CLASIFICADO

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS
FOPAE

MARÍA CAROLINA ROGELIS
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
DPAE
DIAGONAL 47 No 77B-09
BOGOTA, COLOMBIA

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES DEL RÍO BOGOTÁ 2007

CONTRATO PS 17 DE 2007

VOL. 1 INFORME FINAL
ORIGINAL
5 de Diciembre de 2007

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES DEL RÍO BOGOTÁ 2007

Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá D.C.– FOPAE
Dirección de Prevención y Atención de Emergencias — DPAE
Diagonal 47 # 77 B 09 Interior 11
PBX: 4292801
http://www.fopae.gov.co
Bogotá – Colombia

Directora: Ing. Diana Marcela Rubiano Vargas

Subdirector de Investigación y Desarrollo: Ing. Guillermo Ávila Álvarez

Coordinadora de Estudios Técnicos: Ing. Diana Patricia Arévalo Sánchez

Elaborado por: María Carolina Rogelis Prada - MSc Hidráulica

Publicación autorizada por la dirección de la DPAE, no es negociable y su reproducción total o parcial obliga a dar a la DPAE el crédito que le corresponde como autor del documento.

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN....7
2 ANTECEDENTES....7
2.1 Emergencia de Mayo de 2006....7
2.2 Emergencia de noviembre /2006....12
2.3 Creación del comité de emergencias del río Bogotá....12
3 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA Y FUNCIONAMIENTO DEL RÍO BOGOTÁ DURANTE EL AÑO 2007....12
3.1 Descripción de la cuenca del río Bogotá....12
3.2 Funcionamiento hidráulico del río Bogotá....14
3.2.1 Influencia de la condición de frontera en la compuerta de Alicachín....14
3.2.2 Comportamiento del río durante mayo de 2006....19
3.3 Tiempos de tránsito....28
4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES....33
4.1 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE DATOS....33
4.1.1 Sistema de monitoreo y transmisión de la CAR....33
4.1.2 Sistema de monitoreo y transmisión de EAAB....34
4.1.3 Sistema de monitoreo de EMGESA....35
4.1.4 Sistema de Monitoreo IDEAM....35
4.1.5 Sistema de Monitoreo EEB....35
4.1.6 Sistema de Monitoreo DPAE....36
4.2 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS....36
4.3 SISTEMA DE EVALUACIÓN....36
4.3.7 Capacidad hidráulica del río Bogotá....36
4.3.8 ZONAS DE DESBORDE....37
4.4 Niveles de alerta por desbordamiento....37
4.4.9 Tramo comprendido entre el humedal La Conejera el Humedal Guaymaral....38
4.4.10 Tramo comprendido entre el humedal La Conejera y El Río Juan Amarillo....42
4.4.11 Tramo Humedal Juan Amarillo – Humedal Jaboque....43
4.4.12 Tramo Humedal Jaboque – Rio Fucha....45
4.4.13 Tramo Río Fucha – K27+400....46
4.4.14 Tramo K27+400-Río Tunjuelo....47
4.5 Niveles de alerta por reflujo....49
5 Plan de Respuesta - Protocolo de manejo de inundaciones en el río Bogotá....50
5.1 Introducción....50
5.2 Alcance del trabajo realizado y obstáculos encontrados....50
5.3 Entidades involucradas....51
5.4 Diagrama de flujo de acciones durante la emisión de alertas....53
5.5 Comunicaciones....53
6 Conclusiones y Recomendaciones....53

ANEXOS

Anexo A. Mapa de localización de estaciones de monitoreo.....55
Anexo B. Diseño conceptual del módulo del sire del sistema de alerta temprana de inundaciones del río Bogotá 56
Anexo C. Capacidad hidráulica de las secciones del río Bogotá (topografía de 1998) 94
Anexo D. Documentación adicional entregada por la EAAB 100
Anexo E. Diagramas de flujo: Protocolo de Emisión de alertas por desbordamiento, protocolo de operación del canal de Achury, Protocolo de manejo del Embalse de Tominé, Protocolo de manejo de la PTAR Salitre, Protocolo de manejo de la compuerta de Alicachín, Protocolo de emisión de información aguas debajo de la compuerta de Alicachín. 102
Anexo F. Matriz de Alertas.....103
Anexo G. Diagrama de comunicaciones 104
Anexo H. Formato de monitoreo de jarillones 105

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Puntos críticos en el río Bogotá....11
Ilustración 2. Cuenca del río Bogotá....13
Ilustración 3. Comparación de perfiles variando el control de flujo en Alicachín para crecientes normales del río Bogotá....15
Ilustración 4. Comparación de perfiles variando el control de flujo en Alicachín para crecientes con periodo de retorno de 10 y 100 años del río Bogotá....17
Ilustración 5. Perfil de flujo compuerta de Alicachín (Fuente: HMV (2002))....18
Ilustración 6. Corte transversal compuerta de Alicachín (fuente: EMGESA (2007))....18
Ilustración 7. Creciente de mayo de 2006 registrada en la estación El Espino de la EAAB. 20
Ilustración 8. Creciente de noviembre de 2006 registrada en la estación El Espino de la EAAB..21
Ilustración 9. Creciente de mayo de 2006 registrada en la estación La Isla de la EAAB....21
Ilustración 10. Creciente de noviembre de 2006 registrada en la estación La Isla de la EAAB....22
Ilustración 11. Hidrograma de Caudales para la estación Puente Cundinamarca May/2006 22
Ilustración 12. Creciente de mayo de 2006 registrada en la estación El Cortijo de la EAAB....23
Ilustración 13. Creciente de noviembre de 2006 registrada en la estación El Cortijo de la EAAB .24
Ilustración 14. Creciente de mayo de 2006 registrada en la estación Las Huertas de la EAAB 24
Ilustración 15. Creciente de noviembre de 2006 registrada en la estación Las Huertas de la EAAB 25
Ilustración 16. Creciente de mayo de 2006 registrada en la estación Fucha de la EAAB....25
Ilustración 17. Creciente de noviembre de 2006 registrada en la estación Fucha de la EAAB....26
Ilustración 18. Niveles alcanzados durante la emergencia de mayo/2006 según el monitoreo de las diferentes entidades y niveles de alerta....27
Ilustración 19. Tiempos de tránsito según EMGESA (información entregada por la CAR durante la emergencia de mayo/2006)....28
Ilustración 20. Creciente de noviembre de 2006 14 al 17 de noviembre 30
Ilustración 21. Creciente de noviembre de 2006 2 al 16 de noviembre 31
Ilustración 22. Creciente de noviembre de 2006 19 al 29 de noviembre....32
Ilustración 23. Componentes del sistema de alerta temprana de inundaciones (Ford et al, 2002) 33
Ilustración 24. Sistema de monitoreo río Bogotá 34
Ilustración 25. Zonas con secciones con menor capacidad hidráulica según la topografía de HMV. 37
Ilustración 26. Sección del sensor Puente La Virgen (Fuente: http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal) 39
Ilustración 27. Fluctuación de los niveles entre febrero y abril de 2007 en el sensor de Puente La Virgen (Fuente: http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal) 40
Ilustración 28. Tramo del río con cobertura del sensor Puente la Virgen 41
Ilustración 29. Zona de monitoreo Humedal La Conejera-Humedal Juan Amarillo....42
Ilustración 30. Estación Chicú (Fuente: http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal) 43
Ilustración 31. Zona de monitoreo Humedal Jaboque – Humedal Juan Amarillo 44
Ilustración 32. Estación Chicú (Fuente: http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal) 44
Ilustración 33. Zona de monitoreo Humedal Jaboque-Rio Fucha....45
Ilustración 34. Zona de monitoreo Río Fucha – K27+400....46
Ilustración 35. Estación Gibraltar (Fuente: http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal)....47
Ilustración 36. Zona de monitoreo K27+400- Río Tunjuelo 48
Ilustración 37. Estación La Isla (Fuente: http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal)....48

Ilustración 38. Mapa para desplegar información general y de protocolos del río Bogotá 59
Ilustración 39. Página de inicio SAT Río Bogotá.....61
Ilustración 40. Módulos de información del Río Bogotá 65
Ilustración 41. Variables a desplegar en el geoportal.....67
Ilustración 42. Visualización en el geoportal.....68
Ilustración 43. Visualización vista esquemática.....69
Ilustración 44. Visualización de perfil.....71
Ilustración 45. Reporte consolidado de embalses 89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Puntos críticos identificados en la reunión del 5 de mayo/2006 8
Tabla 2. Protocolo provisional diseñado el 5 de mayo/2006 8
Tabla 3. Amenazas identificadas por localidad.....10
Tabla 4. Comparación de las Alturas del perfil hidrálico en el río Bogotá para crecientes normales con profundidad crítica en Alicachín y Cota 2539.24 16
Tabla 5. Comparación de las Alturas del perfil hidrálico en el río Bogotá para crecientes con periodo de retorno de 10 y 100 años con profundidad crítica en Alicachín y Cota 2539.24 17
Tabla 6. Cotas máximas alcanzadas en los sensores de la EAAB durante la emergencia de mayo/2006 19
Tabla 7. Cota cero de miras y/o sensores 19
Tabla 8. Tiempos de tránsito 29
Tabla 9. Tiempos de tránsito 31
Tabla 10. Tiempos de tránsito.....32
Tabla 11. Capacidades hidráulicas máximas del río Bogotá (Fuente Ingetec 1998) 36
Tabla 12. Nivel cero de miras y sensores 83
Tabla 13. Alertas.....88

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES PARA EL RÍO BOGOTÁ

1 INTRODUCCIÓN

Un sistema de alerta temprana está compuesto por varios subsistemas. El principal eslabón es el sistema de pronóstico, que consta de un componente de recolección de datos, un componente de transmisión de datos al centro de pronóstico y un componente de preparación del pronóstico. En el centro de pronóstico, los datos son convertidos en pronósticos que son transmitidos a las autoridades que toman las decisiones, quienes usan el pronóstico para preparar y emitir las alertas dependiendo de su evaluación. De esta forma se activa un sistema de respuesta.

La emisión de alertas es un proceso de toma de decisiones bajo condiciones de probabilidad debido a que los niveles de agua son función aleatoria del tiempo. Los hidrólogos tienen que trabajar con incertidumbres que hacen imposible obtener una extrapolación exacta de una función hidrológica del tiempo. Entre más corto es el tiempo de pronóstico, más preciso puede ser el pronóstico.

Este documento describe el desarrollo del sistema de alerta temprana de inundaciones del río Bogotá, basado en la información disponible durante el año 2007.

El trabajo en el sistema de alerta se inició en el año 2006 luego de la emergencia presentada durante el mes de mayo que generó la emisión de alerta roja en el distrito capital. En ese momento se evidenció la importancia de contar con una herramienta que permitiera: compilar los datos de monitoreo que realizan varias entidades del orden Distrital y Departamental; visualizar la información en tiempo real; analizar la información disponible de la cuenca; evaluar la información para así determinar el estado de alerta de la cuenca; y en general soportar la toma de decisiones con respecto a la cuenca del río Bogotá. En este documento se resumen los avances logrados en el año 2007 con respecto a dicha herramienta.

2 ANTECEDENTES

2.1 Emergencia de Mayo de 2006

El día 5 de mayo de 2006 se llevó a cabo una reunión de emergencia en las instalaciones de la DPAE, con la participación de la Empresa de Acueducto, el IDEAM, la CAR, la Empresa de Energía de Bogotá y EMGESA durante la cual los aspectos más relevantes fueron:

- Según información del IDEAM, las condiciones de lluvias constantes se mantendrán durante los próximos 3 días.
- La EAAB manifiesta que se tienen los niveles del río Bogotá más altos de los últimos 60 días incluyendo el 12 y 13 de abril, días durante los cuales se presentó un pico de nivel.
- La EAAB informa que en los tres tributarios principales del río Bogotá podría presentarse problema por el remanso generado por el río. Se identifican los siguientes puntos críticos:

Tributario	Zona de Afectación por remanso
Canal Salitre	Barrio Minuto de Dios, Gavilanes, Suba, Álamos y Humedal Jaboque
Fucha	
Tunjuelo	

Tabla 1. Puntos críticos identificados en la reunión del 5 de mayo/2006

- EMGESA informa que la compuerta de Alicachín se encuentra abierta desde hace dos días.
- La CAR informa que no se están llevando a cabo descargas de los embalses, que el Embalse de Tominé se encuentra en el 67% de su capacidad y que el embalse de Neusa se encuentra a 80% de su capacidad.
- Las compuertas de Achuri se encuentran en su mínima apertura.
- El embalse San Rafael se encuentra en un 90% de su capacidad.

De acuerdo con la información suministrada por la EAAB se establecieron 3 problemas principales ante la creciente del río Bogotá, en orden de prioridad (según la EAAB):

1. Insuficiencia de drenaje
2. Desbordamiento de Afluentes
3. Desbordamiento del río Bogotá.

- El embalse San Rafael se encuentra en un 90% de su capacidad
- La EAAB informó que las estaciones Salitre, Gibraltar, Fontibón y Cafam se encontraban en niveles mínimos de descarga.
- Se estableció la operación de un comité con un representante de cada entidad a saber: DPAE, EAAB, EMGESA y EEB.
- Se estableció como punto crítico la estación Villa Gladis en el Humedal Jaboque
- Se estableció un protocolo de emergencia de la siguiente manera:

Tipo de Evento	Amarillo	Naranja	Rojo
Deficiencia de Drenaje	▪ Reunión del Comité ▪ Evaluar cierre de Embalses ▪ Evaluar regulación de Alicachín ▪ Evaluar Bombeo de Tominé	▪ Cierre de Embalses ▪ Apertura de Alicachín ▪ Ejecutar Bombeo posible en Tominé ▪ Revisión de Jarillones y taponamientos margen derecha (CAR) margen izquierda (EAAB)	▪ Cierre de Embalses ▪ Apertura de Alicachín ▪ Complementar monitoreo
Desborde de Afluentes	▪ Reunión del Comité ▪ Inventario de Recursos	▪ Movilización de recursos a posibles zonas de impacto.	▪ Movilización de recursos ▪ Notificación de evacuación. Decisión de la EAAB y notificación a los CLE.
Desborde río Bogotá	Reunión del Comité		

Tabla 2. Protocolo provisional diseñado el 5 de mayo/2006

- Durante el establecimiento de la sala de crisis para el manejo de la emergencia los puntos más relevantes fueron los siguientes (información recopilada por el grupo de Estudios durante su permanencia en la sala de crisis):

  - En la zona de la estación Gibraltar se presentó un tambre de 500 m a lo ancho del río por lo que hubo que desplazar retroexcavadoras y dos paladragas.
  - El jarillón en la zona de Gibraltar presentó un agrietamiento longitudinal

- El río Fucha presentó un desbordamiento en su zona de entrega al río Bogotá en zonas verdes de la EAAB.
- El barrio Kassandra fue identificado como punto crítico ya que su localización está por debajo de los niveles del río Bogotá.
- En lo que se refiere a zona 3 los puntos críticos identificados fueron:
  - La Urbanización Pueblo Nuevo: en donde se presentaron filtraciones del río Fucha.
  - Dificultades para drenar las aguas negras de Fontibón
  - Adicionalmente se identificaron las siguientes zonas críticas: Tarento, Villamar y Humedal Capellanía.
  - Kassandra
  - Estación de Fontibón
- En lo que se refiere a zona 2 los puntos críticos identificados fueron:
  - Colector Engativá
  - Villa Clavel (Cerca del Humedal Jaboque)
  - Engativa Centro
  - Engativa Pueblo
  - Sabana del Dorado
  - Incapacidad de Bombeo de la planta Villa Gladis
  - Aeropuerto pista antigua
  - Barrios Mirador y Bogotano
  - PTAR Salitre en donde el nivel del río Bogotá sobrepasó el nivel de la compuerta del canal de aducción.
  - Los barrios críticos identificados fueron: Los Cerezos, Las Ferias, Luis Carlos Galán, La Serena, Minuto de Dios, La Española, Cortijo, El Dorado, Pinos, Bolivia Oriental, Bochita, Bachué, Ciudadela Colsubsidio, Santarrita de Suba
- En lo que se refiere a zona 1 los puntos críticos identificados fueron:
  - Villa Cindy
  - Jarillón frente al barrio Villa Cindy en donde se presentaron filtraciones
  - Santa Cecilia
  - Planta Lisboa
- En lo que se refiere a zona 5 los puntos críticos identificados fueron:
  - Estación de bombeo Gibraltar
  - Ciudadela el Recreo
  - Santiago de las Atalayas
  - El Recuerdo
  - Estación de bombeo el Recreo

Por localidad se identificaron las siguientes amenazas:

LOCALIDAD	SITIO CRÍTICO	AMENAZA
BOSA	José Antonio Galán	1 2 3
	Ciudadela El Recreo	1 2 3
KENNEDY	Patio Bonito	1 2
FONTIBÓN	Rio Fucha	2 3
	Estación de Bombeo Fontibón	1 2
	Centro	2 3
ENGATIVA	Villa Gladis	1 2 3
	Jaboque	1 2
	Salitre	1 2
SUBA	Gavilanes	1 2 3
	Torca-Autonorte	2 3

Siendo:
1: Inundación con aguas negras
2: Inundación con aguas lluvias
3: Filtraciones

Tabla 3. Amenazas identificadas por localidad

Según informaciones de la CAR durante el comité de emergencia del Río Bogotá el 13 de junio de 2006 se calcularon 5700 Has inundadas.

En la Ilustración 1 se muestra la información de los puntos críticos identificados durante la emergencia de mayo de 2006 superpuestos con la capa de información generada por el grupo aluvial resultado de la recopilación de información de campo.

Es importante resaltar que durante la creciente del río Bogotá se presentó una creciente de importancia en el río Tunjuelo, cuyo seguimiento se llevó a cabo a través del sistema de alerta del río Tunjuelo. Según el análisis que se realizó para esta creciente se estima que luego de la zona de gravilleras en la zona de San Benito el caudal del río estuvo alrededor de 64 m^3/s y que hubo aportes importantes de los afluentes del río de la cuenca media y baja.

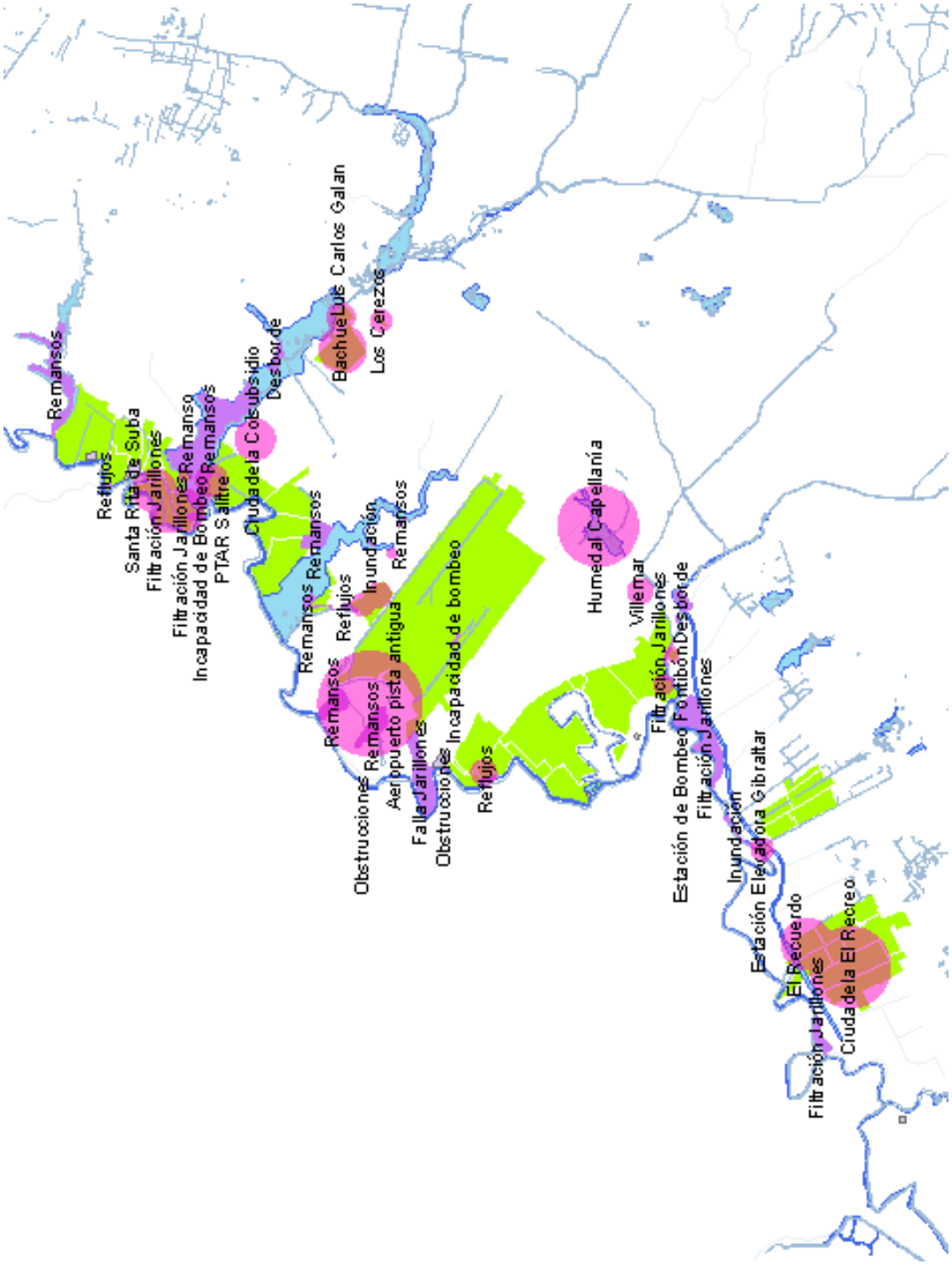


Ilustración 1. Puntos críticos en el río Bogotá

2.2 Emergencia de noviembre /2006

Durante el mes de noviembre se volvió a presentar una creciente del río Bogotá, de menor magnitud que la presentada en mayo pero que implicó la emisión de una alerta amarilla. Durante esta creciente también se hizo seguimiento de una creciente en el río Tunjuelo mediante el sistema de alerta del mismo.

