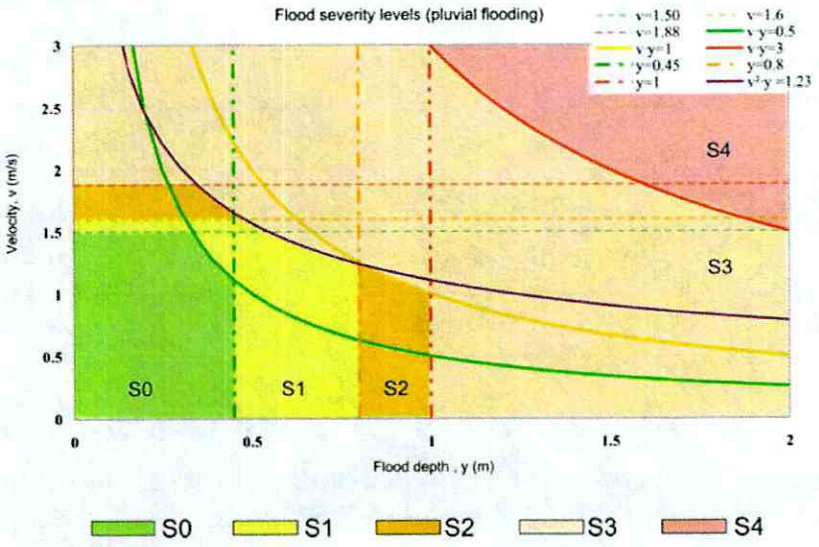


Figura 25. Niveles de amenaza de acuerdo con la investigación de Escuder-Bueno et al. [2012].

En consideración a que el IDIGER presenta la amenaza en tres niveles, estos fueron ajustados (ver Tabla 11). Esta acción se llevó a cabo mediante la comparación de las metodologías analizadas que presentaba exclusivamente 3 niveles de amenaza [*Government*, 2005; *Cancado et al.*, 2008; *Kalyanapu et al.*, 2012; *Russo et al.*, 2014]. En el siguiente párrafo se describe los criterios que se tuvieron en cuenta para realizar los ajustes.

Tabla 11. Niveles de amenaza asociadas las variables hidráulicas

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL DE AMENAZA PARA LA PROFUNDIDAD	NIVELES DE AMENAZA		
z < 0,5	BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA
0,5 > z < 1,0	MEDIA	MEDIA	MEDIA	ALTA
z > 1,0	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
NIVEL DE AMENAZA PARA LA VELOCIDAD		BAJA	MEDIA	ALTA
VELOCIDAD (m/s)		v < 1,5	1,5 > v < 2	v > 2

En la Figura 25, el primer nivel, S0 corresponde a valores por debajo de 0.45 m, el cual en la Tabla 11 se aproximó a 0.5 m, como lo muestra Cancado et al. [2008], ya que este valor fue calibrado para un sector urbano.

En el segundo nivel se fusionaron el nivel S1 y S2 de la Figura 25. Se consideró que esta acción era la apropiada en vista que las dimensiones presentadas en las metodologías revisadas [Government, 2005; Cancado et al., 2008; Kalyanapu et al., 2012; Russo et al., 2014] sobre pasaban la estatura promedio de la población de Bogotá, la cual para hombres es de 1.72 m y para mujeres, 1.6 m [Meisel and Vega, 2004]. Por lo tanto, el hecho que

sobrepasa la estatura promedio ya es causal de un riesgo alto. El tercer nivel se ajustó mediante la unión de los rangos restantes S3 y S4 de la Figura 25.

Es de aclarar que las velocidades se dejaron iguales ya que está soportada por estudios experimentales tal como se mencionó anteriormente dentro del mismo artículo. Además, los datos presentados por Escudero y sus colaboradores [2012] fueron contrastados con los resultados presentados por Kreibich y sus colegas [2009]. Su comparación permitió concluir que los niveles estaban correctamente distribuidos de acuerdo con los posibles efectos en la población e infraestructuras.

- Procedimiento.

Teniendo seleccionada la metodología para delimitación de las amenazas, se estandarizó un proceso para construir los mapas de amenazas, el cual consiste en 3 pasos (ver Figura 26).

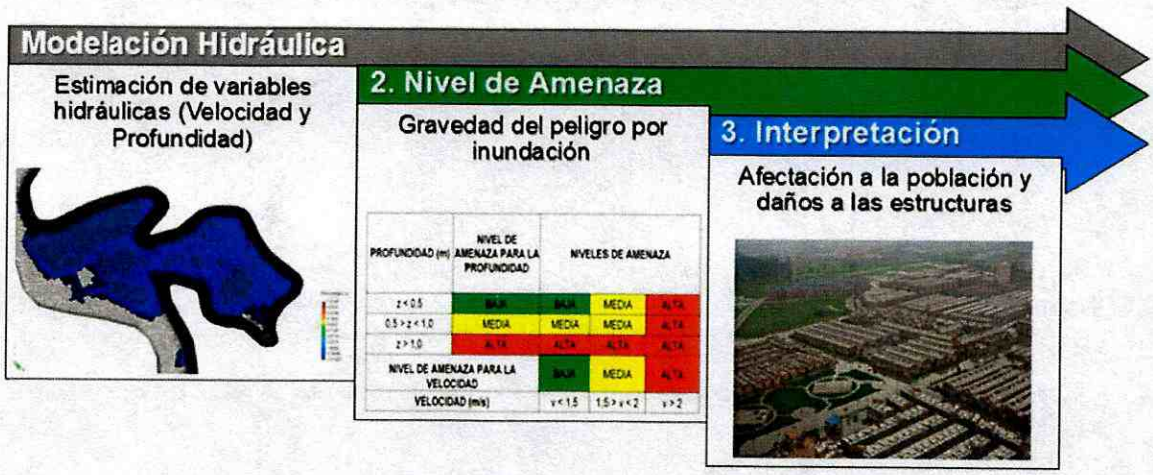


Figura 26. Esquema del procedimiento para la zonificación de los niveles de amenazas con su respectiva interpretación.

A continuación se describe cada paso de la Figura 26.

1. A partir de la modelación hidráulica con el programa IBER se generan dos imágenes, los cuales contienen las magnitudes de las profundidades y las velocidades del flujo.
2. Se realiza la clasificación de la amenaza de acuerdo con las profundidades y las velocidades del flujo asociadas a un periodo de retorno de hasta 100 años teniendo en cuenta la Tabla 11.
3. Finalmente, la interpretación de los niveles de amenazas se realiza mediante las posibles consecuencias de acuerdo con la magnitud de las variables hidráulicas.

- Análisis por criterios de niveles de amenaza

Para interpretar los niveles de amenaza se establecieron posibles consecuencias. Estas fueron basadas en investigaciones reportadas en la información metodológica consultada, teniendo cuenta daños a las infraestructuras e inestabilidad de cuerpos [uller, M. and B., n.d.; Engel, 2004; Gómez Valentín and Russo,

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

2009; Kreibich et al., 2009]. Figura 27 muestra las posibles consecuencias de acuerdo con el nivel de amenaza (sea por nombre o por colores).



Figura 27. Posibles consecuencias basadas la información metodológica consultada [uller, M. and B., n.d.; Engel, 2004; Gómez Valentín and Russo, 2009; Kreibich et al., 2009].

Teniendo en cuenta la metodología expuesta anteriormente se adoptaron las definiciones de zonas de amenaza presentada en la Tabla 12.