2.3 Creación del comité de emergencias del río Bogotá

Luego de la emergencia del mes de mayo se creó el comité técnico de emergencias del río Bogotá mediante la reunión celebrada el día 25 de mayo de 2006, con el fin de crear un protocolo de alerta para el río. Durante dicha reunión se delegó a los profesionales Mauricio Bayona (CAR), Humberto Hernández (CAR), Gustavo Herrán (EAAB), Alberto Groot (EAAB) y Humberto Montaño (EEB) para participar en dicho comité. En una primera etapa el comité fue liderado por el área de Investigación y Desarrollo. Durante dicha etapa es relevante mencionar lo siguiente:

- Se evidenciaron problemas topográficos en la información del río y se dio inicio al amarre topográfico de estaciones por parte de la EAAB
- Se evidenció la necesidad de un modelo hidráulico del río Bogotá
- Se realizó la solicitud de información para la consolidación de un informe de la emergencia.
- Se obtuvo permiso por parte de la EAAB para recibir los datos de las estaciones telemétricas de la EAAB en la DPAE mediante un receptor que la DPAE adquiriría.

Posteriormente, a partir del mes de Noviembre del año 2006 la Subdirección de Gestión Territorial empezó a liderar las reuniones del comité. Se acordó al interior de la DPAE que los acuerdos para la recopilación de información de monitoreo se llevarían a cabo por la Coordinación de Estudios sin hacer uso del Comité de Emergencias del río Bogotá por considerarse ésta una manera más eficiente de tratar el tema.

3 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA Y FUNCIONAMIENTO DEL RÍO BOGOTÁ DURANTE EL AÑO 2007

3.1 Descripción de la cuenca del río Bogotá

Tomando como referencia el documento Compes 3320, el Río Bogotá nace al nor-oriente del municipio de Villapinzón, a 3.300 msnm y sus aguas fluyen hacia el suroeste para desembocar en el Río Magdalena, en Girardot a 280 msnm. En su recorrido drena las aguas de 6.000 kilómetros cuadrados, donde habitan alrededor de 8,04 millones de habitantes en 42 municipios, incluyendo el Distrito Capital, y se proyecta que la población supere los 12 millones de habitantes para el 2020. Es decir, en la cuenca del Río Bogotá habita cerca del 19% de la población del país, a lo cual se suma que se genera alrededor del 26% de la actividad económica nacional.

En su recorrido de 336 Km, el Río Bogotá recibe las aguas de los ríos Sisga, Neusa, Tibitóc, Tejar, Negro, Teusacá, Frío, Chicú, Salitre, Fucha, Tunjuelito, Siecha, Balsillas, (que a su vez recoge las aguas de los ríos Subachoque y Bojacá), Calandaima y Apulo. Dicho recorrido se puede caracterizar en tres tramos: (i) Cuenca Alta del Río al norte de Bogotá, con una longitud de 145 Km desde su nacimiento hasta el lugar conocido como La Virgen, (ii) Cuenca Media con unos 68 Km, desde La Virgen hasta Alicachín, en el extremo sur de la Sabana de Bogotá; y, (iii) Cuenca Baja, con una longitud de 123 Km, hasta la desembocadura en el Río Magdalena.

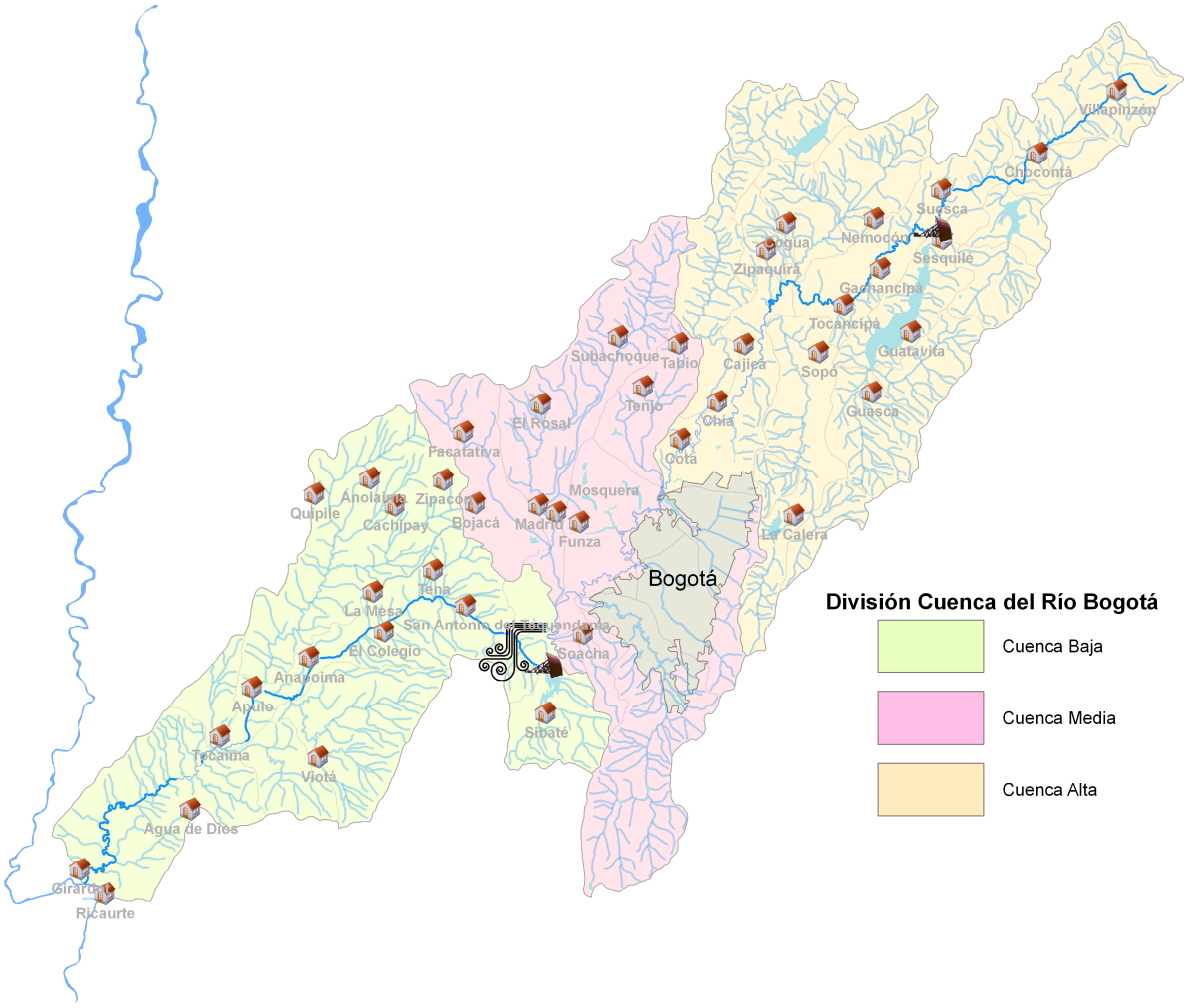


Ilustración 2. Cuenca del río Bogotá

En el sector comprendido por las Cuencas Alta y Media del Río Bogotá se diferencian claramente dos sistemas: (i) Un sistema natural conformado por los caudales naturales del río, sus afluentes y una serie de lagunas y humedales, localizados generalmente en las zonas de páramo, dando origen a los ríos y quebradas que conforman el sistema; y (ii) un sistema de regulación artificial compuesto por nueve embalses, que tiene una capacidad de almacenamiento de 1200 millones de m3 de agua aprovechable, y un distrito de riego.

El aumento de población en la Sabana de Bogotá ha generado un crecimiento en la demanda del recurso hídrico. Para satisfacerla se construyeron sistemas de regulación de caudales y trasvase de agua de la Cuenca del Río Guatiquía – hoya hidrográfica del Río Orinoco –, mediante el proyecto Chingaza.

Las entidades involucradas en el manejo del recurso hídrico en la cuenca son la Empresa de Acueducto, la Concesión Tibitoc, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), la Empresa de Energía de Bogotá (EEB) y EMGESA. Cada una de estas entidades tiene objetivos diferentes en el manejo del río y cuentan con un sistema propio de monitoreo.

3.2 Funcionamiento hidráulico del río Bogotá

El río Bogotá es un cuerpo hídrico de planicie aluvial de tipo meándrico, con muy baja pendiente y capacidad, que por tanto inunda su planicie en forma periódica durante épocas de invierno. La presión de la urbanización ha llevado a que dichas planicies de inundación se encuentren actualmente con una densidad de población alta. De acuerdo con INGETEC (1998) las condiciones hidráulicas del río Bogotá están definidas por las características de su sección transversal y por la pendiente de su cauce. La sección transversal del río es relativamente estrecha desde el momento en que, a comienzos de este siglo, se construyeron jarillones en sus bordes para controlar inundaciones; la pendiente de su cauce es muy baja, y adicionalmente existen a la salida de la Sabana de Bogotá, las compuertas de Alicachín de la Empresa de Energía de Bogotá que controlan el nivel de las aguas, disminuyendo la pendiente con la consecuente reducción de velocidad. Las condiciones expuestas hacen que el río se comporte como una corriente de flujo subcrítico, en donde cualquier aumento de caudal se traduce inmediatamente en un mayor nivel de agua.

3.2.1 Influencia de la condición de frontera en la compuerta de Alicachín

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, existen varios conceptos con respecto a la influencia de las compuertas de Alicachín:

"Con el propósito de estimar el efecto de las compuertas de Alicachín en el comportamiento del río, el consultor determinó los perfiles hidráulicos suponiendo como condición de frontera en dichas compuertas el nivel del agua a la cota 2569 y suponiendo la profundidad crítica el efecto de las compuertas se extiende hasta unos 15 Km aguas arriba de ellas, ***es decir que esta condición de frontera no afecta el comportamiento del río en los sectores ubicados aguas arriba del Tunjuelo***" Duque (2003)

"*Las condiciones hidráulicas del río Bogotá están definidas por las características de su sección transversal y por la pendiente de su cauce. La sección transversal del río es relativamente estrecha desde el momento en que, a comienzos del presente siglo (XX), se construyeron jarillones en sus bordes para controlar inundaciones; la pendiente de su cauce es muy baja, y adicionalmente, existen a la salida de la Sabana de Bogotá, las compuertas de Alicachín de la Empresa de Energía de Bogotá que controlan el nivel de las aguas, disminuyendo la pendiente con la consecuente reducción de velocidad, produciendo así un efecto de remanso que se extiende aguas arriba, incluso a los tramos del río frente a la ciudad*". Ingetec (1998)

Aunque en el estudio de Ingetec (1998) no es clara la longitud de la influencia de las compuertas, posteriormente en el informe para el cálculo de las capacidades hidráulicas se asume que el efecto no es notorio en las localidades de Kennedy, Engativá y Suba. En vista de lo anterior, se utilizó el modelo desarrollado por HMV(2002) para corroborar el efecto de las compuertas.

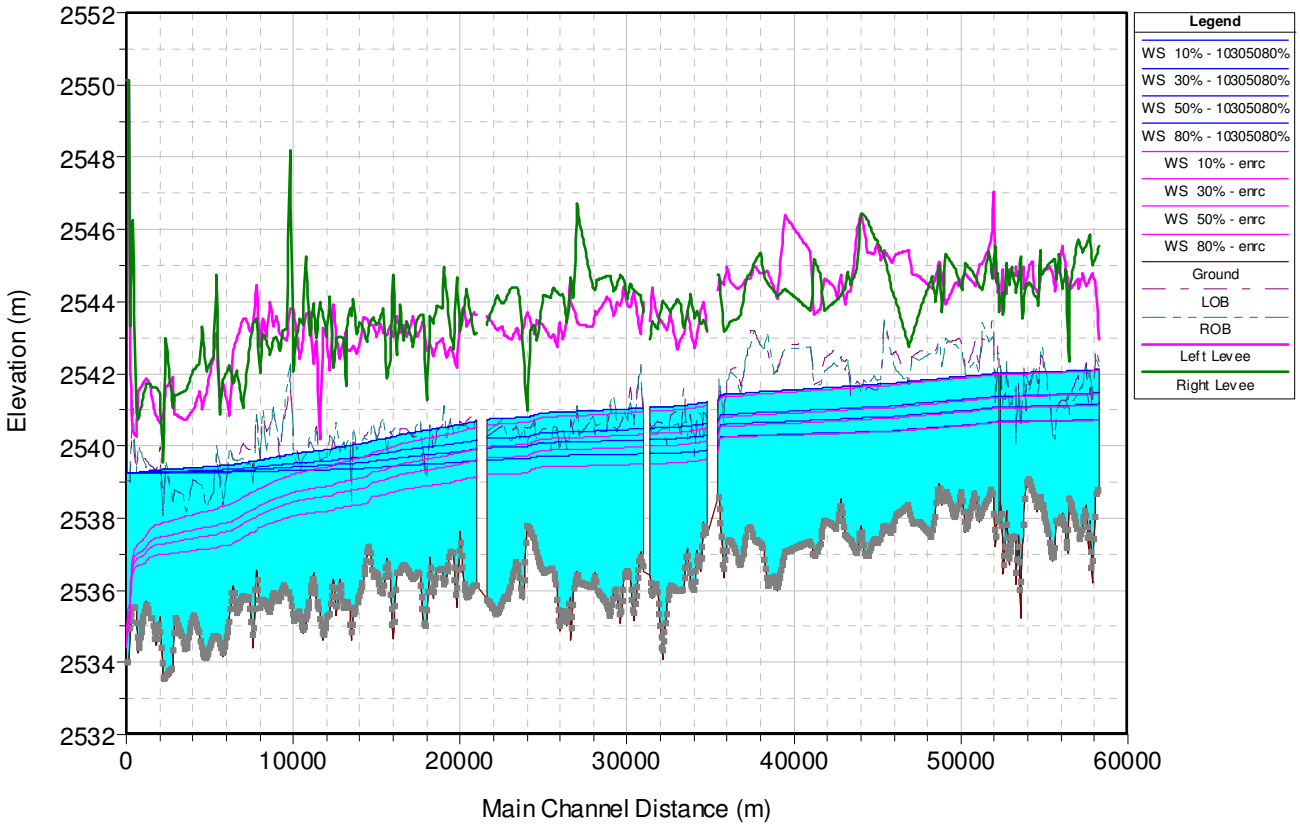


Ilustración 3. Comparación de perfiles variando el control de flujo en Alicachín para crecientes normales del río Bogotá

Se utilizó el control en las compuertas a la cota 2539.24 como aparece en el estudio de HMV (2002) y posteriormente se comparó con el control en la profundidad crítica en el punto de las compuertas para los escenarios de crecientes normales y para el escenario de crecientes extremas. El resultado para crecientes normales del río con caudales con probabilidad de excedencia de 10%, 30%, 50% y 80% del tiempo se muestra en la Ilustración 3, en donde

puede observarse que para las crecientes normales del río especialmente para los caudales más bajos, el control en la compuerta tiene un efecto que se extiende de manera perceptible hasta el río Fucha. Las alturas de los perfiles hidráulicos se muestran en la Tabla 4 de la que puede deducirse que la influencia de la compuerta es mayor en el caso de los caudales más bajos pero que a medida que el caudal aumenta la influencia de la compuerta disminuye mostrando influencias apreciables solo hasta el río Fucha.

Punto sobre el río Bogotá	Escenario de la simulación	Profundidad crítica en Alicachín	Altura en Alicachín en la cota 2539.24	Diferencia
Tunjuelo	Q 80%	2539.20	2539.62	0.42
	Q 50%	2539.64	2539.95	0.31
	Q 30%	2539.99	2540.21	0.22
	Q 10%	2540.58	2540.74	0.16
Est. Gibraltar	Q 80%	2539.50	2539.78	0.28
	Q 50%	2539.98	2540.17	0.19
	Q 30%	2540.32	2540.47	0.15
	Q 10%	2540.94	2541.05	0.11
Fucha	Q 80%	2539.66	2539.88	0.22
	Q 50%	2540.15	2540.30	0.15
	Q 30%	2540.50	2540.62	0.12
	Q 10%	2541.12	2541.21	0.09
Juan Amarillo	Q 80%	2540.66	2540.67	0.01
	Q 50%	2541.05	2541.08	0.03
	Q 30%	2541.34	2541.38	0.04
	Q 10%	2541.98	2542.01	0.03

Tabla 4. Comparación de las Alturas del perfil hidrálico en el río Bogotá para crecientes normales con profundidad crítica en Alicachín y Cota 2539.24

Para el caso de crecientes entre el periodo de retorno de 10 y 100 años, la comparación gráfica de los perfiles se muestra en la Ilustración 4. Puede observarse que la influencia de la compuerta no es apreciable sino en el tramo de Alicachín-Río Tunjuelo.

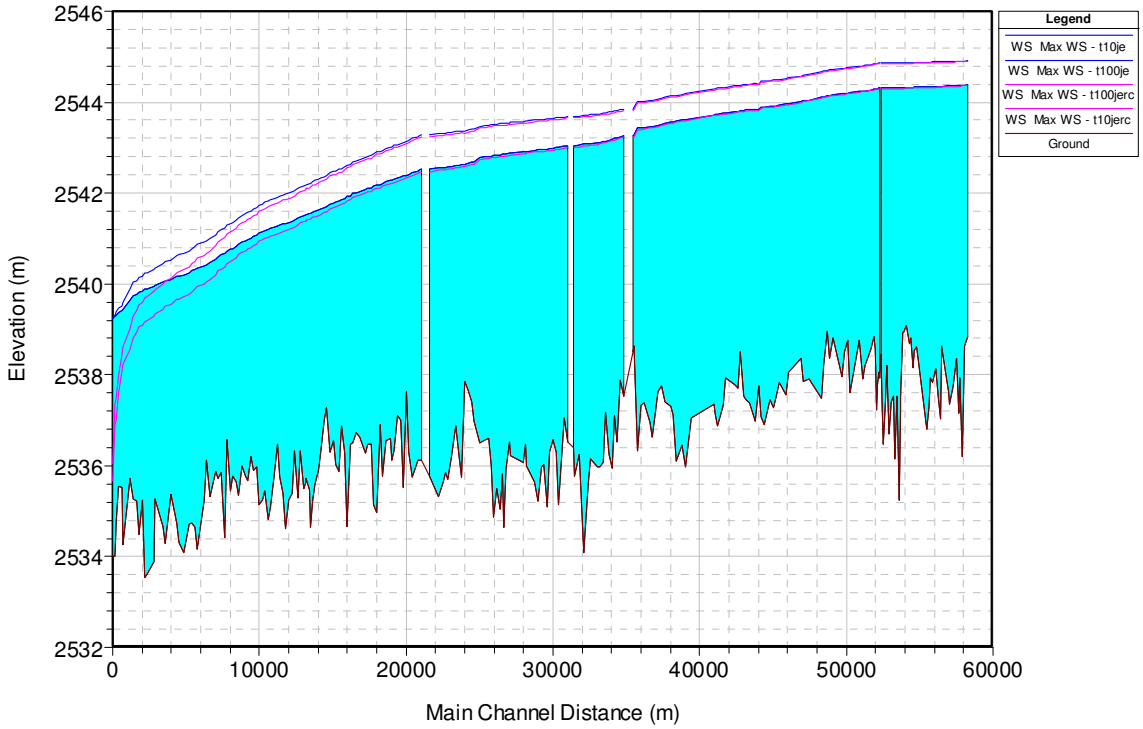


Ilustración 4. Comparación de perfiles variando el control de flujo en Alicachín para crecientes con periodo de retorno de 10 y 100 años del río Bogotá

Punto sobre el río Bogotá	Escenario de la simulación	Profundidad crítica en Alicachín	Altura en Alicachín en la cota 2539.24	Diferencia
Tunjuelo	Q T10	2542.47	2542.52	0.05
	Q T100	2543.24	2543.28	0.04
Est. Gibraltar	Q T10	2543.00	2543.04	0.04
	Q T100	2543.65	2543.69	0.04
Fucha	Q T10	2543.23	2543.26	0.03
	Q T100	2543.81	2543.84	0.03
Juan Amarillo	Q T10	2544.29	2544.30	0.01
	Q T100	2544.84	2544.86	0.02

Tabla 5. Comparación de las Alturas del perfil hidrálico en el río Bogotá para crecientes con periodo de retorno de 10 y 100 años con profundidad crítica en Alicachín y Cota 2539.24

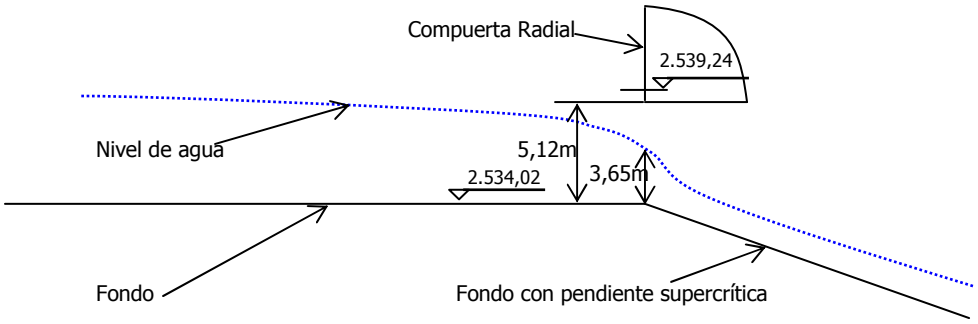


Ilustración 5. Perfil de flujo compuerta de Alicachín (Fuente: HMV (2002))

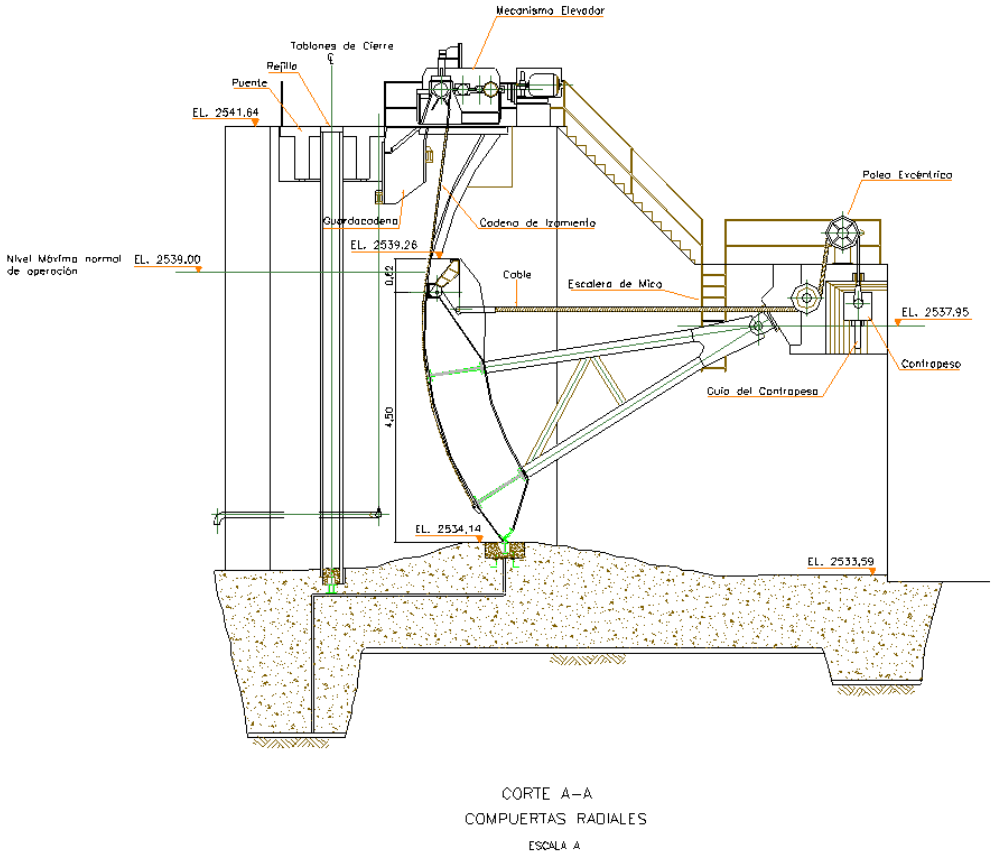


Ilustración 6. Corte transversal compuerta de Alicachín (fuente: EMGESA (2007))

Según las explicaciones de HMV (2002), la altura máxima de operación del nivel del agua en Alicachín es 2539.24 (ver Ilustración 5), por lo que según los análisis realizados la influencia de la compuerta sería importante solo para las crecientes normales del río en el tramo Tunjuelo – Fucha, pero ante crecientes de gran magnitud entre el periodo de retorno de 10 y 100 años el

efecto de disminuir el nivel en Alicachín tiene un efecto muy poco significativo en el perfil de flujo hacia aguas arriba del río Tunjuelo.

Como resultado del análisis anterior se indica que la operación de la compuerta de Alicachín aparentemente no tiene influencia sustancial en los perfiles de flujo frente a la ciudad de Bogotá cuando se presenta en el río una creciente de gran magnitud. Sin embargo cabe aclarar que la apertura de la compuerta si modifica el perfil desde el Tunjuelo hasta las compuertas. En el K2+000 por ejemplo, la apertura de las compuertas implica una disminución en el perfil de flujo de 1.6 metros en las condiciones de la simulación y en el K10+000 la influencia es de 25 cm.

3.2.2 Comportamiento del río durante mayo de 2006

Durante la creciente de mayo de 2006, se tomaron registros muy valiosos en las estaciones de la Empresa de Acueducto y la CAR. A continuación se muestra el resultado del análisis de dicha información.

Las cotas máximas alcanzadas en los sensores durante la creciente, se muestran en la Tabla 6.

El Espino	**2551.1**
La Isla	**2541.433**
Las Huertas	**2540.587**
Cortijo	**2543.28**
Fucha	**2543.36**
Gibraltar	**2543.16**
PTAR	**2544.26**
P. Cundinamarca	**2543.68**

Tabla 6. Cotas máximas alcanzadas en los sensores de la EAAB durante la emergencia de mayo/2006

Cabe aclarar que la determinación de dichas cotas representó un problema debido a los amarres de las miras. La Empresa de Acueducto realizó amarres posteriores a la creciente encontrando diferencias importantes con los amarres anteriores. Posteriormente la DPAE realizó un amarre topográfico donde nuevamente encontró diferencias con los valores de la Empresa de Acueducto. Para la Tabla 6 se utilizaron los siguientes valores de cota cero de los sensores y/o miras:

El Espino	2546.69	Según pagina web EAAB
La Isla	2538.183	Según levantamiento DPAE
Las Huertas	2537.317	Según levantamiento DPAE
Cortijo	2539.89	Según levantamiento DPAE
Gibraltar	2539.31	Según pagina web EAAB
P. Cundinamarca	2539.17	Según levantamiento DPAE
Puente La Virgen	2539.34	Según pagina web EAAB

Tabla 7. Cota cero de miras y/o sensores

Las cotas mostradas en la Tabla 6 se graficaron junto con los perfiles obtenidos al correr el modelo desarrollado por HMV (2002), encontrando las siguientes observaciones (ver Ilustración 18):

1. La línea continua que une las lecturas de las miras parece no coincidir con un perfil de flujo del río, esto puede ser debido a:

    a. Errores en los amarres de los sensores y miras. Cabe aclarar que las lecturas de los sensores ya fueron corregidas con las últimas cotas tomadas tanto por DPAE como por la Empresa de Acueducto.
    b. Influencia de obstrucciones en el cauce del río.
    c. Desbordamientos

2. La información de las cotas de la estación el Cortijo no es consistente con la información de la PTAR. La cota máxima registrada por el sensor fue de 2543.28 mientras que la registrada en la estación PTAR río Bogotá fue de 2544.26 lo que puede deberse a problemas topográficos. Sin embargo, pareciera que la cota de 2544.26 continuara correctamente el perfil de flujo.
3. La estación la Isla parece tener una cota muy por debajo de la esperada para las lecturas tomadas en los demás sensores y teniendo en cuenta que los desbordes ocurridos en esta zona del río no fueron de gran magnitud, este hecho sugiere la posibilidad de problemas en el amarre topográfico del sensor o problemas en el registro de los datos.

Los problemas de inconsistencia de las lecturas tanto de la estación Cortijo como de la estación La Isla, parecieran obedecer a un problema con el registro de los sensores durante la creciente de mayo de 2006. A continuación se realizará un análisis de la información registrada durante esta creciente y se hará una comparación con los datos registrados durante la creciente del río Bogotá de noviembre de 2006.

Los datos registrados en la estación el Espino se muestran en la Ilustración 7.

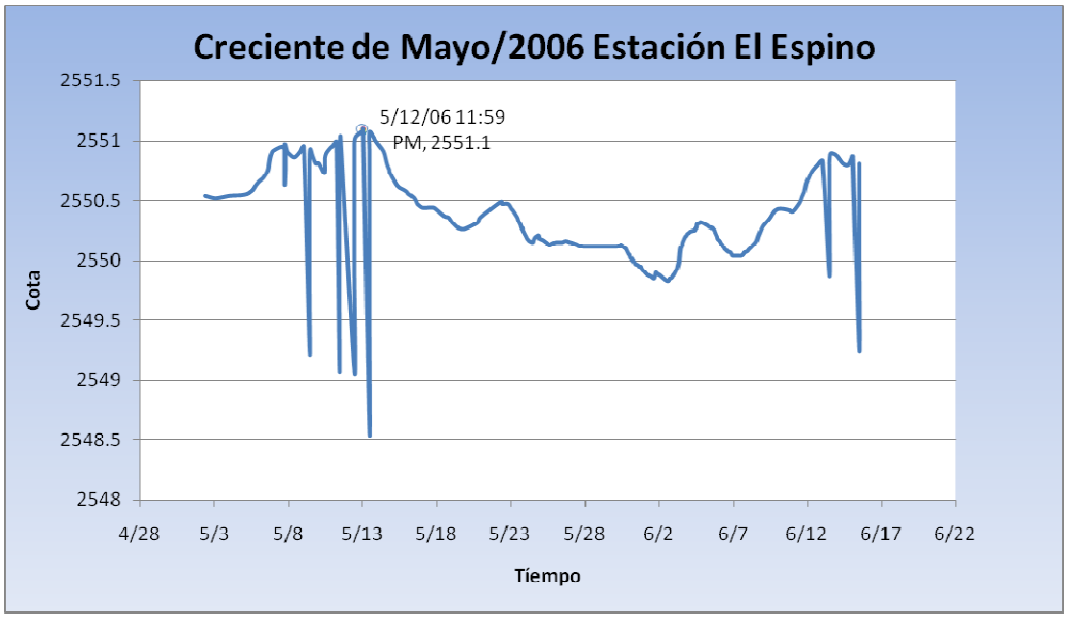


Ilustración 7. Creciente de mayo de 2006 registrada en la estación El Espino de la EAAB.

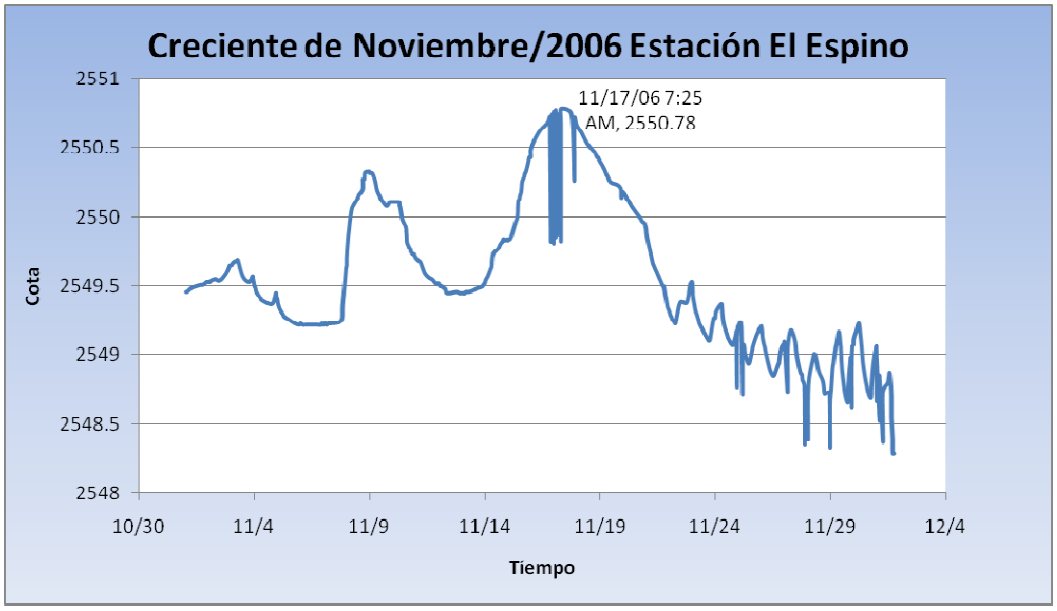


Ilustración 8. Creciente de noviembre de 2006 registrada en la estación El Espino de la EAAB

La diferencia de los datos registrados en las dos estaciones corresponde a 32 cm.

En el caso de la estación la Isla, el máximo registrado durante mayo de 2006 fue 2541.43, presentando un hidrograma con forma de meseta.

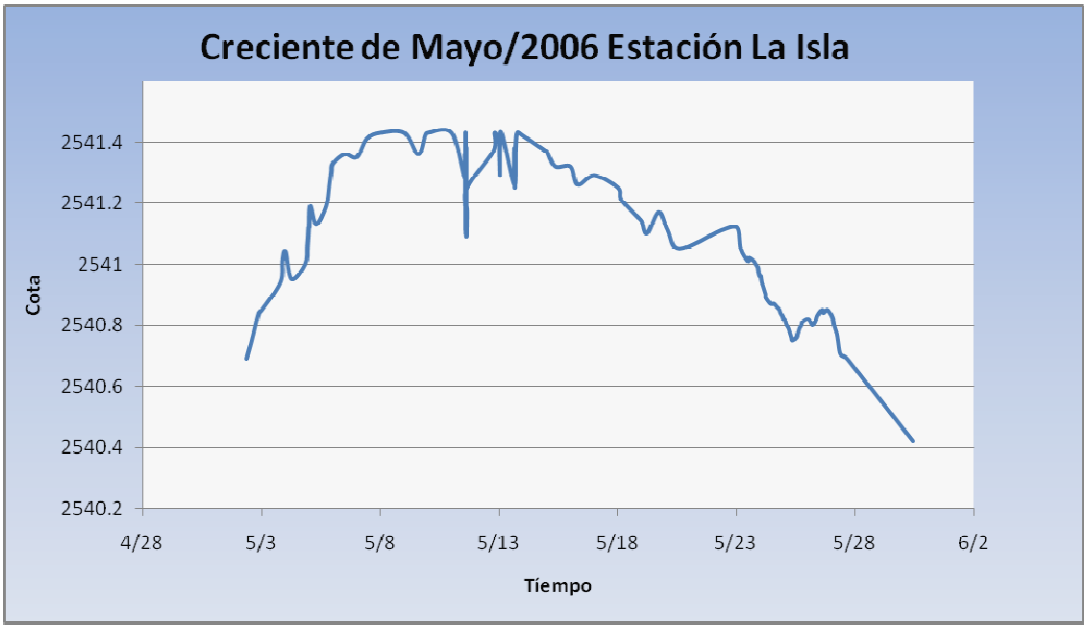


Ilustración 9. Creciente de mayo de 2006 registrada en la estación La Isla de la EAAB

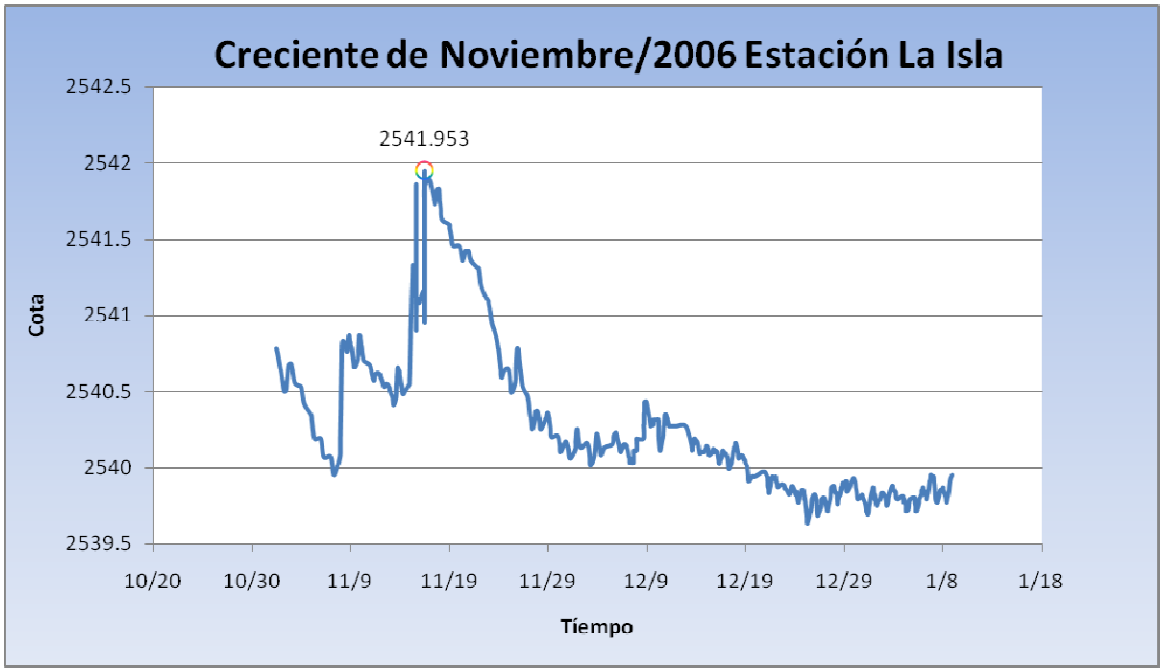


Ilustración 10. Creciente de noviembre de 2006 registrada en la estación La Isla de la EAAB

Los registros durante la creciente de noviembre de 2006 mostrados en la Ilustración 10, alcanzan un valor máximo de 2541.953, esto es 52 cm por encima del pico registrado durante la creciente de mayo de 2006. El hidrograma de caudales para la estación Puente Cundinamarca de la CAR se muestra en la Ilustración 11.



Ilustración 11. Hidrograma de Caudales para la estación Puente Cundinamarca May/2006

El caudal máximo registrado en la estación Puente Cundinamarca de acuerdo con la información suministrada por la CAR para ésta creciente fue de 118 m^3/s. El caudal correspondiente a este mismo punto durante la creciente de noviembre de 2006 es de 76 m^3/s. El río Tunjuelo presentó crecientes tanto en mayo como en noviembre. El 15 de noviembre se alcanzaron 60.19 m^3/s en la rápida de CEMEX y el 10 de mayo de 2006 se alcanzaron 104.8 m^3/s. La creciente de mayo tuvo una magnitud notablemente mayor a la de noviembre sin embargo los niveles registrados en la estación la Isla son inferiores para la creciente de mayo. Es sabido que la EAAB realizó obras de reforzamiento y realce de jarillones en la zona de la estación La Isla, sin embargo esto no explica el aplanamiento del hidrograma desde el 5 de mayo cuando todavía no se habían registrado desbordes en el río. La explicación de éste comportamiento no es clara a la fecha, se recomienda utilizar los datos de la creciente de mayo con precaución en el momento de utilizarlos para calibración. Durante la emergencia la EAAB explicó que los sensores tienen un rango de operación y no registran por debajo de cierto nivel ni por encima de otro. Por lo tanto este hecho podría implicar que el nivel máximo se superó y que la creciente no fue registrada en su magnitud total por lo cual se recomienda la verificación de esta hipótesis.

4. Un comportamiento similar se evidencia en la estación el Cortijo. Durante la creciente de noviembre de 2006 no se superó el valor alcanzado por esta estación durante mayo de 2006.

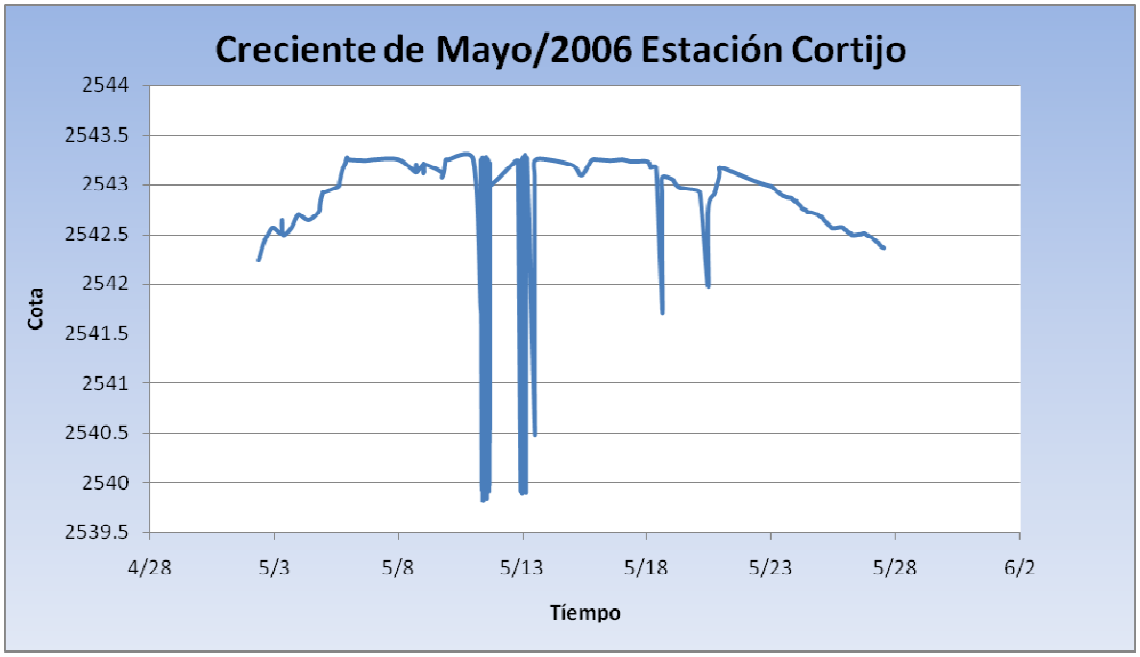


Ilustración 12. Creciente de mayo de 2006 registrada en la estación El Cortijo de la EAAB

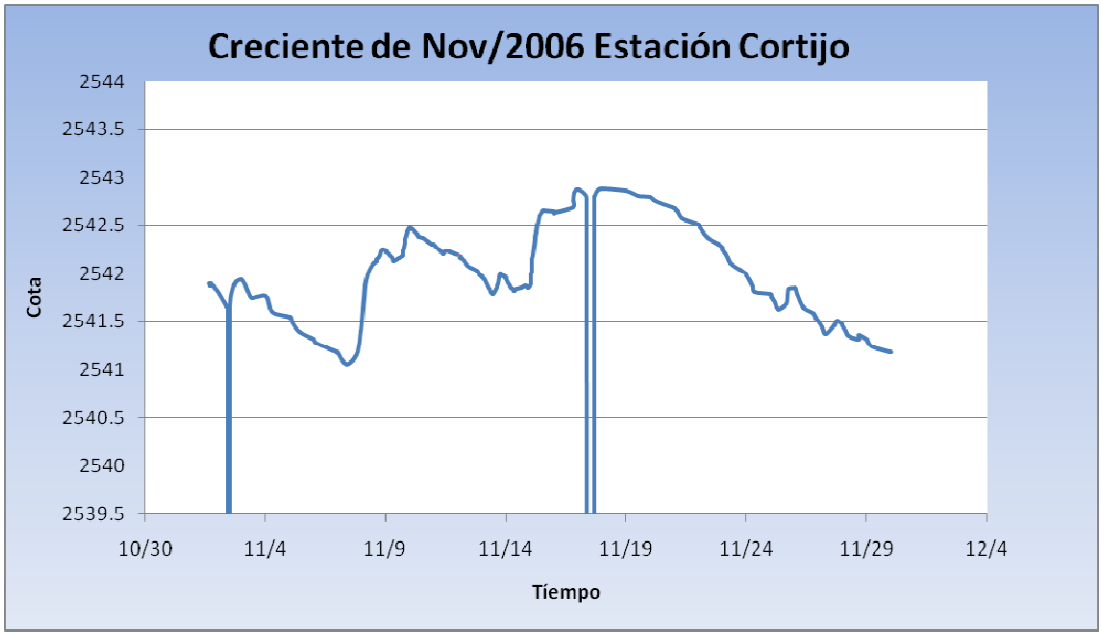


Ilustración 13. Creciente de noviembre de 2006 registrada en la estación El Cortijo de la EAAB