Tabla 12. Definiciones de amenaza alta, media y baja adoptadas

CATEGORIZACIÓN DE LA AMENAZA	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN
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 de hasta 100 años, con una profundidad de lámina de agua igual o superior a 1,00 m, y/o una velocidad de flujo agua igual o superior a 2 m/s.	Lámina de agua > 1,0 m y/o Velocidad de Flujo > 2 m/s
AMENAZA MEDIA	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno de hasta 100 años, con una profundidad de lámina de agua entre 0,5 m y 1,0 m y/o una velocidad de flujo entre 1,5 m/s y 1,0 m/s.	0,5 m > Lámina de agua < 1,0 m y/o 1,5 m/s > Velocidad de Flujo < 2 m/s
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 de hasta 100 años, con una profundidad de lámina de agua igual o inferior a 0,5 m, y/o una velocidad de flujo agua igual o inferior a 1,5 m/s.	Lámina de agua < 0,5 m y/o Velocidad de Flujo < 1,5 m/s

Teniendo en cuenta el escenario de modelación desarrollado con caudales que exceden un periodo de retorno de 100 años en el río Bogotá, de acuerdo con los caudales de diseño de la adecuación hidráulica del río Bogotá, que al ser transitados a lo largo de la zona de evaluación en general quedan contenidos dentro del cauce del río, es necesario dejar una zona paralela al cauce que abarque los obras de adecuación hidráulica implementadas en el río Bogotá, como medidas estructurales para mitigar el riesgo por inundación cuyo propósito es dejar un corredor para el manejo, protección y mantenimiento que permitan mantener la vida útil de las obras y a su vez esta franja restringe el uso urbano que puedan generar un posible riesgo antrópico como la ruptura de las obras mencionadas. Dicha franja se localiza a partir de la pata inferior externa del jarillón incluyendo su corona como se muestra en la Figura 28.

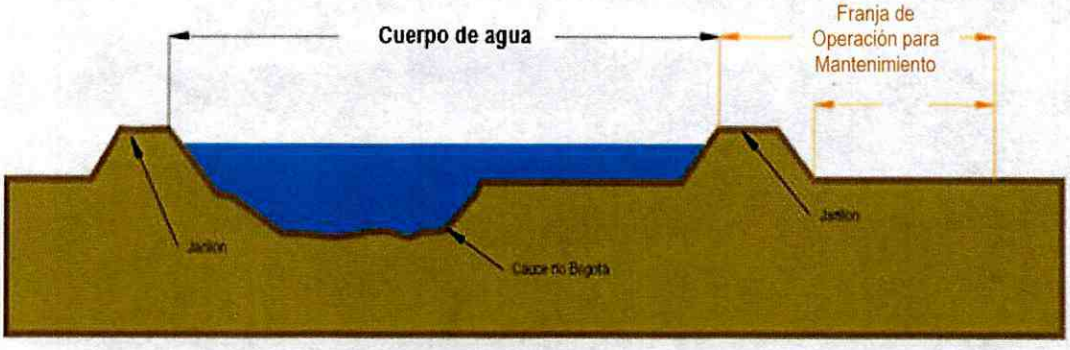


Figura 28. Franja de mantenimiento y protección.

7.2 RESULTADOS DE AMENAZA

De acuerdo con los resultados de la modelación presentados en este ítem y teniendo en cuenta la metodología descrita anteriormente, se obtuvo la zonificación de amenaza para el sector del río Bogotá intervenido entre las compuertas de Alicachín y Puente La Virgen mostrada en la Figura 30; asimismo, en la Figura 29 se presentan los resultados de amenaza obtenidos para el tramo comprendido entre "Desembocadura río Fucha – Desembocadura río Tunjuelo" donde se encuentra el sector denominado "El Corzo".

8 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE AMENAZA

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se evidencia que no se presenta amenaza de inundación por desbordamiento para el sector del río Bogotá intervenido entre las compuertas de Alicachín y Puente La Virgen, ya que los niveles, de acuerdo con el escenario seleccionado, quedan contenidos dentro de los cuerpos de agua, los cuales se definen cómo la sección hidráulica del cauce incluyendo las bermas de inundación realizadas en la adecuación hidráulica para aumentar la capacidad del río y las zonas de amortiguamiento o zonas multifuncionales establecidas por 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