5. Los datos registrados en la estación Las Huertas se muestran a continuación:

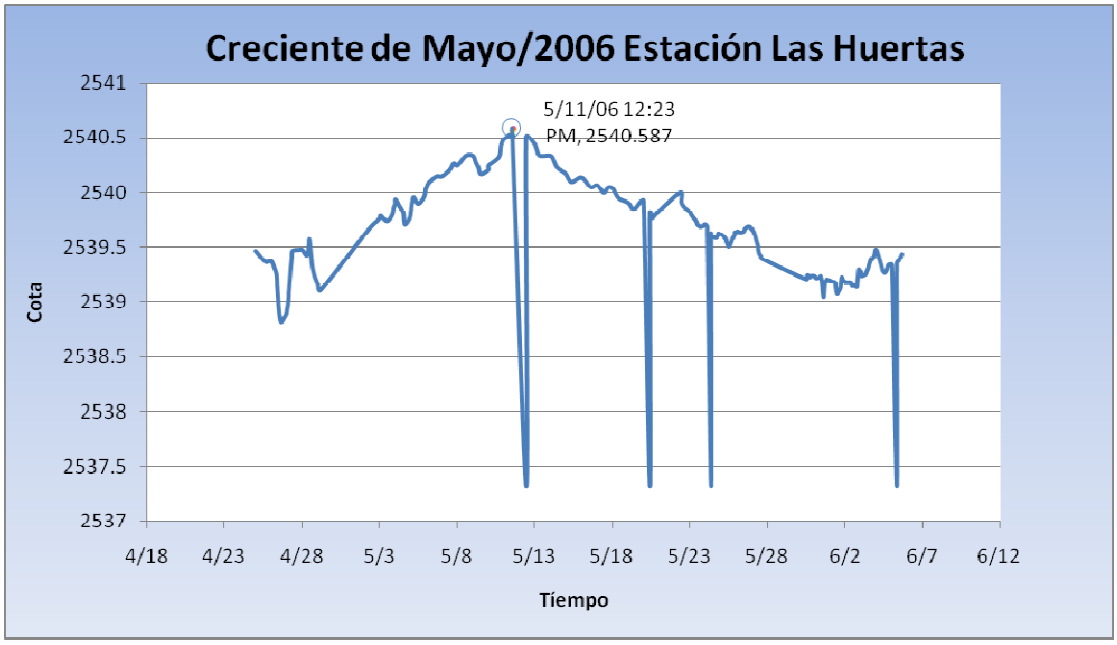


Ilustración 14. Creciente de mayo de 2006 registrada en la estación Las Huertas de la EAAB

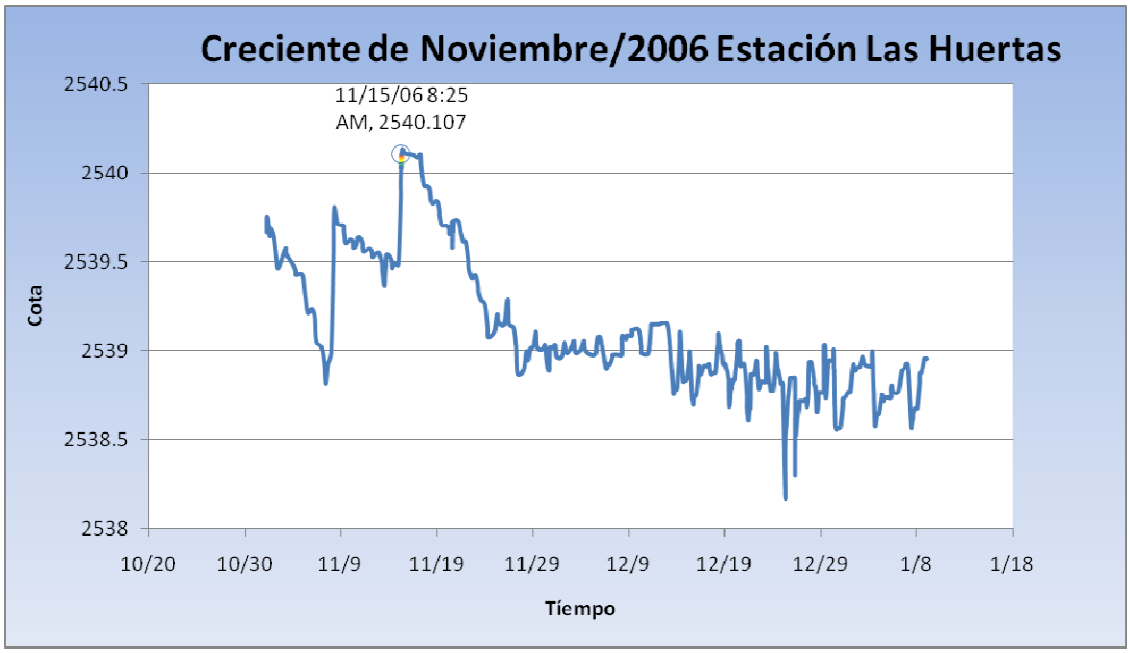


Ilustración 15. Creciente de noviembre de 2006 registrada en la estación Las Huertas de la EAAB

6. Para la estación Fucha, los datos registrados durante la creciente de mayo de 2006 se muestran en la siguiente gráfica en donde también se evidencia una forma de meseta del hidrograma.

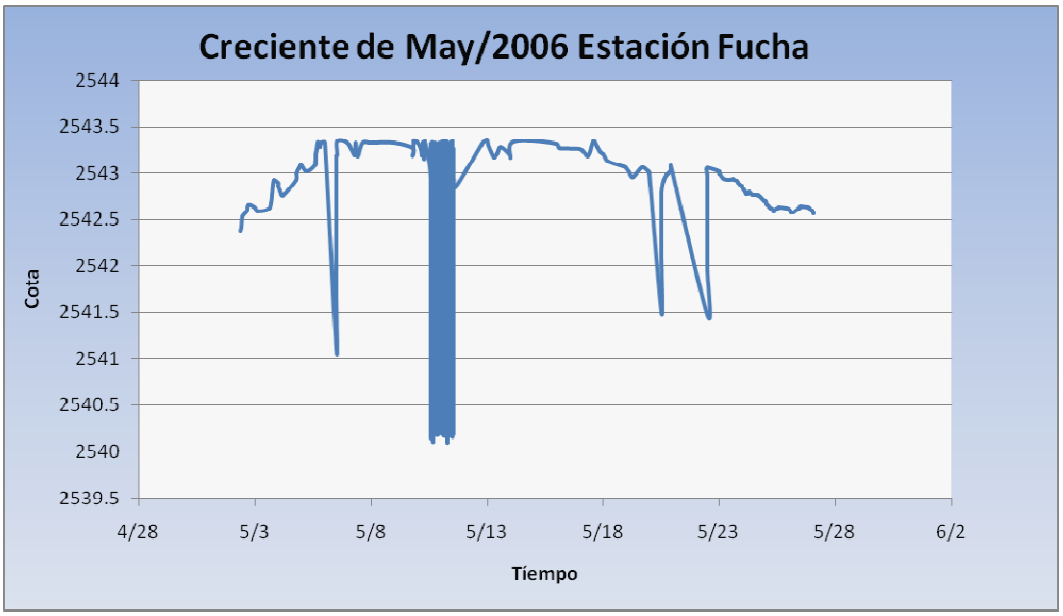


Ilustración 16. Creciente de mayo de 2006 registrada en la estación Fucha de la EAAB

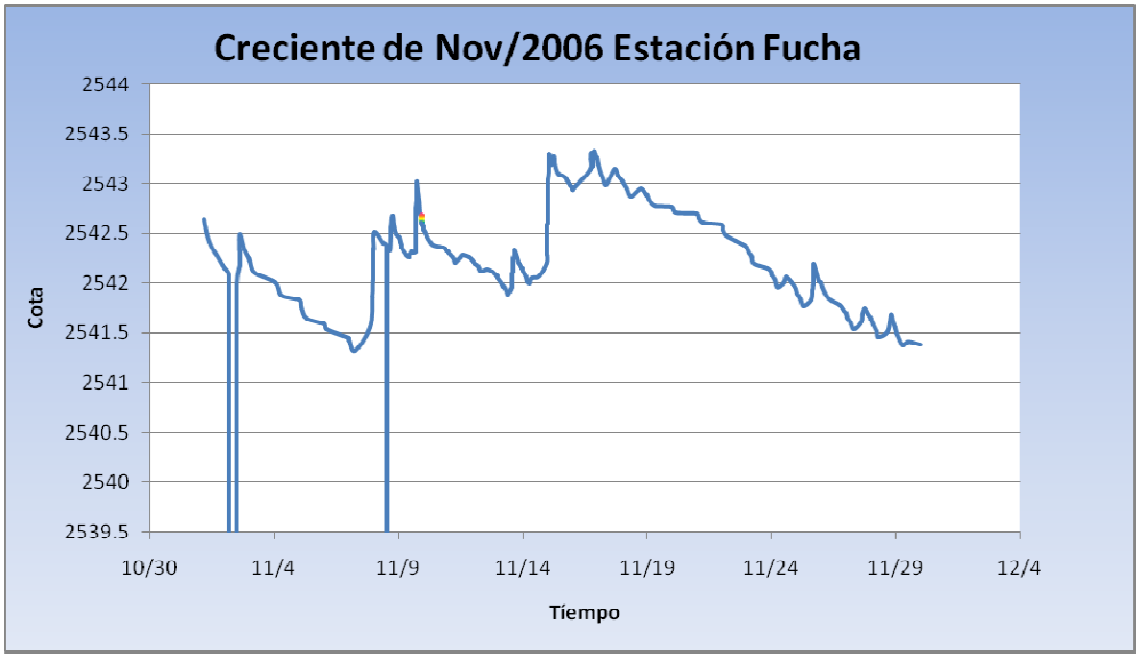


Ilustración 17. Creciente de noviembre de 2006 registrada en la estación Fucha de la EAAB

En el caso de la creciente registrada durante el mes de noviembre, los valores pico alcanzados son similares a los registrados durante la creciente de mayo.

7. En cuanto a la magnitud de la creciente de mayo de 2006, dadas las inconsistencias de los datos y los problemas de amarre, es muy difícil catalogarla. Sin embargo, la firma Estudios y Asesorías en su esfuerzo por definir el periodo de retorno de la creciente estimó que corresponde a una creciente con un periodo de retorno inferior pero cercana a 10 años. Esto teniendo en cuenta datos correspondientes también a la estación las Huertas ubicada aguas abajo del río Tunjuelo en la cual se midió un caudal correspondiente a 165 m^3/s. Adicionalmente, en la Ilustración 18, se observa que en algunas estaciones los niveles estuvieron cercanos a los estimados para la creciente de los 10 años de periodo de retorno.

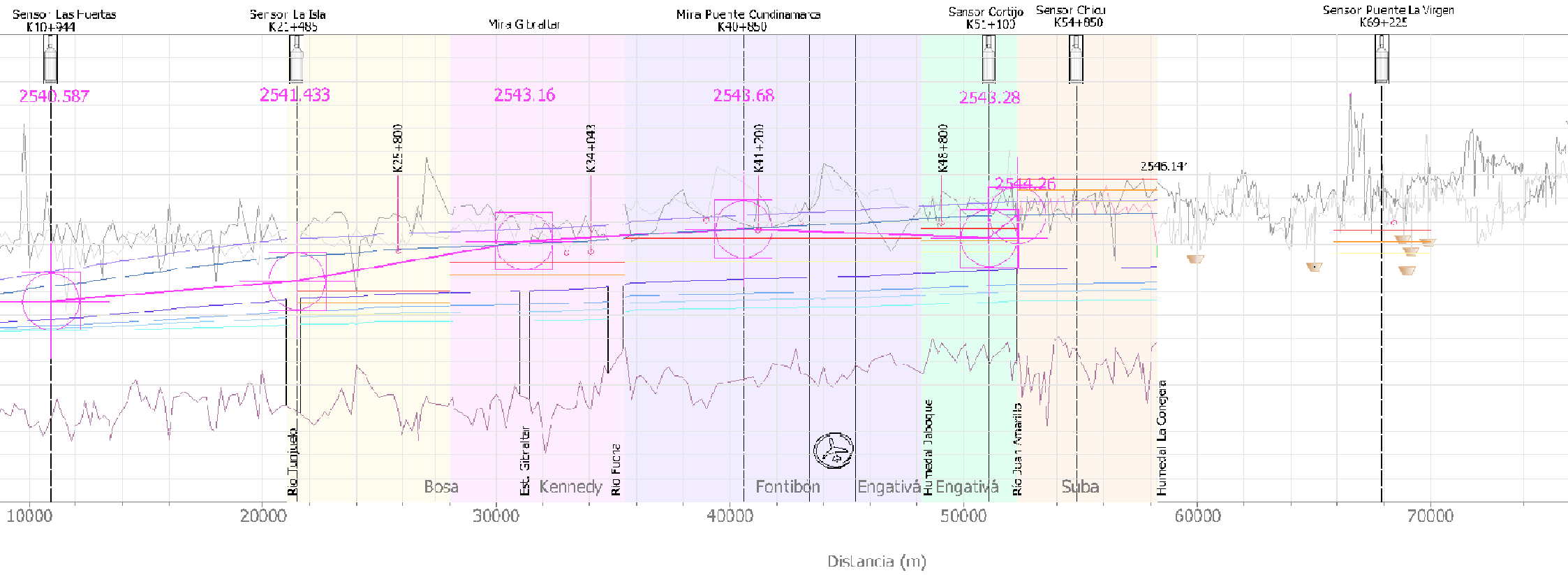


Ilustración 18. Niveles alcanzados durante la emergencia de mayo/2006 según el monitoreo de las diferentes entidades y niveles de alerta

3.3 Tiempos de tránsito

Debido a sus características morfológicas, las ondas de creciente en el río Bogotá sufren una atenuación importante a lo largo de su tránsito y su tránsito es lento.

En la Ilustración 19 se muestra la gráfica proporcionada por la CAR correspondiente a los tiempos de tránsito del río. Se han resaltado los puntos Puente La Virgen (localizado entre el humedal Guaymaral y el Humedal Juan Amarillo), el Cortijo (aguas debajo de la PTAR Salitre), Puente Cundinamarca localizado en Fontibón y La Isla en las inmediaciones de la desembocadura del río Tunjuelo. Para detalles de la localización de las estaciones ver Anexo A.

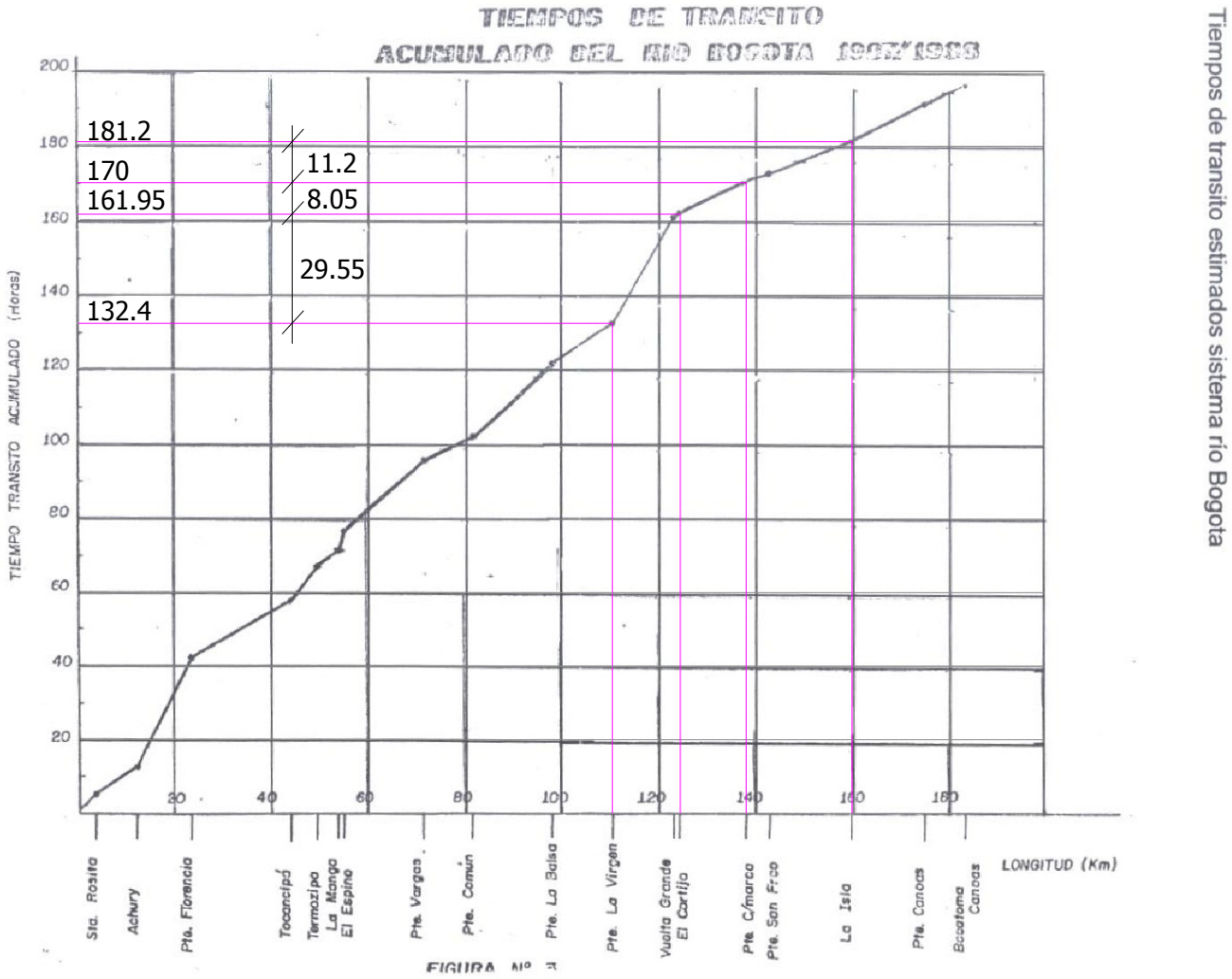


Ilustración 19. Tiempos de tránsito según EMGESA (información entregada por la CAR durante la emergencia de mayo/2006)

Como parte del análisis de las dos crecientes mayores registradas del río Bogotá (mayo 2006 y noviembre 2006) se hizo un esfuerzo por estimar el tiempo de tránsito de las ondas de creciente en el rio mediante el reconocimiento de las ondas en cada una de la estaciones.

Para el caso de la creciente del mes de mayo de 2006, solo las estaciones Las Huertas y Puente Cundinamarca parecen haber registrado la creciente completa, sin embargo la hora en la cual fue tomado el dato en Puente Cundinamarca y si el dato pico es realmente el pico, no se conoce con certeza debido a que esta medición se realiza con mira de acuerdo con los procedimientos que tiene establecidos la CAR para este fin. Sin embargo el pico de esta creciente fue causado por la creciente generada por el río Tunjuelo con un nivel pico de 2545.126 en la estación independencia el 11 de mayo a las 13:05 horas. La celeridad de la onda medida en el río Tunjuelo (promedio de las crecientes registradas por la DPAE) en el tramo aguas abajo de los embalses de amortiguación es de 1.2 m/s. La estación Independencia está localizada 7.4 Km aguas arriba de la desembocadura del río Tunjuelo por lo cual se estima que el tiempo del pico en la desembocadura aproximadamente ocurrió 1 hora 44 minutos después del pico en la estación Independencia, esto es a las 14:49 horas. El pico en la estación Las Huertas según los datos de la EAAB está registrado a las 12:23 horas del día 11 de mayo, mostrando posterior a ese valor errores en la toma de registros por lo que se estima que el pico de la creciente no fue realmente registrado en esta estación, lo que hace imposible la estimación del tiempo de tránsito.

Durante la creciente registrada en noviembre de 2006 en el río Bogotá, se registró una creciente en el río Tunjuelo, para la cual con el sistema de pronóstico del sistema de alerta del río Tunjuelo, se estimó un caudal pico de 50 m^3/s, en la estación Independencia, 7.4 Km aguas arriba de la confluencia del río Bogotá con el río Tunjuelo. Con los registros de las estaciones disponibles se identificaron algunas ondas de creciente y se realizó el ejercicio de determinar los tiempos de tránsito de las mismas.

En la Ilustración 20 se muestra la creciente entre el 14 y el 17 de noviembre en la cual se identificó el inicio de la onda de creciente del Tunjuelo. Para el análisis se utilizaron los datos calculados por el sistema de pronóstico del río Tunjuelo en la estación Independencia debido a que la estación estuvo fuera de servicio durante parte de la creciente. Debe tenerse en cuenta que los datos tienen implícito el error propio del modelo utilizado. La Tabla 8 muestra los tiempos calculados desde la estación Independencia. Al realizar el cálculo para la estación Fucha se encontró que este tiempo es inferior al tiempo de Independencia hasta La Isla por lo cual se presume que dado este tiempo y la forma del hidrograma registrado en la estación Fucha esta creciente es independiente a la registrada en la estación Independencia, por lo cual este tiempo no debe ser utilizado para análisis posteriores.