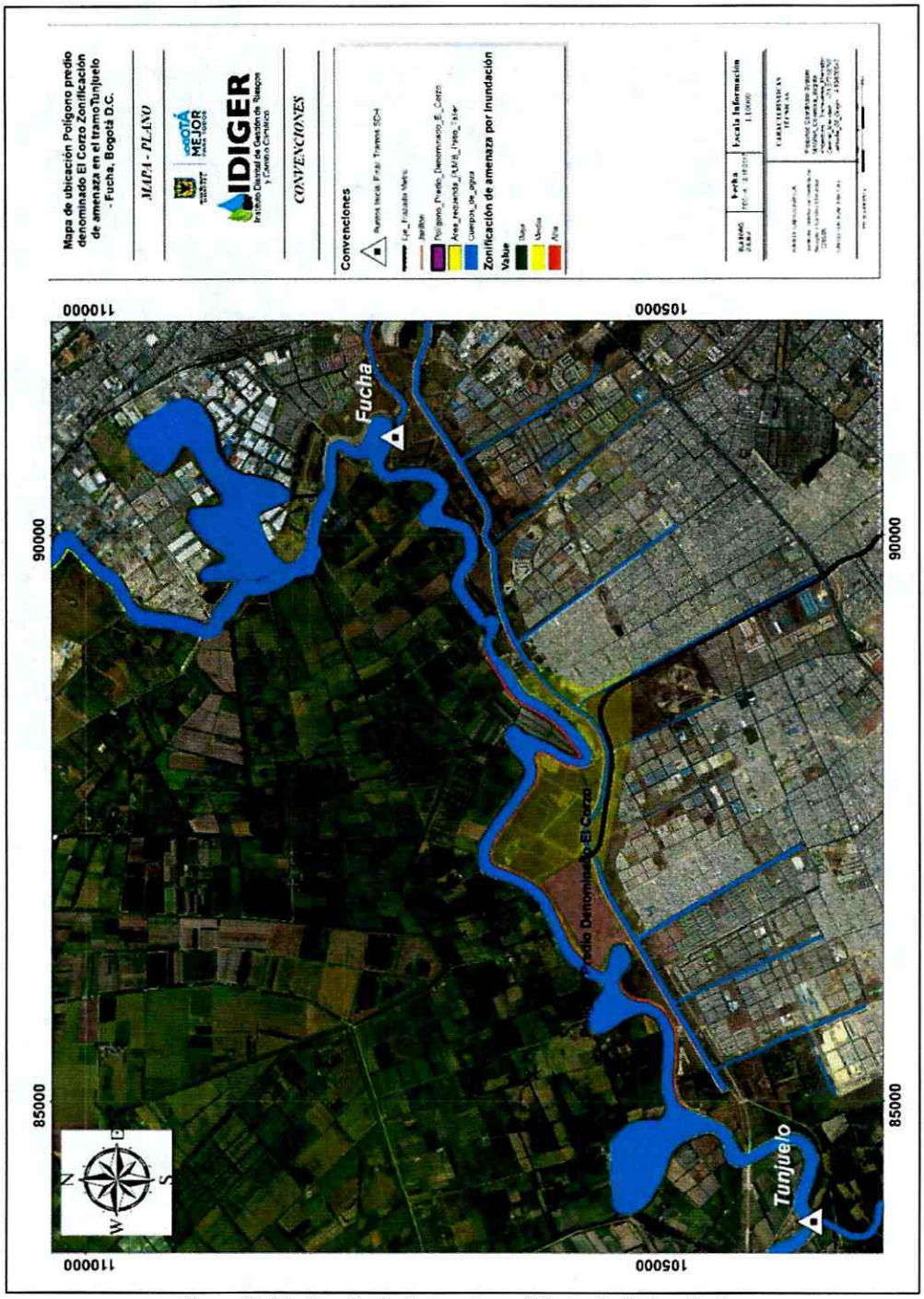


Figura 29. Zonificación de Amenaza en el Tramo Tunjuelo – Fucha.

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

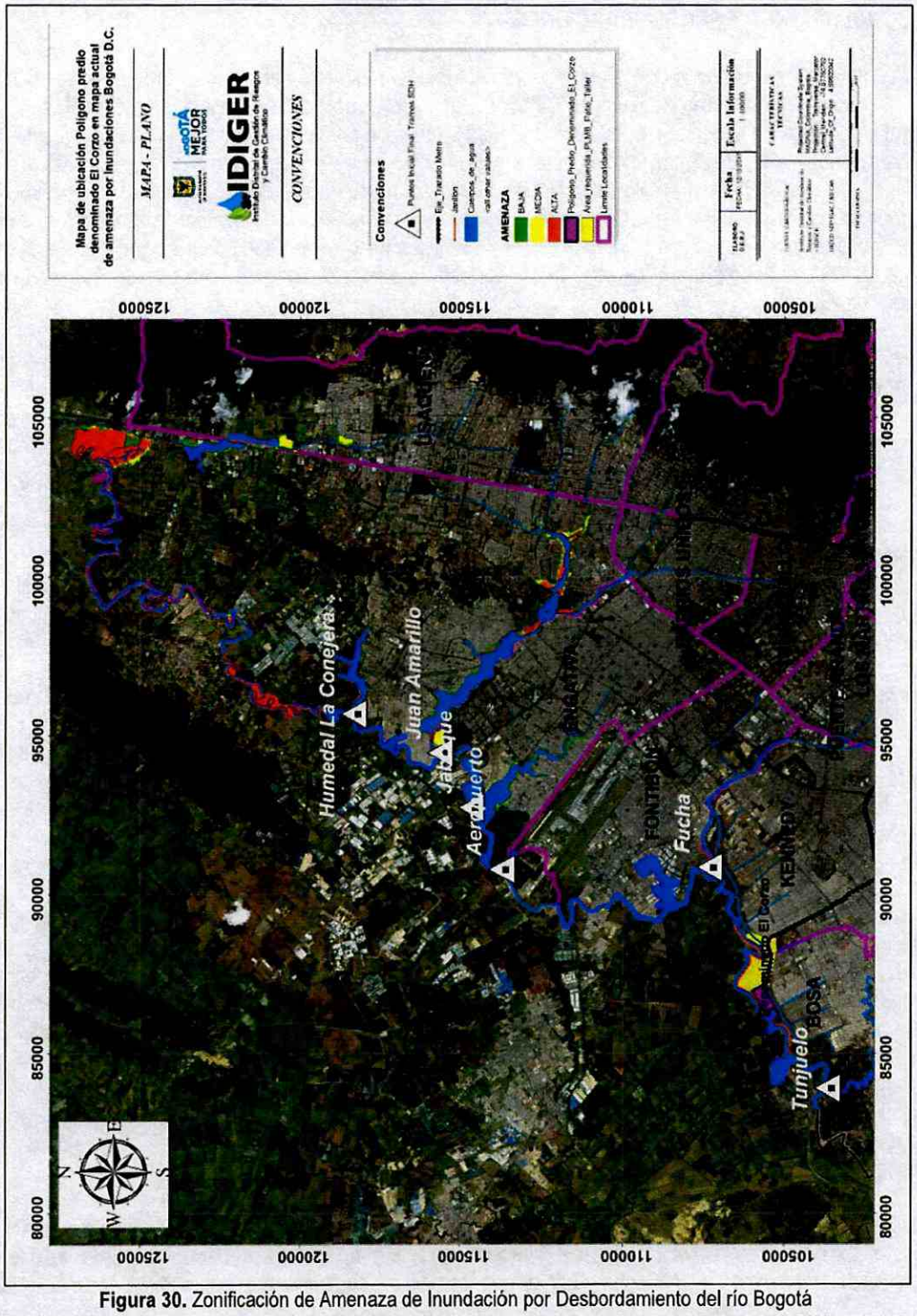


Figura 30. Zonificación de Amenaza de Inundación por Desbordamiento del río Bogotá

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

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados de los estudios y las obras de adecuación hidráulica y protecciones realizadas por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR sobre el río Bogotá, se evidencia que no se presenta amenaza y/o riesgo por inundación por desbordamiento para un período de retorno de 100 años para el sector denominado "El Corzo", por lo cual el presente concepto actualiza y reemplaza la zonificación de amenaza establecida para el predio denominado "El Corzo" presentada en el plano normativo de inundación adoptado por la Resolución 858 del 26 de julio 2013, emitida por la Secretaría Distrital de Planeación, la cual a su vez modificó la adoptada en el Decreto 190 de 2004 (Compilación del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá o POT), así como la de los conceptos técnicos de amenaza emitidos para el área delimitada en el presente concepto.