Tiempo del punto onda de Creciente	Nivel	Estación	T. Tránsito (hr)	Estaciones
11/15/06 12:26 AM	2541.9	Cortijo	3:01	Independencia-Cortijo
11/14/06 10:54 PM	2542.21	Fucha	1:29	Independencia-Fucha
11/14/06 11:59 PM	2540.553	La Isla	2:34	Independencia-La Isla
11/14/06 9:25 PM	2544.973	Independencia		
11/15/06 6:13 AM	2539.847	Las Huertas	8:48	Independencia-Las Huertas

Tabla 8. Tiempos de tránsito

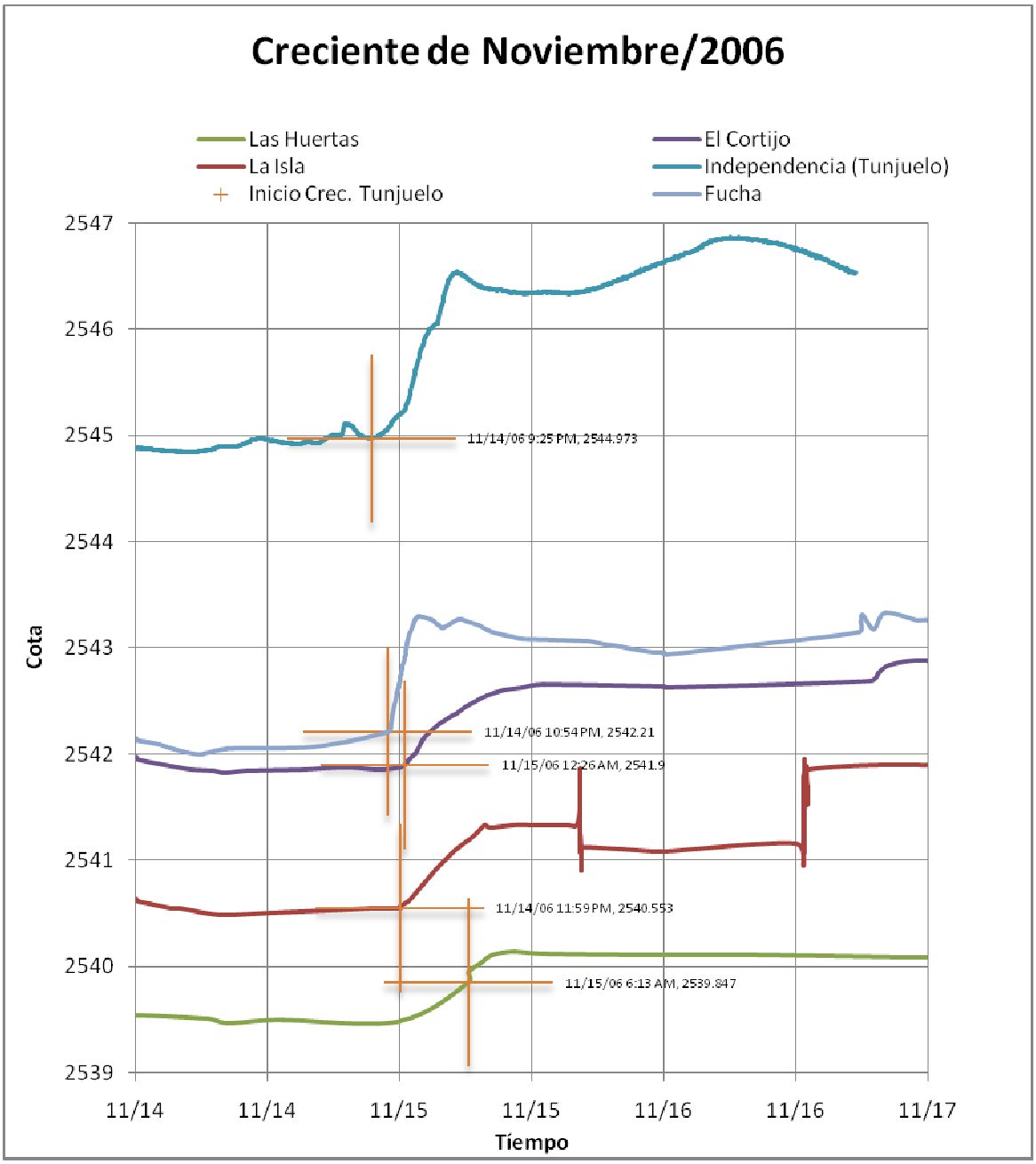


Ilustración 20. Creciente de noviembre de 2006 14 al 17 de noviembre

Una segunda onda de creciente fue identificada en los primeros días del mes de noviembre, la cual se muestra en la Ilustración 21. Los datos durante esta creciente son de muy difícil interpretación lo mismo que la anterior, debido a que se presentan crecientes simultáneas en los ríos Tunjuelo y Fucha y no hay certeza sobre las crecientes en los otros afluentes del río Bogotá por falta de datos. Sin embargo se estimaron los valores mostrados en la Tabla 9. Se recomienda utilizar estos valores con precaución debido a que como se explicó anteriormente no fue posible aislar las diferentes ondas de creciente que se presentan en el río.

Tiempo del punto onda de	Nivel	Estación	T. Tránsito (hr)	Estaciones
11/2/06 23:59	2541.94	Cortijo	8:52	Fucha-Cortijo
11/2/06 23:59	2540.683	La Isla	8:52	Fucha-La Isla
11/2/06 15:06	2542.49	Fucha		
11/3/06 6:11	2539.577	Las Huertas	15:04	Fucha-Huertas
			6:11	Isla - Huertas
11/10/06 0:02	2542.48	Cortijo	6:08	Independencia-Las Huertas
11/9/06 21:13	2540.873	La Isla	3:18	
11/9/06 17:54	2543.02	Fucha		
11/13/06 18:05	2542	Cortijo	1:55	Fucha-Cortijo
11/13/06 18:13	2540.633	La Isla	2:03	Fucha-La Isla
11/13/06 16:09	2542.34	Fucha		

Tabla 9. Tiempos de tránsito

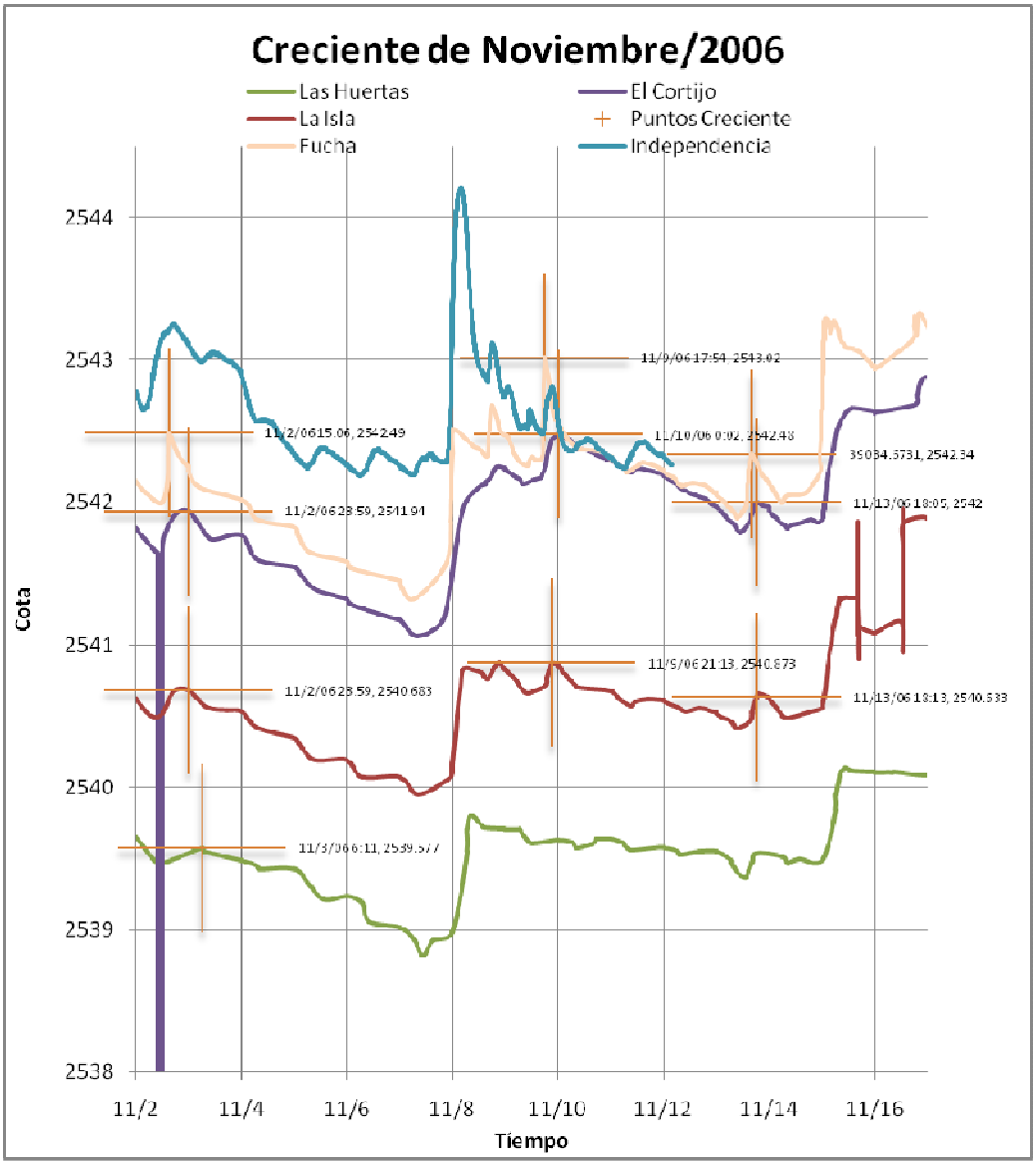


Ilustración 21. Creciente de noviembre de 2006 2 al 16 de noviembre

Para un tercer intento se utilizó la información mostrada en Ilustración 22, en la cual se registraron crecientes múltiples en el río de igual forma que las anteriores. Sin embargo se considera que los datos entre las estaciones de la Isla y Las Huertas pueden ser representativos.

Tiempo del punto onda de	Nivel	Estación	T. Tránsito (hr)	Estaciones
11/25/06 23:59	2541.85	Cortijo		
11/25/06 21:13	2540.783	La Isla		
11/26/06 8:25	2539.287	Las Huertas	11:12	La Isla las Huertas

Tabla 10. Tiempos de tránsito

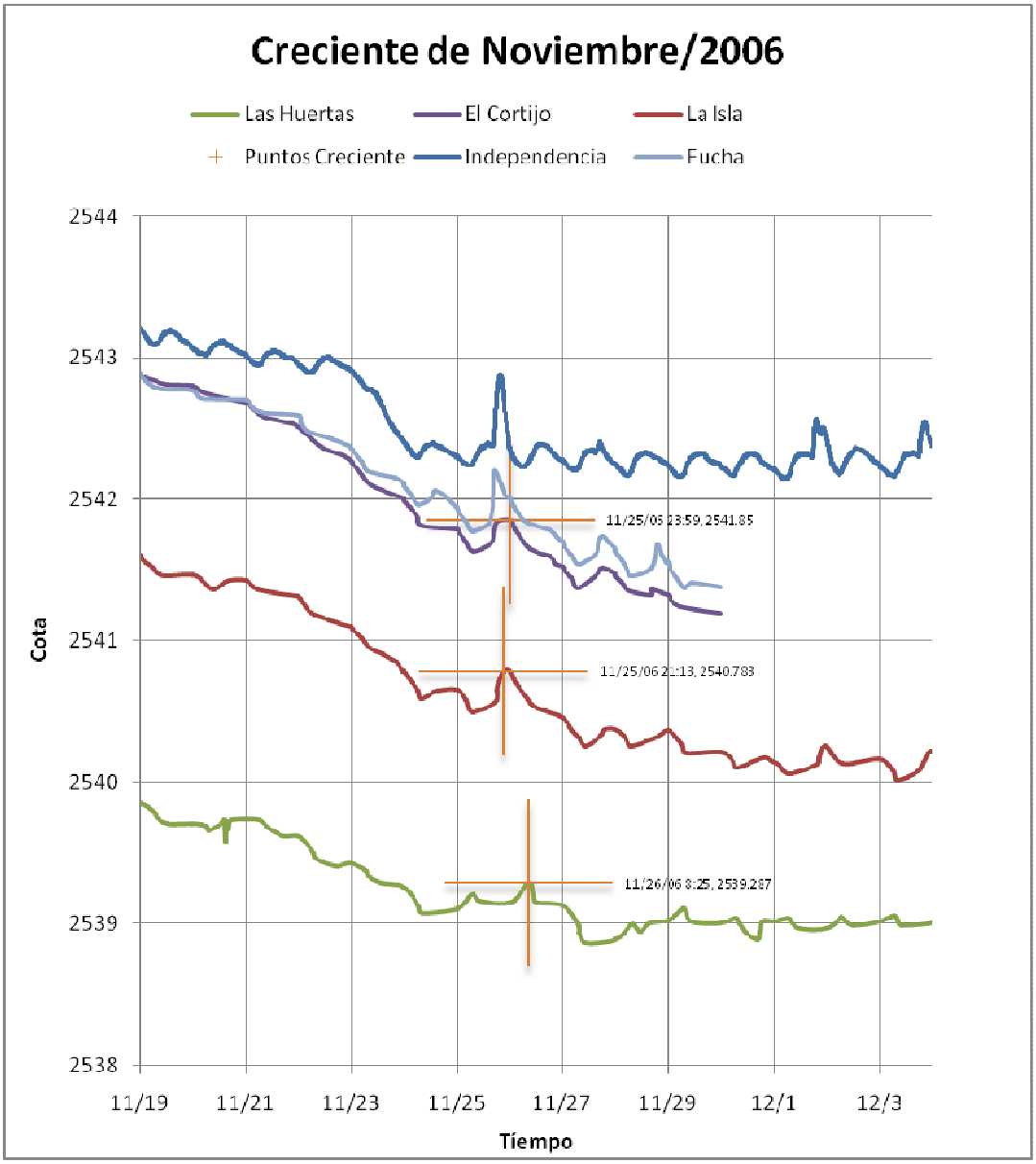


Ilustración 22. Creciente de noviembre de 2006 19 al 29 de noviembre

4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES

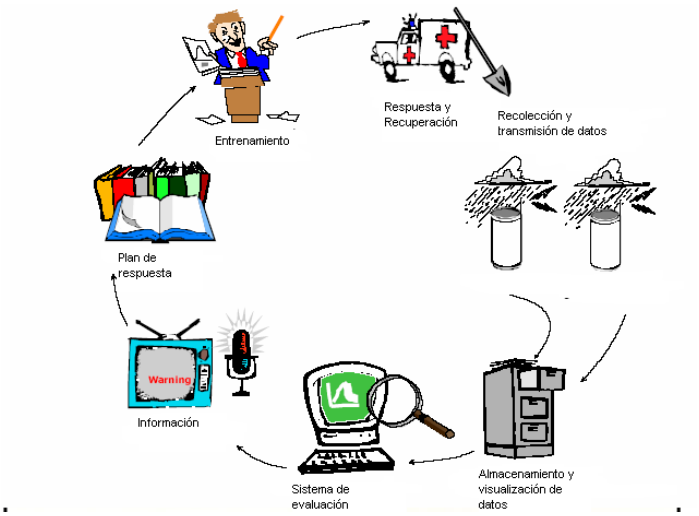


Ilustración 23. Componentes del sistema de alerta temprana de inundaciones (Ford et al, 2002)

En la Ilustración 23 se observan los componentes de un sistema de alerta temprana de inundaciones. A continuación se detalla la propuesta para cada uno de ellos con base en el conocimiento que se tiene del río Bogotá al año 2007. Cabe resaltar que el sistema de pronóstico no se tiene a la fecha y corresponde a una fase posterior de desarrollo del sistema de alerta.

4.1 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.1.1 Sistema de monitoreo y transmisión de la CAR

De los acercamientos que ha realizado la DPAE con la CAR, en la actualidad se conoce que la CAR cuenta con 23 estaciones de monitoreo y 3 repetidoras cuya transmisión es vía radio, sin embargo actualmente dicho sistema telemétrico no se encuentra en funcionamiento y la CAR proporciona información de monitoreo basado en lectura de miras. De esta forma la CAR proporciona a la DPAE las lecturas de mira de los puntos Puente Cundinamarca, Saucio, Tocancipá, Lajas, Espino, Pte Adobes, Chicú, Ramada y Tabaco y los datos correspondientes a las lluvias, afluencias, volúmenes y descargas de los embalses Neusa, Tominé y Sisga.

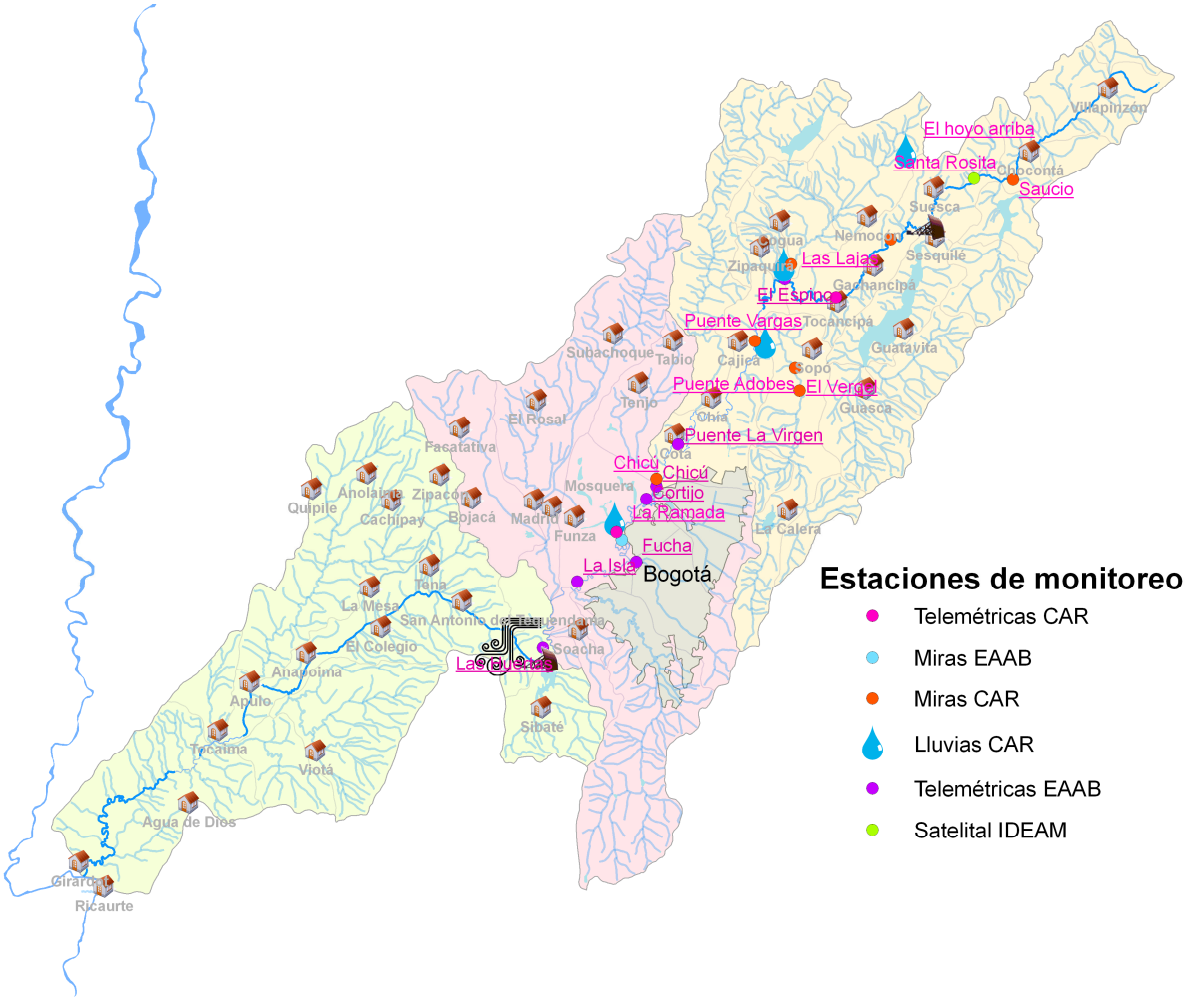
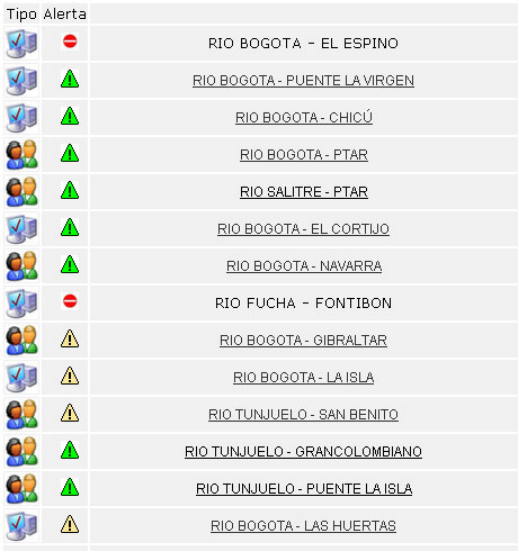


Ilustración 24. Sistema de monitoreo río Bogotá

4.1.2 Sistema de monitoreo y transmisión de EAAB

La EAAB tiene un sistema de monitoreo telemétrico de niveles en el río Bogotá que es público desde la emergencia de mayo de 2006 en su página web http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal, las estaciones que están disponibles en la página web son:



Los umbrales de alerta que aparecen en la página fueron definidos por la EAAB. Dichos umbrales han mostrado ser muy subestimados e incluso en el periodo de sequía de la sabana de Bogotá.

4.1.3 Sistema de monitoreo de EMGESA

La empresa EMGESA está encargada del monitoreo de la compuerta de Alicachín y proporciona la DPAE los datos correspondientes a nivel y caudal en este punto.

4.1.4 Sistema de Monitoreo IDEAM

En lo que se refiere a los pronósticos meteorológicos, el grupo de Estudios y Conceptos solicitó a través del convenio que actualmente existe con el IDEAM, que esta institución proporcionara los pronósticos diarios para incluirlos en la página web del río Bogotá. La autorización fue recibida por la DPAE y a la fecha el área de informática se encuentra haciendo los desarrollos de la página web que se requieren para dicha visualización.

En lo que se refiere a la estación Santa Rosita que está localizada en el río Bogotá y que el IDEAM recibe vía satelital, actualmente se tiene acceso al sistema HYDRAS del IDEAM para la visualización de los datos.

4.1.5 Sistema de Monitoreo EEB

La Empresa de Energía de Bogotá realiza el monitoreo del embalse de Tominé, a la fecha dicha información se recibe por parte de la CAR.