Teniendo en cuenta la reducción de los niveles de amenaza por inundación por desbordamiento en el predio denominado "El Corzo", por efecto de la ejecución de las obras de mitigación realizadas por la CAR en el río Bogotá, en el marco del Artículo 110 del Decreto 190 del 2004, el IDIGER emite el presente concepto favorable para que se continúe con el proceso de variación de la medida de la zona de manejo y preservación ambiental para el sector donde se localiza el predio en mención.

Consecuente con los resultados obtenidos, es necesario que la autoridad ambiental competente realice la nueva delimitación del río Bogotá acogiendo las obras de adecuación hidráulica con el fin de que las mismas sean incorporadas dentro del cuerpo de agua, adoptadas mediante cartografía oficial del IGAC y que las zonas de amortiguamiento o zonas multifuncionales sean delimitadas e incorporadas como un cuerpo de agua e integradas a la estructura ecológica principal.

El presente Concepto CT-8253, se realizó en el marco de la incorporación de gestión de riesgos en la revisión de mediano y largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital en curso, dentro de la cual se viene adelantando la actualización del Plano Normativo de Amenaza de Inundación por Desbordamiento para Bogotá según lo establecido en el Decreto 1807 de 2014 y cuyos resultados para el río Bogotá muestran que no existe amenaza de inundación por desbordamiento en los tramos intervenidos. Los resultados y conclusiones aquí presentadas deben tomarse como una herramienta para la planificación del territorio y toma de decisiones sobre el uso del suelo.

La eficiencia y funcionalidad de las medidas de mitigación de amenaza de inundación por desbordamiento está supeditada a la implementación de un programa sostenible de seguimiento, monitoreo, mantenimiento preventivo y funcional de las mismas que eviten modificaciones en las condiciones de amenaza y por ende las de riesgo, para lo cual se debe garantizar que los responsables tengan acceso a las mismas en todo momento; en consecuencia, y en el entendido que las medidas de mitigación implementadas fueron concebidas como obras lineales; se incluye en este concepto, una zona denominada como **"Franja de operación para mantenimiento"** la cual corresponde con una zona que abarca las obras de adecuación hidráulica, manejo y protección junto con la zona de operación de la maquinaria y equipos para mantenimiento preventivo, tal como se ilustra en la Figura 30. El objetivo de la citada franja es el de garantizar un nivel de seguridad básico para la funcionalidad de las medidas de mitigación y evitar procesos de deterioro.

Considerando que las medidas estructurales implementadas reducen el riesgo más no lo eliminan y teniendo en cuenta las características morfológicas del terreno aferente al río Bogotá, que evidencian un nivel inferior a la cota media del mismo, la CAR deberá contar con los análisis de riesgo respectivos, para garantizar que 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

se presentarán cambios negativos en la condición de amenaza. Estos análisis están enmarcados de acuerdo con la Ley 1523 de 2012 en sus artículos 38 y 42; donde se debe considerar los posibles efectos de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta por falla de las obras de adecuación hidráulica, ya se trate de origen natural o antrópico, y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia. Con base en estos análisis se deben diseñar e implementar las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencias.

En relación con el sector objeto de análisis, se recomienda:

- Dado que el drenaje pluvial de las localidades ribereñas de la ciudad depende de un sistema de bombeo soportado por medio de plantas elevadoras que descargan al río Bogotá, se debe tener especial cuidado con la operación y mantenimiento estas áreas, dada su posibilidad de inundación, por lo cual se recomienda a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAB – ESP contar con los análisis de riesgo respectivos en el marco de la Ley 1523 de 2012, en especial lo dispuesto en sus artículos 38 y 42; donde se debe considerar la necesidad de contar con redundancia de los sistemas de bombeo y suministro de energía, entre otros, y definir la necesidad de instalar sistemas antirreflujo; con base en estos análisis se deben diseñar e implementar las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencias.

- Se recomienda a la EAB – ESP desde sus competencias, adelantar las acciones respectivas para llevar a cabo las labores de mantenimiento y limpieza de los canales contenidos dentro del área del presente concepto que permita su buen funcionamiento, debido a que es común en los mismos la gran colmatación por basura y presencia de vegetación lo cual puede generar obstrucciones y la disminución de la capacidad hidráulica en el sistema de drenaje general.

- Para el sistema de energía eléctrica se debe evitar en las áreas de influencia del sistema de bombeo de la EAB – ESP, la ubicación de elementos susceptibles a eventos de inundación por encharcamiento con el fin de garantizar la prestación del servicio y los riesgos asociados.

- En el desarrollo de las actividades que se planea realizar en el predio objeto del presente concepto, se recomienda a los responsables de las mismas realizar los análisis específicos de riesgo, de acuerdo con los Artículos 38 y 42 de la Ley 1523 de 2012, donde se consideren los posibles efectos naturales y socioculturales, sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia y de su operación. Con base en este análisis el responsable del proyecto debe diseñar e implementar las medidas de reducción del riesgo, planes de emergencia y contingencias que serán de su obligatorio cumplimiento. De igual forma, deberán velar por la implementación de la gestión del riesgo en el ámbito de sus competencias sectoriales y territoriales, conforme al Parágrafo del Artículo 44 de la Ley 1523 de 2012.

10 OBSERVACIONES

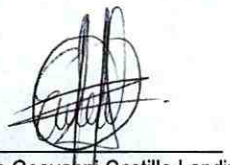
Los resultados y recomendaciones incluidas en el presente concepto se realizaron para atender la consulta de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca a solicitud de la Empresa Metro de Bogotá en lo referente a la evaluación de la reducción y mitigación de la amenaza por inundación por desbordamiento ante las obras de adecuación y mitigación que fueron desarrolladas en la zona de ronda y de la ZMPA del río Bogotá en el tramo comprendido entre las abscisas K26+400 - K31+900 en el sector denominado "El Corzo", están basados en los resultados de los estudios y metodologías mencionados, en la valoración de los antecedentes

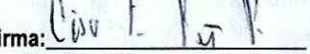
Diagonal 47 No. 77B -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.idiger.gov.co y www.sire.gov.co mail: idiger@idiger.gov.co

consultados y en las observaciones realizadas durante las visitas. Si por alguna circunstancia las condiciones aquí descritas y que sirvieron de base para establecer las zonas y recomendaciones son modificadas, se deberán realizar los ajustes y adecuaciones que sean del caso.

La vigencia del presente concepto, está determinada por las condiciones hidráulicas evaluadas para establecer la amenaza de inundación por desbordamiento, que está soportada en la funcionalidad de las obras de adecuación realizadas por la CAR.

11 APROBACIONES

11.1 Elaboró	11.1 Elaboró
Firma:  **Nombre**: Andri Jasbleidy Muñoz Robayo **Profesión:** Ingeniera Civil **MP: 15202181290BYC**	**Firma:**  **Nombre:** Edwin Geovahni Castillo Landinez **Profesión:** Ingeniero Civil **MP: 25202155902 CND**
Contratista Grupo de Conceptos Técnicos	*Contratista Grupo de Conceptos Técnicos*

11.2 -Revisoó	11.2 –Aprobó
Firma:  **Nombre:** César F. Peña P. **Profesión:** Geólogo **MP: 1751 CPG**	**Firma:**  **Nombre:** Jesús Enrique Rojas Ochoa **Profesional Especializado** **Código 222 Grado 29**
Coordinador Grupo Plan de Ordenamiento Territorial	*Responsable Grupo de Conceptos para Planificación Territorial*