4.1.6 Sistema de Monitoreo DPAE

La DPAE cuenta con un sistema telemétrico de medición de lluvias localizado en la cuenca del río Tunjuelo y en los cerros surorientales y 4 sensores de nivel localizados en el río Tunjuelo. Adicionalmente, compila en el módulo del sistema de alerta del río Tunjuelo la información de monitoreo de los embalses Chisacá y la Regadera y el monitoreo de la zona de Gravilleras.

Para información sobre la localización de las estaciones ver Anexo A.

4.2 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS

En el año 2006 se comenzó el desarrollo de la página web del río Bogotá http://www.sire.gov.co/riobogota/. En dicha página se ha compilado información de monitoreo y documental. La concepción de esta página es que funcione como el sistema de soporte de decisiones del sistema de alerta del río Bogotá. Su diseño detallado se encuentra en el Anexo B de este documento.

4.3 SISTEMA DE EVALUACIÓN

4.3.7 Capacidad hidráulica del río Bogotá

Según el estudio realizado para el FOPAE por la firma INGETEC (1998) las capacidades hidráulicas del río con la topografía disponible para el estudio son:

Localidad	Caudal máximo de descarga en m^3/s
Suba	60
Engativá	80
Kennedy	140

Tabla 11. Capacidades hidráulicas máximas del río Bogotá (Fuente Ingetec 1998)

Desde que el estudio se realizó se han llevado a cabo varias intervenciones en el río, la más importante de ellas es el realce de los jarillones en el sector de Suba para proteger esta localidad para un periodo de retorno de 10 años. La capacidad hidráulica de este tramo será revisada una vez se cuente con los datos de topografía de los jarillones para determinar el caudal a banca llena del río.

En el Anexo C se muestra el cálculo de la capacidad de todas las secciones del río suponiendo que no se presentan remansos en el río causados por los tributarios y que la compuerta de Alicachín está abierta.

Si se eliminan las secciones de suba asumiendo el realce de los jarillones a la cota 2546.14, la mínima capacidad hidráulica del río está alrededor de 63 m^3/s correspondiente a un punto ubicado entre el humedal Jaboque y el aeropuerto El Dorado. Debido a que se estima que los caudales durante el mes de mayo/2007 fueron superiores a estos, dado que muy cerca en la

estación Puente Cundinamarca se estaban registrando 115 m^3/s, se recomienda que los caudales estimados en este documento sean tomados con precaución, solo como una evaluación preliminar. Esto debido a que la topografía a la que se tiene acceso a la fecha corresponde a la levantada en el año 1998.

4.3.8 ZONAS DE DESBORDE

Utilizando la información disponible se llevó a cabo una primera evaluación de la capacidad hidráulica del río, y se localizaron los puntos mostrados en la Ilustración 25 como los puntos con menor capacidad en el rio. Se recuerda al lector que las secciones transversales usadas para la evaluación fueron levantadas en el año 1998.

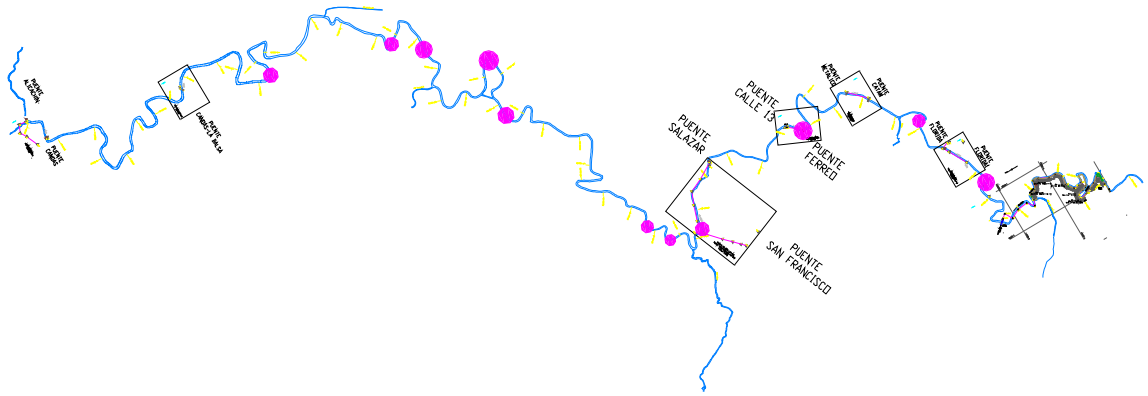


Ilustración 25. Zonas con secciones con menor capacidad hidráulica según la topografía de HMV.

4.4 Niveles de alerta por desbordamiento

El 20 de marzo de 2007 se recibió un archivo relacionado con la topografía del río Bogotá llevada a cabo por la EAAB. Una vez revisada la información en formato de Autocad y el informe de topografía se confirmó que la Empresa de Acueducto llevó a cabo una topografía de los jarillones desde la Estación Chicú hasta la estación El espino en una longitud de 140 Km de jarillón (contando jarillón izquierdo y derecho) y se hicieron amarres de las estaciones elevadores y estaciones medidoras de nivel pero no se llevó a cabo el levantamiento del perfil longitudinal de los jarillones en el Distrito. Dada esta situación y teniendo en cuenta que es prioritario contar con un sistema de alerta, se procedió a estimar umbrales de alerta con la topografía disponible correspondiente a la utilizada por la firma HMV (2000) en su estudio de adecuación del río Bogotá que corresponde al año 1998.

Las limitaciones que tiene este análisis son:

- En los últimos 9 años se han llevado a cabo modificaciones importantes en los jarillones del río Bogotá no solo por la EAAB sino también por los pobladores de la zona, por lo cual a la fecha es incierta la verdadera cota de los jarillones y no se conoce con certeza cuáles son los puntos críticos por altura de estas estructuras.
- La única modificación de los jarillones con la que la DPAE cuenta con documentación corresponde al realce realizado al jarillón de la margen izquierda del río Bogotá en el tramo entre el humedal La Conejera y el humedal Juan Amarillo realizado en el año 2005. En este tramo la cota actual del jarillón según la información suministrada por la EAAB corresponde a la 2576 (cota EAAB) que equivale a la cota IGAC 2546.14.
- Las secciones transversales del río pueden tener modificaciones importantes debido a la sedimentación que aparentemente presenta el río. Durante los comités de emergencia del río Bogotá la EAAB manifestó que según algunas mediciones topográficas que se han realizado (con las cuales la DPAE no cuenta) la EAAB estima que el lecho del río Bogotá presenta diferencias de hasta 1 m con el nivel que presentaba hace 10 años. Esta diferencia parece ser demasiado para el río Bogotá, sin embargo no ha podido ser corroborada, por lo cual se hace la salvedad de que es posible que la dinámica del río en los últimos años haya generado cambios morfológicos importantes que puedan incidir en el comportamiento hidráulico del río y que son imposibles de evaluar con la información disponible.

Teniendo en cuenta lo anterior se recomienda utilizar los niveles de alerta definidos a continuación como indicadores tentativos y que requieren necesariamente la verificación visual en el río preferencialmente en toda su longitud para evitar desbordes no esperados.

El procedimiento utilizado para definir las alertas consiste en la comparación de los niveles de los jarillones con el perfil de flujo. En el río Bogotá los perfiles de flujo tienen una pendiente baja que puede considerarse paralela a la pendiente promedio del lecho, por lo tanto, utilizando la altura de los jarillones disponible en el estudio de HMV (2000) y el levantamiento realizado por la EAAB -que aplica para la zona aguas arriba de la conejera- se determinaron los puntos más bajos de los jarillones para el tramo de influencia del sensor. La cota del punto más bajo se trasladó a la abscisa del sensor utilizando la pendiente del perfil de flujo y con base en esta cota se definió la alerta roja 30 cm por debajo del desborde, la alerta naranja 80 cm por debajo del desborde y la alerta amarilla 1.3 m por debajo del desborde.

4.4.9 Tramo comprendido entre el humedal La Conejera el Humedal Guaymaral

Con el fin de determinar los umbrales de alerta de esta zona se utilizó el levantamiento Topográfico que fue realizado por la EAAB en el año 2006 que cubrió el tramo del río desde la estación Chicú hasta la estación El Espino. Para calcular el perfil de flujo se tuvieron en cuenta las siguientes suposiciones:

1. De acuerdo con Estudios y Asesorías (1999) la pendiente promedio de este tramo es 8E-10.
2. La firma Estudios y Asesorías (1999) aparentemente utilizó 3 secciones transversales para el estudio de amenaza por inundación en este tramo. Al comparar las secciones transversales las cotas del lecho están desfasadas en más de un metro con las utilizadas por HMV (2000), pero en general la sección trapezoidal utilizada por Estudios y Asesorías (1999) es muy similar a la utilizada por HMV (2000) a nivel de geometría por lo cual se hizo una extrapolación de la sección de HMV (2000) con la pendiente indicada por

Estudios y Asesorías (1999) para continuar el tramo de estudio hasta el Humedal La Conejera.

En este tramo según la revisión de los perfiles longitudinales de los jarillones, el punto del primer desborde corresponde a la abscisa 73+377, en una cota de desborde de 2542.89, correspondiente a una cota estimada en el sensor Puente La Virgen de 2542.74 por lo que las cotas de alerta serían:

30 cm bajo desborde:	2542.44
80 cm bajo desborde:	2541.94
130 cm bajo desborde:	2541.44

Al revisar los datos registrados por el sensor durante febrero y marzo de 2007 se observa que la fluctuación de los niveles ha estado en el rango 2541.4 y 2542.6 correspondiendo el valor 2541.4 a niveles muy bajos del río durante la temporada seca del año. Lo cual indica que la cota 2541.44 no puede utilizarse como detonante para la alerta amarilla y que 2542.44 no corresponde a una alerta roja debido a que es una cota que normalmente se presenta en el río y se sobrepasa con facilidad incluso en temporada seca. La explicación está en que muchos de los puntos bajos del río corresponden a vallados que empiezan a tener control hidráulico del río Bogotá cuando se sobrepasan las cotas mencionadas. En la topografía suministrada por la EAAB no se identificaron los vallados y por lo tanto se presenta bastante dificultad para identificar los puntos de desborde del río.

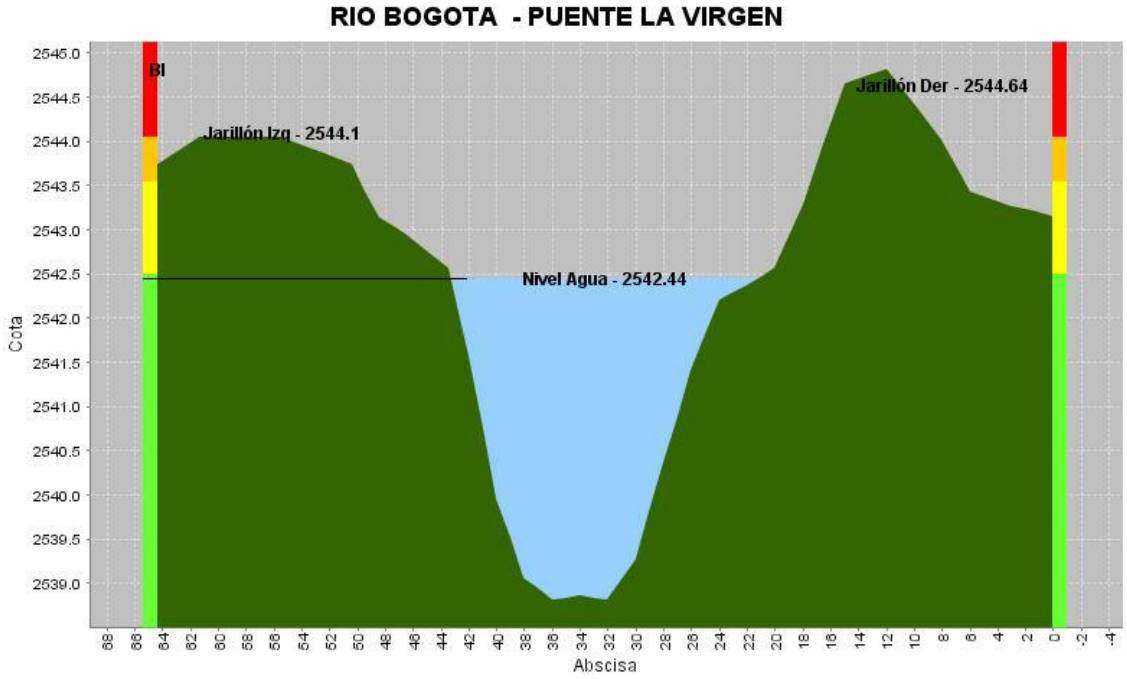


Ilustración 26. Sección del sensor Puente La Virgen (Fuente: http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal)

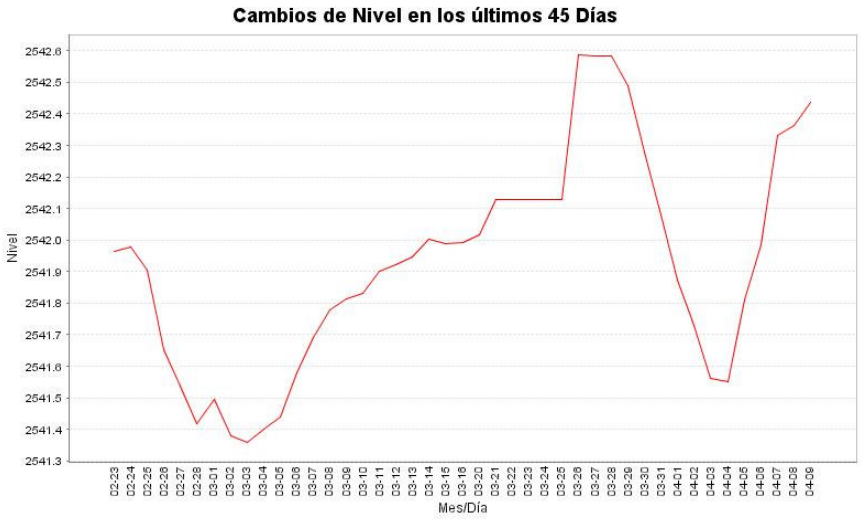


Ilustración 27. Fluctuación de los niveles entre febrero y abril de 2007 en el sensor de Puente La Virgen (Fuente: http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal)

La experiencia durante la emergencia de mayo/2006 es que el primer punto que significa afectación importante en esta zona lo constituye la intersección de la vía a Cota con el río Bogotá en la cual la cota de desborde es 2543.96 equivalente a una cota de 2543.94 en el sensor. Si se utiliza esta cota para la determinación de alertas en este sensor el resultado sería:

Alerta roja:	2543.66
Alerta naranja:	2543.16
Alerta amarilla:	2542.66

Adicionalmente cabe resaltar que los terrenos colindantes con el río Bogotá en esta zona corresponden principalmente a cultivos. Por esta razón se recomienda precaución en la emisión de alertas para la localidad con base en las lecturas de este Sensor. Es preferible que primen las alertas del sensor Chicú para la emisión de alerta por localidad o complementar el monitoreo de Puente la Virgen con observación visual de los niveles y los jarillones para la toma de decisiones. Por lo anteriormente expuesto, no se utilizarán las lecturas de este sensor para la emisión de alertas en el protocolo pero los valores definidos se utilizarán durante el monitoreo del río para el análisis correspondiente.

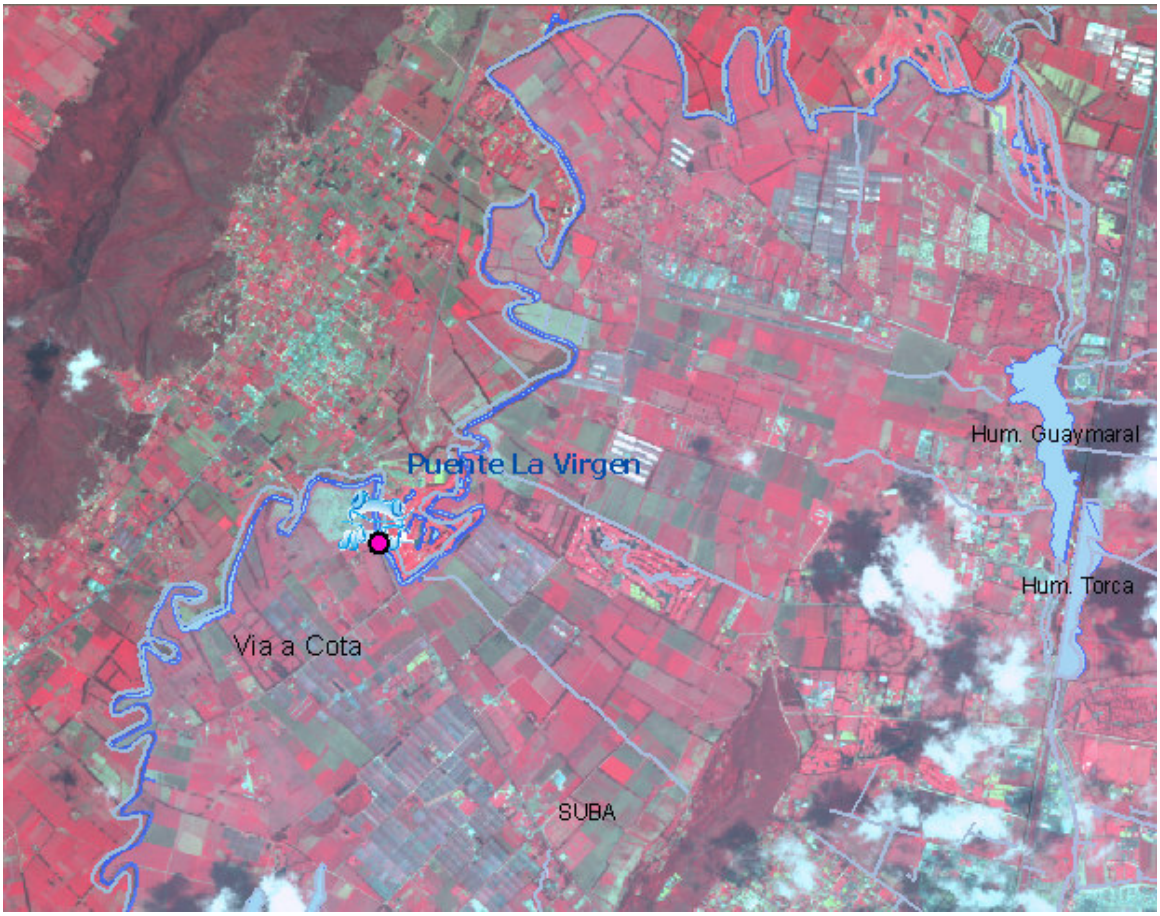


Ilustración 28. Tramo del río con cobertura del sensor Puente la Virgen

4.4.10 Tramo comprendido entre el humedal La Conejera y El Río Juan Amarillo

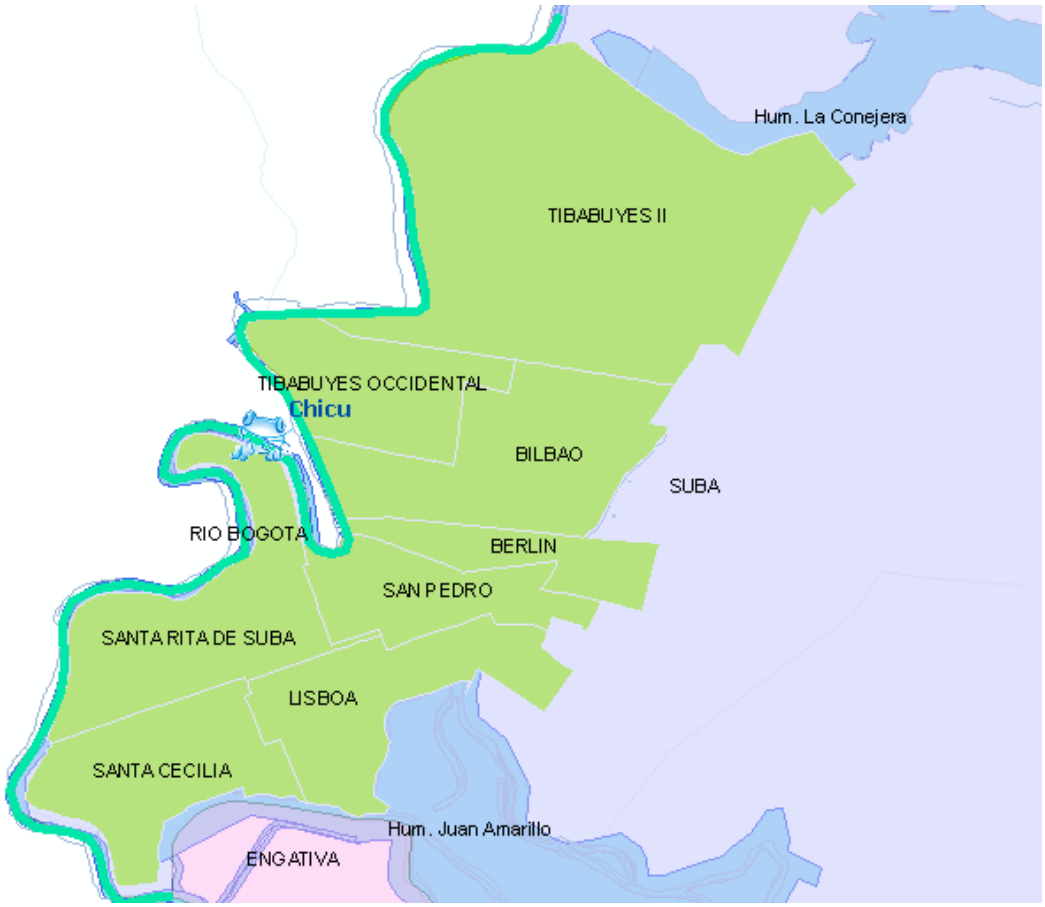


Ilustración 29. Zona de monitoreo Humedal La Conejera-Humedal Juan Amarillo

En esta zona se encuentra la estación telemétrica de nivel Chicú perteneciente a la EAAB. Como se indicó anteriormente, el jarillón del río Bogotá de esta zona fue realzado a la cota 2546.14 por lo cual se proponen los siguientes umbrales:

Alerta roja:	2545.84
Alerta naranja:	2545.34
Alerta amarilla:	2544.84

Según las verificaciones efectuadas en el sistema de la EAAB (ver Ilustración 30) durante periodos de verano los niveles de la estación fluctúan alrededor de 2542.30-2541.65, por lo que los umbrales implicarían un ascenso de por lo menos 2.5 metros sobre los niveles de verano. Adicionalmente como se muestra en la Ilustración 30 los niveles de los jarillones en la margen derecha se encuentran aparentemente con un nivel más bajo que los que protegen los barrios de la localidad de Suba por lo cual el desborde se generaría hacia este costado. Sin embargo se

recomienda vigilancia de estos diques dada la densidad poblacional de la zona que protegen y los impactos que podría generar un rompimiento de los mismos.

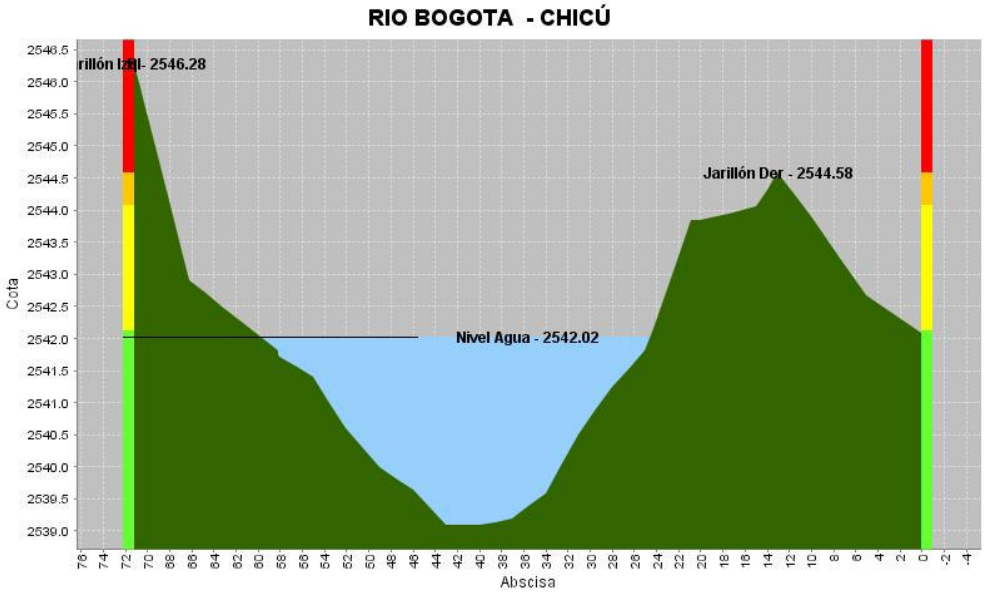


Ilustración 30. Estación Chicú (Fuente: http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal)

4.4.11 Tramo Humedal Juan Amarillo – Humedal Jaboque

En este tramo se encuentra la estación telemétrica de la EAAB llamada El Cortijo. De acuerdo con el perfil disponible del río en la abscisa 50400 se produciría el primer desborde hacia Bogotá en la cota 2543.91 msnm equivalente a una cota de 2544 en la estación Cortijo. Siguiendo los mismos criterios que para el tramo anterior, las cotas de alerta serían:

Alerta roja:	2543.70
Alerta naranja:	2543.2
Alerta amarilla:	2542.7

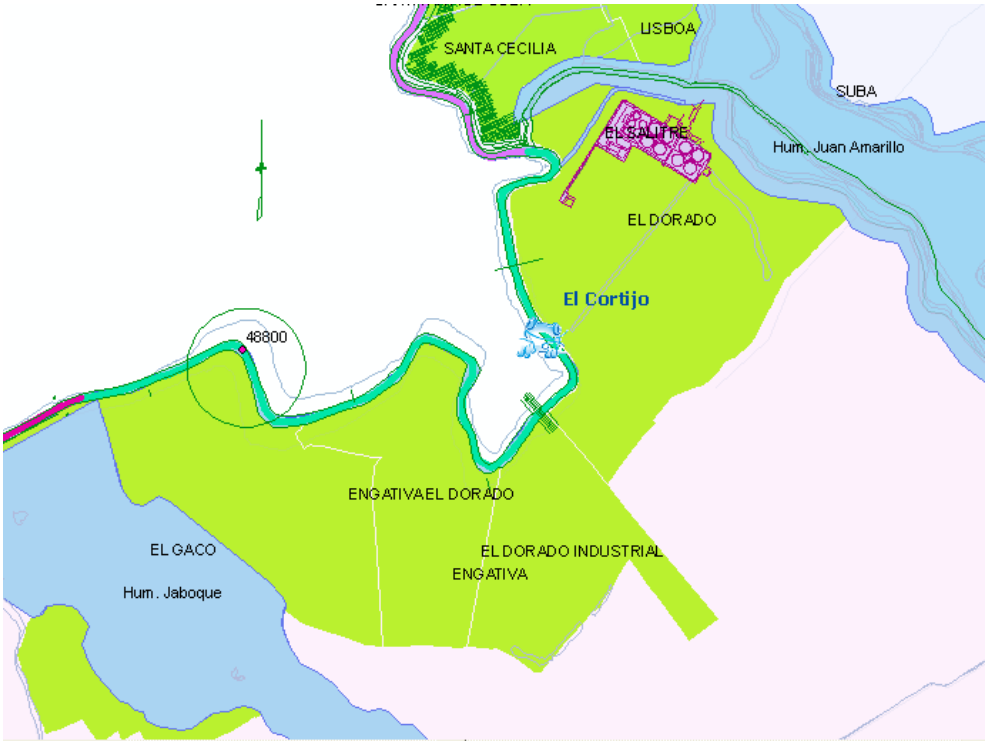


Ilustración 31. Zona de monitoreo Humedal Jaboque – Humedal Juan Amarillo

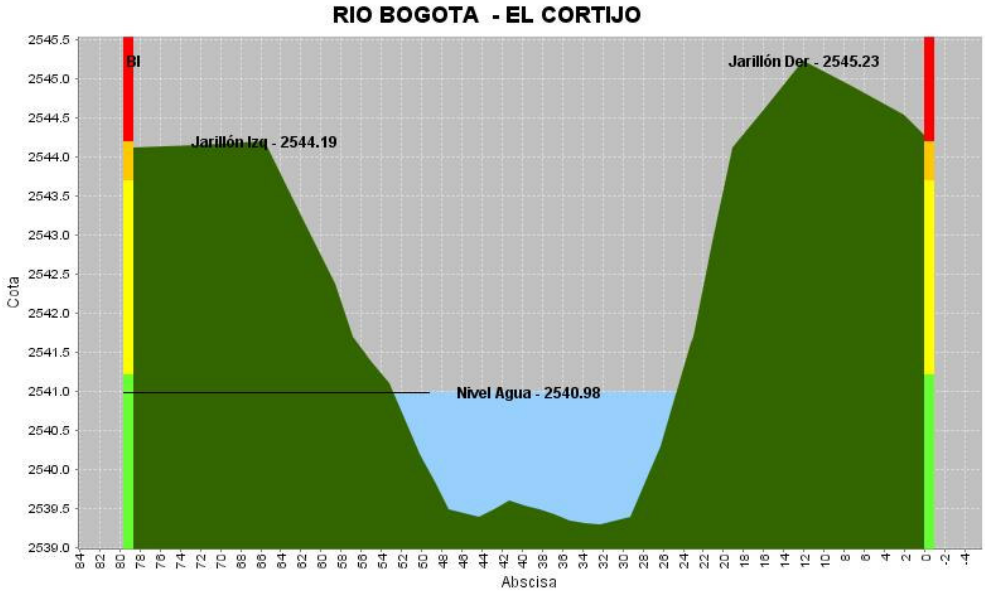


Ilustración 32. Estación Chicú (Fuente: http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal)

4.4.12 Tramo Humedal Jaboque – Rio Fucha



Ilustración 33. Zona de monitoreo Humedal Jaboque-Rio Fucha

El tramo Humedal Jaboque-Rio Fucha está monitoreado por la estación Puente Cundinamarca que pertenece a la CAR. La zona de jarillones más bajos en la margen izquierda corresponde a la zona de la estación elevadora la Alameda con una cota de desborde de 2543.63 equivalente a una cota en Puente Cundinamarca de 2543.58. Según la información recibida de la EAAB estos jarillones fueron realzados pero a la DPAE no se remitió la información de la cota actual de estas estructuras. Por tal razón, las cotas de estos jarillones según la información utilizada en el estudio de HMV (2000) fueron empleadas para establecer umbrales de alerta para la localidad de Fontibón, a pesar de que según el perfil mostrado en la Ilustración 18 la altura de los jarillones de la margen izquierda es suficiente para contener la creciente con periodo de retorno de 100 años y que el desborde ocurriría primero hacia la margen derecha.

A la fecha está por definir el método de transmisión de la información de la CAR a la DPAE.

Las alertas de esta manera son:

Alerta roja:	2543.28
Alerta naranja:	2542.78
Alerta amarilla:	2542.28

4.4.13 Tramo Río Fucha – K27+400

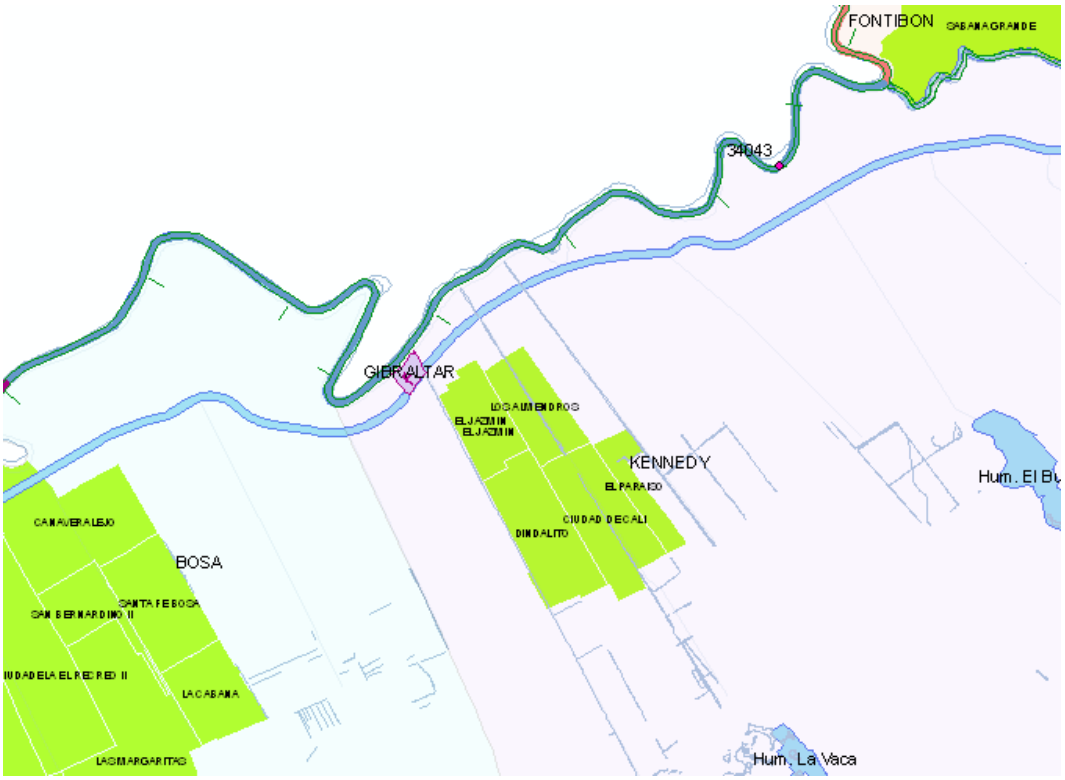


Ilustración 34. Zona de monitoreo Río Fucha – K27+400

Este tramo del río será monitoreado por la estación Gibraltar en donde se encuentra una mira para medir los niveles del río Bogotá. Los datos de esta estación son digitados por la EAAB y visualizados a través de la página web de la EAAB. Utilizando la abscisa 34043, que es el punto en el cual el jarillón se encuentra más bajo en este tramo del río, según la topografía de HMV (2000), los umbrales de alerta son los siguientes, teniendo en cuenta que la cota de desborde en dicho punto es 2542.69 y que es equivalente a 2542.54 en Gibraltar:

Alerta roja:	2542.24
Alerta naranja:	2541.74
Alerta amarilla:	2541.24

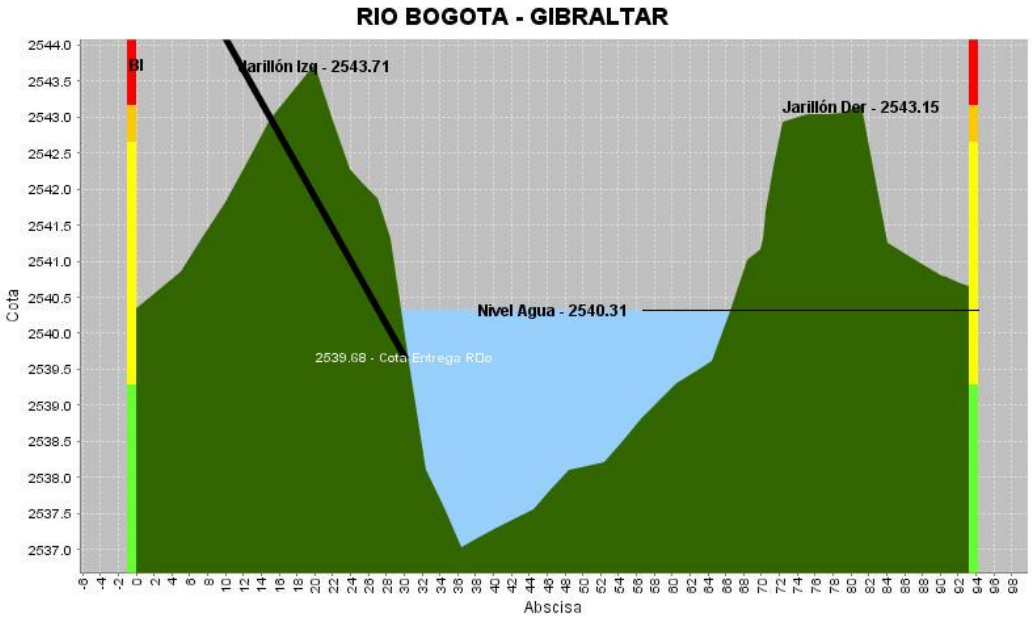


Ilustración 35. Estación Gibraltar (Fuente: http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal)

Cabe explicar que los umbrales determinados en este documento no son coincidentes con los determinados por la EAAB y que se muestran en las gráficas de su sitio web debido a que la EAAB utilizó otros criterios para su determinación diferentes al desborde. Según el documento entregado por la EAAB y que se encuentra en el Anexo D, la cota para solicitar inicio de operaciones en Alicachín según la EAAB es la 2541.81 la cual se encuentra dentro de la alerta naranja para esta zona. Se recalca que es la EAAB quien informa a EMGESA de la necesidad de abrir las compuertas de Alicachín.

4.4.14 Tramo K27+400-Río Tunjuelo

Este tramo del río será monitoreado con la estación telemétrica de nivel de la EAAB La Isla. El punto crítico de desborde hacia la localidad de Bosa en este tramo corresponde a la abscisa 25800 cuya cota de desborde es 2542.74 la cual es equivalente a la cota 2542.43 en el sensor La Isla. De esta forma los umbrales de alerta son:

Alerta roja:	2542.13
Alerta naranja:	2541.63
Alerta amarilla:	2541.13

Al comparar estas alertas determinadas con la cota de desborde de la abscisa 25800 con la Ilustración 37, se observa que el jarillón izquierdo de la sección de la estación tiene la corona en la cota 2541.34 (según el levantamiento topográfico realizado por la EAAB). Mediante el levantamiento realizado por la DPAE se estableció que la cota cero de la mira en la Isla que corresponde en teoría a la cota cero del sensor es 2538.183. Según la información que aparece en la página web de la Empresa de Acueducto el cero del limnímetro de la estación es 2537.03, implicando una diferencia con las cotas medidas por la DPAE de 1.153 metros. De esta forma la cota ajustada del jarillón derecho sería 2541.34+1.153 igual a 2542.493 por lo que

aparentemente es el punto más bajo del tramo. Para la sección de la estación los umbrales serían:

Alerta roja:	2542.19
Alerta naranja:	2541.69
Alerta amarilla:	2540.04

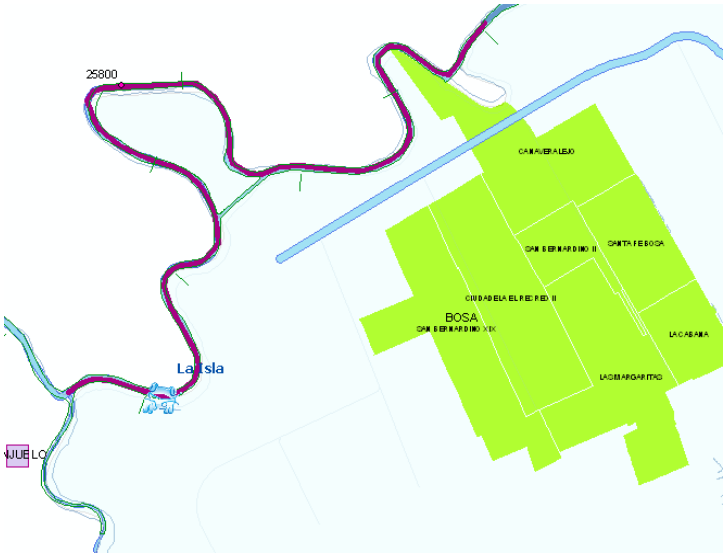


Ilustración 36. Zona de monitoreo K27+400- Río Tunjuelo

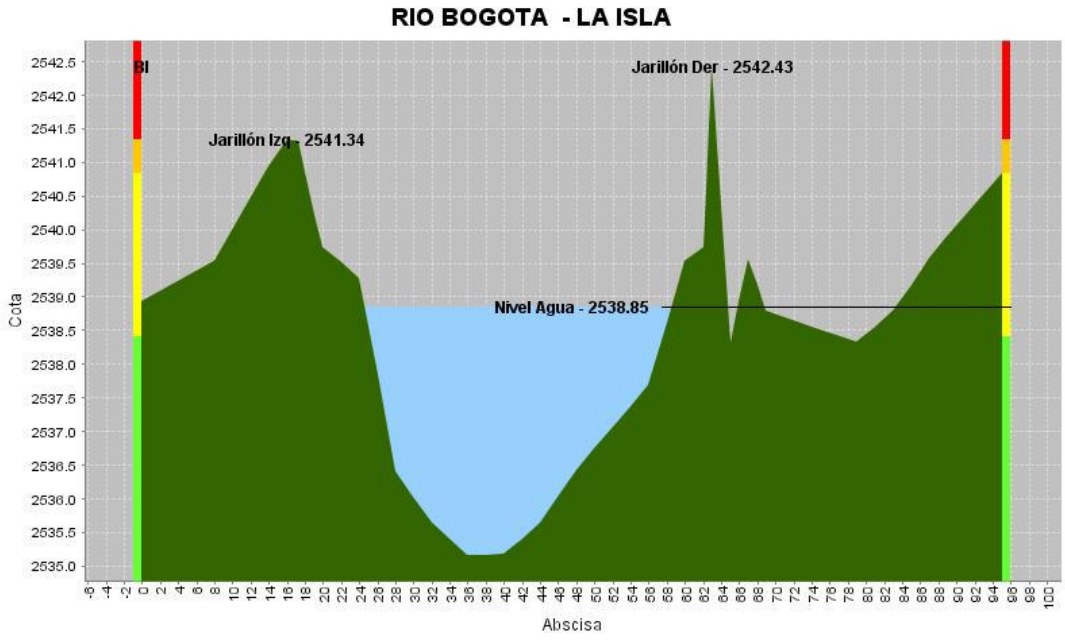


Ilustración 37. Estación La Isla (Fuente: http://www.acueducto.com.co/wpsv5/wps/portal)

Visualizando todos los niveles de alerta en la Ilustración 18, puede observarse que todos están definidos por encima de las crecientes normales del río con excepción de los niveles del sensor La Isla que se empiezan a detonar para la creciente con la probabilidad de ser igualada o excedida un 30% del tiempo en el año. Dado lo anterior se considera que los niveles en la estación La Isla son demasiado bajos y deben ser rectificados lo más pronto posible contando con topografía verificada.

4.5 Niveles de alerta por reflujo

De acuerdo con las reuniones sostenidas con la EAAB, los niveles de alerta verificados para las estaciones elevadoras se trabajarán al interior de la Empresa de Acueducto con la coordinación del centro de control de la empresa de tal forma que la EAAB implementará un sistema de alerta para el sistema de drenaje de la ciudad. Se establecerá un protocolo de comunicaciones con la DPAE para la emisión de alertas. A la fecha no se tiene una verificación del protocolo de comunicaciones propuesto a la Empresa de Acueducto, sin embargo a continuación se describe la propuesta realizada:

El centro de Control de la EAAB recibe los datos de todas las estaciones elevadoras que puedan resultar comprometidas durante una creciente del río Bogotá. El centro de control remite la información del estado de las estaciones a la DPAE a través de un medio electrónico que puede ser correo electrónico para ingresar la información a la base de datos de monitoreo del río Bogotá que puede ser visualizada a través de la página web del río. Los estados de alerta de las estaciones elevadoras son verificados y notificados al director de la DPAE por los Gerentes de Zona responsables al interior de la empresa por la estación elevadora que esté involucrada.

5 Plan de Respuesta - Protocolo de manejo de inundaciones en el río Bogotá

5.1 Introducción

Como resultado del análisis del trabajo que se ha realizado con las entidades participantes en el comité de emergencias del río Bogotá se consolidó una matriz de alertas y se han desarrollado protocolos individuales para las estructuras del río.