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

12 ANEXO

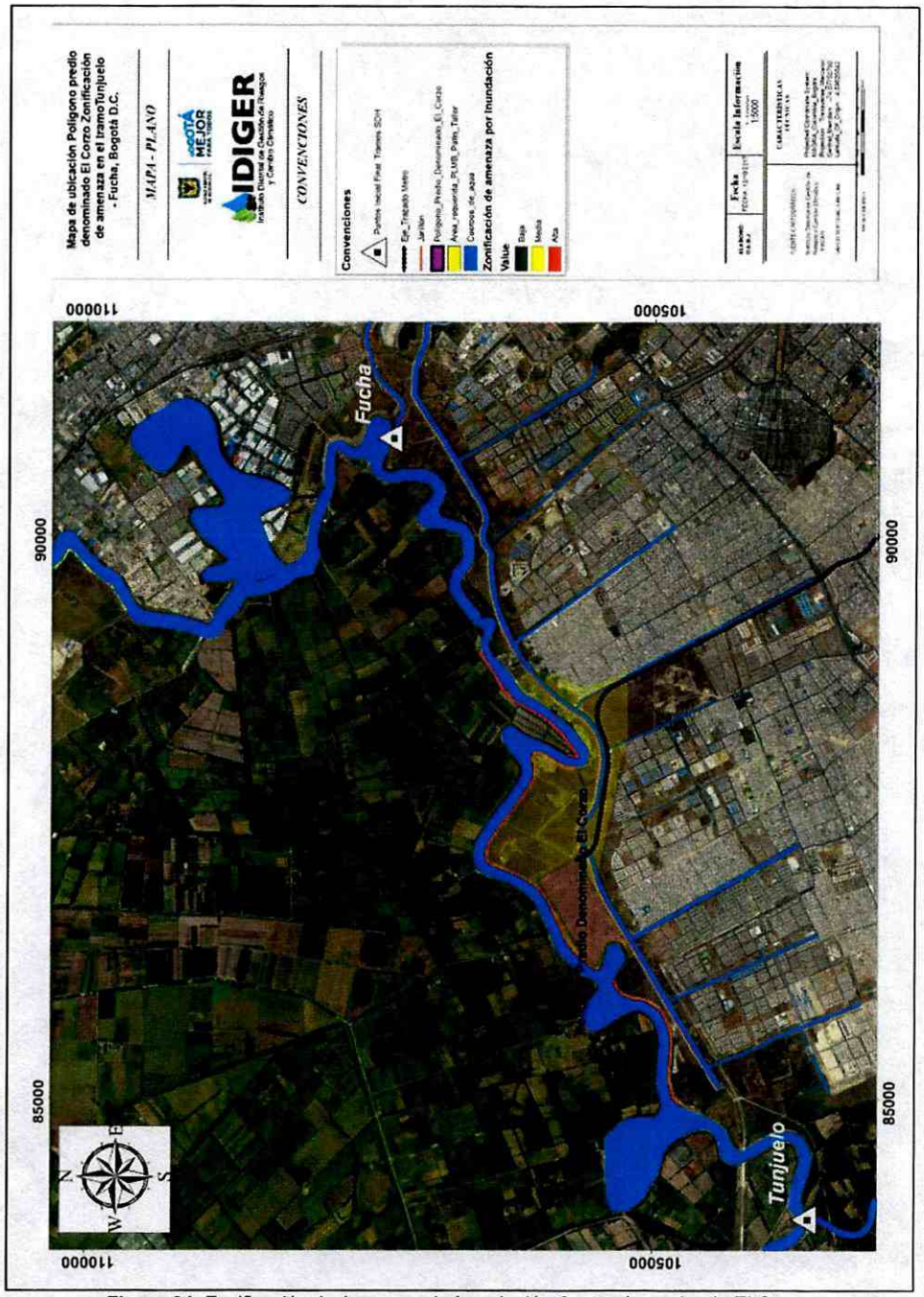


Figura 31. Zonificación de Amenaza de Inundación Sector denominado El Corzo

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