5.2 Alcance del trabajo realizado y obstáculos encontrados

El objetivo primordial que fue planteado para el protocolo del río Bogotá fue llegar a niveles de alerta que permitan la reducción de daños en el Distrito Capital así como evitar la pérdida de vidas. Teniendo en cuenta lo anterior vale la pena resaltar los siguientes aspectos:

- La información de operación de los embalses de la cuenca alta es de vital importancia para el sistema de alerta, debido a que la información de caudales aguas arriba de Bogotá permiten el análisis de los escenarios que pueden presentarse en la capital. Sin embargo, la operación de dichos embalses está fuera del alcance del protocolo, por lo tanto uno de los objetivos del protocolo es establecer como se llevará a cabo la comunicación para que de la cuenca alta se envíe la información requerida por el sistema para la emisión de alertas.
- En cuanto al monitoreo de niveles en Bogotá, la Empresa de Acueducto cuenta con un sistema telemétrico que incluso será ampliado a corto plazo. Sin embargo a la fecha no se recibe directamente en la DPAE la información y la consulta de los niveles se hace a través de la página web de Acueducto, con el inconveniente de que solo se pueden ver los datos instantáneos y gráficas con un periodo de tiempo limitado, hecho que restringe el análisis que puede llevarse a cabo con los datos.
- La emisión de alertas en Bogotá se realizará de acuerdo con dos eventos: imposibilidad de drenaje y desbordamiento. La imposibilidad de drenaje estará a cargo de la EAAB a través del Centro de Control. Como ha sido planteado ante la EAAB, la emisión de este tipo de alertas es imposible para la DPAE debido a que no se cuenta con la disponibilidad de personal ni el suficiente conocimiento del sistema para hacer la emisión, por lo cual este sistema debe ser asumido por el operador de la red, respetando además las competencias en el Distrito. El sistema de alerta por desbordamiento lo establecerá la DPAE de acuerdo con la información que esté disponible y su precisión y funcionamiento dependerá tanto de la información recibida como de la cantidad de análisis que sea posible realizar.
- La operación de las estructuras del río se incluyó dentro del monitoreo, y a la fecha se está trabajando por parte del grupo de informática para incluir esta información en la página web. Cabe aclarar que la DPAE no intervendrá en la operación de estas estructuras, dicha operación es responsabilidad de las empresas que hacen aprovechamiento del recurso hídrico en la cuenca y uno de los objetivos del comité es que tanto EMGESA como la EEB lleguen a un protocolo de operación bajo emergencia claro para todo el sistema de prevención y atención de emergencias.

- En el comité de emergencia del río Bogotá ha contado con la asistencia del CREPAD debido a que el río Bogotá tiene un impacto regional a nivel de Cundinamarca, sin embargo el trabajo de la DPAE tiene prioridad en el desarrollo del sistema de alerta de inundaciones de la ciudad de Bogotá y la definición de alertas para la zona aguas abajo del Distrito es responsabilidad exclusiva del CREPAD y la CAR. Sin embargo, la plataforma tecnológica para la unificación del monitoreo será proporcionada por la DPAE para toda la cuenca del río Bogotá.

5.3 Entidades involucradas

La respuesta ante una inundación del río Bogotá involucra el trabajo conjunto de las siguientes entidades:

- DPAE (Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá): La dirección y coordinación de todas las actividades está a cargo de la DPAE en el Distrito Capital según el Artículo 9º del decreto 332/2004:

  "Dirección y coordinación. La dirección, coordinación y control del conjunto de todas las actividades administrativas y operativas que sean indispensables para atender las situaciones de desastre, calamidad o emergencia, excepto las provocadas por acciones intencionales de que trata el artículo 1º de este Decreto, corresponderán a la Secretaría de Gobierno a través de la DPAE, sin perjuicio de las responsabilidades de cada una de las entidades del Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias (SDPAE) que se hayan establecido en los Planes de Emergencia y en los Planes de Contingencia y las que le correspondan conforme a sus competencias funcionales."

  Artículo 17º. Sistemas de monitoreo. En coordinación con las entidades competentes, la DPAE promoverá la organización y puesta en funcionamiento de sistemas de monitoreo de los fenómenos naturales y de los antrópicos que lo permitan, que puedan provocar situaciones de desastre, calamidad y emergencia, con el fin de fortalecer el conocimiento de tales fenómenos en orden a apoyar el mejoramiento continuo del proceso de toma de decisiones.

  Artículo 18º. Alertas. Las alertas son actos declaratorios de la situación de inminencia de presentación de eventos constitutivos de desastre, calamidad o emergencia, que la DPAE dispondrá en coordinación con las entidades competentes del SDPAE, a fin de que se proceda oportunamente a activar los procedimientos previamente contemplados en los Planes de Emergencia y en los Planes de Contingencia, a movilizar los recursos materiales y humanos que sean necesarios; y a adoptar las medidas de mitigación de riesgos y los preparativos para la atención. El Alcalde Mayor, con la asesoría de la DPAE y de la Comisión de Medio Ambiente y Vivienda, clasificará las alertas según su gravedad, de tal manera que guarden armonía y coherencia con los sistemas de alarma para sectores específicos que son de competencia de otras entidades.

  La DPAE lleva a cabo el monitoreo, operación del sistema de pronóstico y emisión de alertas a nivel técnico para recomendar al interior de la DPAE la emisión de las alertas quien a su vez recomienda al Comité Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias la emisión de alertas.

- EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá): hace parte de Comisión de Medio Ambiente y Vivienda, una de las cinco comisiones interinstitucionales que actúan como instancia técnica del Sistema de Prevención y Atención de Emergencias. Sus actividades dentro del protocolo incluyen.

- EMGESA: Responsable de la operación y monitoreo del sistema del Muña.

- EEB: Responsable de la operación y monitoreo del embalse de Tominé.

- CAR: Responsable de la operación y monitoreo de los embalses de la cuenca alta (Neusa y Sisga) operación del Distrito de Riego La Ramada, monitoreo de caudales y niveles en la cuenca, monitoreo de lluvias, siendo la autoridad ambiental en la cuenca según ley 99 de 1993.

- CREPAD: Comités Regionales para la Prevención y Atención de Desastres.

- Cuerpo de Bomberos de Bogotá: Integrante de la comisión operativa. Sus actividades incluyen:
    - Salvamento
    - Control de incendios y prevención de los mismos.
    - Servicios humanitarios
    - Apoyo en las actividades de evacuación

- Defensa Civil, Seccional Bogotá: de la comisión operativa. Sus actividades incluyen:
    - Apoyo en el monitoreo de puntos críticos y monitoreo visual del río.
    - Apoyo en la realización de obras de emergencia de manejo de inundaciones.
    - Apoyo en las actividades de evacuación.

1. CLEs: Constituye la instancia de coordinación y consulta de la administración local. De acuerdo con el decreto 332 de 2004:
    - *Realizar labores de coordinación, apoyo, asesoría y distribución y asignación de responsabilidades para la ejecución del Plan local de Prevención y Atención de Emergencias.*
    - *Coordinar las actividades administrativas y operativas para atender en primera instancia las situaciones de emergencia y para realizar las acciones definidas en los Planes de Emergencia y de Contingencia.*
    - *Procurar la debida coordinación del Comité Local de Emergencias con los demás cuerpos y autoridades integrantes del sistema.*

Otras entidades que prestarían su colaboración durante la emergencia pero que no están referenciadas directamente en el protocolo son:

- DABS (Departamento Administrativo de Bienestar Social): Atención social durante la emergencia y recuperación.

- Policía Metropolitana: Integrante de la comisión operativa. Sus actividades incluyen:
    - Asegurar y proteger a la comunidad y sus bienes.
    - Controlar la presencia de observadores y el tráfico.
    - Asegurar el acceso y egreso de las entidades del SDPAE.

- Empresas prestadoras de servicios públicos: Asegurar sus servicios y equipo, reparar los servicios interrumpidos por la inundación en la fase de recuperación, proporcionar medios alternativos de prestación de los servicios durante la interrupción si se identifican riesgos para la comunidad, prestar asesoría y apoyo al SDPAE para la reinstalación de los servicios.

- Secretaria de salud: Integrante de la comisión de Medio Ambiente y Vivienda. Sus principales actividades son:
  - Garantizar la atención oportuna y eficiente a la población mediante la coordinación y asesoría a la Red Distrital de Urgencias (Misión Centro Regulador de Urgencias).
  - Salvar vidas en conjunto con los otros servicios de emergencias
  - Proporcionar tratamiento, estabilización y cuidado a quienes resulten heridos durante la emergencia.
  - Proporcionar las ambulancias, médicos, equipos y recursos.
  - Alertar a los hospitales sobre la emergencia.
  - Velar por la prevención de enfermedades o epidemias generadas por el evento.

5.4 Diagrama de flujo de acciones durante la emisión de alertas

El diagrama de flujo de las acciones durante la emisión de alertas por desbordamiento se muestra en el Anexo E. Así mismo en este anexo se adjuntan los diagramas de flujo que han sido construidos para la compuerta de Alicachín, La PTAR salitre, el Embalse de Tominé y la compuerta de Achury, según la información que ha sido entregada por las entidades respectivas.

Con la información que proporcionó cada entidad se consolidó una matriz que muestra los criterios que para la EAAB, EMGESA, CAR y la EEB determinan los umbrales de alerta para los tramos del río y las estructuras que estas entidades manejan. Dicha matriz se muestra en el Anexo F.

5.5 Comunicaciones

La lista de personal de contacto por entidad se muestra en el Anexo G. Cabe aclarar que este diagrama de ha realizado con la información disponible a la fecha.

6 Conclusiones

1. El sensor La Isla presenta inconsistencias que no han podido ser aclaradas en los registros de mayo/2006 que podrían significar problemas en el amarre topográfico o en el rango de toma de datos del sensor.
2. Los datos recopilados durante la creciente de mayo de 2006 parecen presentar problemas en los registros.
3. Durante las crecientes que se han registrado se ha evidenciado la necesidad de un mayor cubrimiento del monitoreo en la Ciudad de Bogotá, no solo en lo que se refiere a niveles en todos los tributarios del río Bogotá, sino en un mejor cubrimiento a nivel de estaciones de lluvias.
4. La determinación de los tiempos de tránsito en el río tiene dificultades técnicas importantes debido a la superposición de ondas de creciente en el río. Para un mejor entendimiento del funcionamiento del río en creciente es necesario contar con un modelo

con una topografía actualizada y que simule el comportamiento del río teniendo en cuenta la interrelación de éste con los tributarios y humedales. Este modelo constituiría además el sistema de pronóstico del sistema de alerta.

7 Recomendaciones

1. Verificar la toma de datos del sensor La Isla debido a que presenta inconsistencias
2. Se recomienda verificar con la Empresa de Acueducto la confiabilidad de la información de los sensores telemétricos.
3. Debido a la incertidumbre en la altura de los jarillones a la fecha, se recomienda la implementación de un sistema de vigilancia de jarillones que permita cubrir la mayor longitud posible con el fin de monitorear no solo la posibilidad de un rompimiento súbito sino el sobrepaso se algún jarillón en algún punto de su longitud. Para este fin se propone la implementación del formato que se adjunta en el Anexo H. Debido a la longitud de los jarillones una alternativa podría ser la participación de la comunidad en el monitoreo de estas estructuras.
4. Se recomienda continuar el desarrollo del sistema de alerta por fases dependiendo de la información que se encuentre disponible con el fin de avanzar hacia un sistema de alerta integrado de toda la cuenca y que haga uso de un sistema de pronóstico adecuado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

HMV (2000), DISEÑO DE REHABILITACIÓN - DISEÑO DE LAS OBRAS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LAS INUNDACIONES DEL RÍO BOGOTÁ EN EL SECTOR LA CONEJERA – ALICACHÍN, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Bogotá 2000.

Duque (2003) Actualización de zonificación de amenaza de inundación por desbordamiento del río Bogotá en los barrios Santa Cecilia, Villa Cindy, Santa Rita, San Pedro y Bilbao de la localidad de Suba, debido a la influencia de las obras de mitigación realizadas en el cauce del río Juan Amarillo y Bogotá. Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, Bogotá 2003.

Ingetec (1998). Zonificación de riesgo por fenómenos de inundación en la localidad de Kennedy. Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, Bogotá 1998.

Estudios y Asesorías (1999). Zonificación de amenaza por inundación en el sector norte de la localidad de Suba. Fondo de Prevención y Atención de Emergencias. Bogotá D.C. 1999

GLOSARIO :

EAAB: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
EEB: Empresa de Energía de Bogotá
CAR: Corporación Autónoma regional
SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES: Sistema que define el nivel del agua en los ríos o quebradas al cual debe emitirse determinada alerta, los medios físicos por los cuales se lleva a cabo la diseminación del mensajem y las personas a quienes debe proporcionarse la información. El sistema incluye todo el hardware y software necesario para tal fin.
PROTOCOLO: Documento que contiene los criterios de emisión de alerta y las acciones a seguir indicando sus responsables.

Anexo A. Mapa de localización de estaciones de monitoreo

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co

Bogotá sin indiferencia

Anexo B. Diseño conceptual del módulo del sire del sistema de alerta temprana de inundaciones del río Bogotá

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co

Bogotá sin indiferencia

B DISEÑO CONCEPTUAL DEL MÓDULO DEL SIRE DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES DEL RÍO BOGOTA

B.1 INTRODUCCIÓN

El sistema de alerta temprana de inundaciones del río Bogotá ha constituido una prioridad para el Distrito en los últimos años debido a la incidencia de éste cuerpo de agua en la zona urbana de la ciudad de Bogotá. A raíz del evento de creciente del río Bogotá que se produjo en mayo de 2006, se evidenció la necesidad de contar con un sistema de alerta temprano de inundaciones soportado por una plataforma de software suficientemente robusta y flexible, para actuar como sistema de soporte de decisiones durante emergencias en el río Bogotá. Dicho sistema debe funcionar como un módulo del SIRE (Sistema de información de riesgos y emergencias).

El diseño de la funcionalidad de este sistema se describe en este documento, conceptualizado como la integración de varios sub módulos internos: monitoreo y almacenamiento de información en el SIRE, visualización, análisis y evaluación de la información, comunicaciones y protocolos.

Cabe mencionar que durante el año 2007 se llevaron a cabo algunos avances en el diseño de esta herramienta y a la fecha de elaboración de este documento se cuenta con una estructura básica del módulo del sistema de alerta en el SIRE, pero su nivel de avance es básico.

Este documento se elabora como la descripción del requerimiento correspondiente para la Coordinación de Sistemas de la Subdirección de Investigación y Desarrollo.

B.2 COMPONENTES

La página web del sistema de alerta del río Bogotá tiene siete componentes básicos:

- Monitoreo
- Almacenamiento de información en el SIRE
- Visualización de la información
- Evaluación de la información
- Comunicaciones
- Protocolo
- Reportes

Estos componentes que son los elementos que forman a nivel básico el sistema de alerta del río se interrelacionan para permitir la toma de decisiones durante emergencia.

Como componente introductorio, al iniciar el módulo, posterior a la autenticación de usuario, debe desplegarse una página en donde se explicarán los objetivos del sistema y se hará una descripción del río Bogotá. Esta página existe en la estructura actual, pero se proponen los siguientes cambios:

- El nombre del sistema debe cambiarse a SAT Río Bogotá - Sistema de alerta temprana de inundaciones del río Bogotá.
- El texto que aparece en el bloque 1 de la Ilustración 39 corresponde a la siguiente introducción sobre el sistema de alerta:

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co
Bogotá sin indiferencia

Un sistema de alerta temprana es un sistema integrado de equipos de transmisión y recolección de datos; modelos de pronóstico; procedimientos y planes de respuesta; y recursos humanos. El funcionamiento en conjunto de estos elementos incrementa el tiempo de anticipación con el cual puede emitirse una alerta permitiendo que las autoridades y la comunidad puedan tomar acciones para reducir el daño y proteger sus vidas. Los sistemas de alerta se clasifican como medidas no estructurales de manejo de inundaciones.

Esta herramienta ha sido diseñada para integrar los componentes de transmisión y recolección de datos; almacenamiento y visualización de datos; evaluación; información y comunicaciones; y protocolo del sistema de alerta temprana de inundaciones del río Bogotá, como un esfuerzo conjunto de la CAR (Corporación Autónoma Regional), la Empresa de Acueducto de Bogotá, la EEB (Empresa de Energía de Bogotá), EMGESA (empresa generadora y comercializadora de energía), IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) y DPAE (Dirección de Prevención y Atención de Emergencias). Ésta última entidad actúa como coordinadora del sistema y administradora de las bases de datos y herramientas desarrolladas para el Sistema de Alerta Temprana.

- En el bloque 2 aparecerán exclusivamente los documentos del sistema de alerta temprana de inundaciones: protocolos y matrices de alerta. Los otros documentos serán migrados a una página de Gestión del Río Bogotá que tendrá enlace con el módulo del sistema de alerta temprana (según lo acordado con el área de Gestión Territorial).
- Las fotografías que aparecen en la parte inferior de la página pueden conservarse o moverse a otro sitio de acuerdo con el diseño visual de la página.
- Adicional a lo anterior se sugiere crear un link con el nombre "Estructuración del sistema de alerta y protocolos", el cual abrirá una página donde se desplegará lo siguiente:
    - Un mapa básico de la cuenca del río Bogotá en el cual se resaltarán las cuencas o las zonas que cuentan con sistemas de alerta, adicionalmente se desplegarán íconos correspondientes a protocolos y a información general disponible sobre diferentes zonas de la cuenca para que al dar clic se pueda desplegar el documento correspondiente. Los documentos que se mostrarán referenciados en el mapa (por ahora, debido a que a medida que se reciba más información ésta deberá cargarse en la página) corresponderán a los documentos que actualmente aparecen cargados en la pestaña entidades de la página web actual, la cual puede ser eliminada.
    - Protocolos: todos los protocolos disponibles incluyendo matrices de alerta y protocolos de comunicaciones serán localizados en el mapa y tendrán la posibilidad de despliegue.
    - Se incluirá la información que corresponde al cuadro que se muestra bajo la figura del río Bogotá.
    - Desde éste sitio web se dará enlace a los demás sistemas de alerta con que cuenta la entidad, es decir se podrá acceder al módulo del sistema de alerta del río Tunjuelo, al módulo del sistema de alerta de la Quebrada Limas (una vez se cuente con el) y al módulo del sistema de alerta de la Quebrada Chiguaza (una vez se cuente con él) previa autenticación de usuario para el sistema de alerta al que se quiere acceder (no todos los usuarios del sistema del río Bogotá requieren ingresar a los demás).
    - Este sitio también funcionará como una pantalla de estado en el cual se mostrará el estado de alerta de cada cuenca para la cual existe sistema de alerta. Esto puede hacerse haciendo titilar la cuenca por ejemplo.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co
Bogotá sin indiferencia

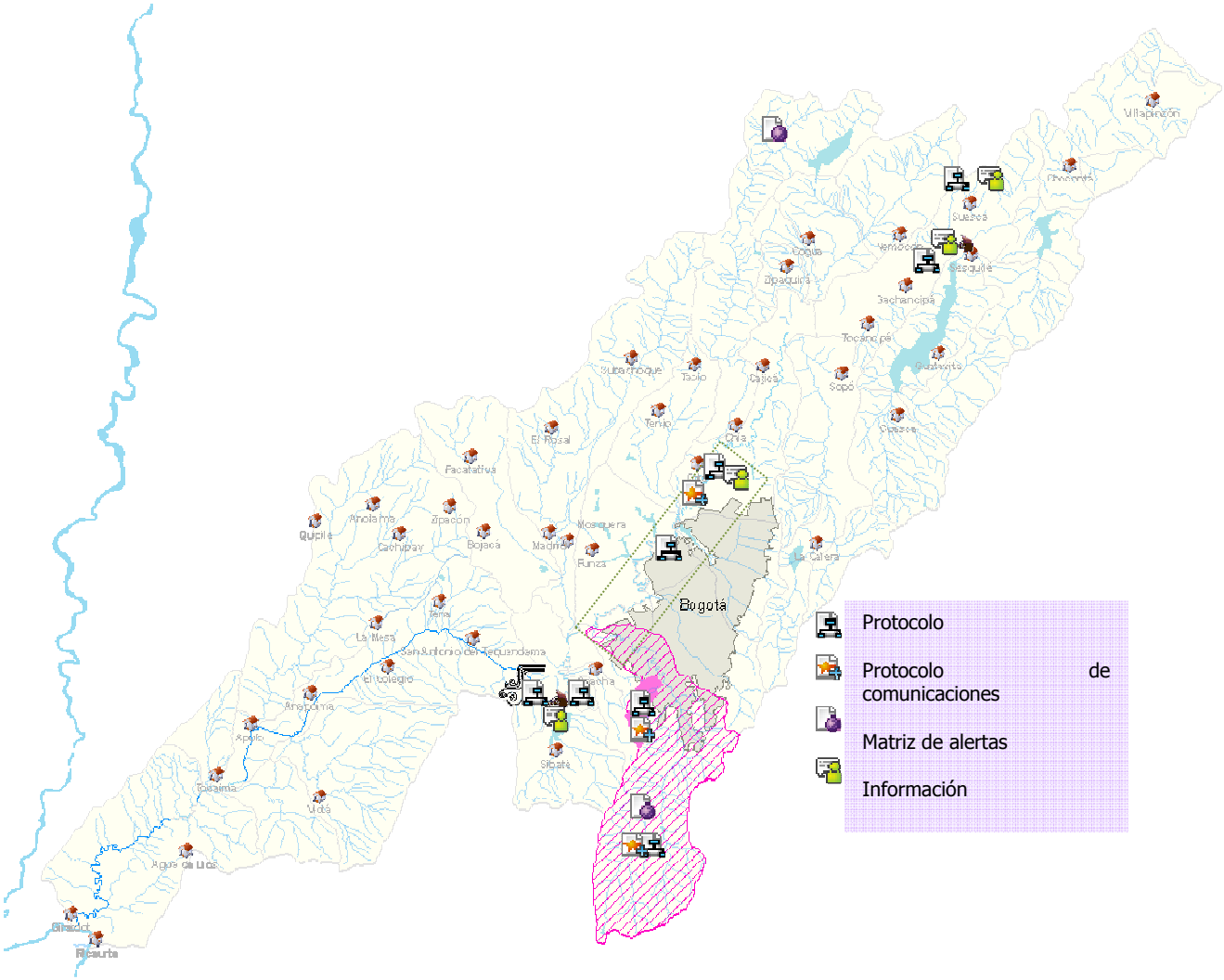
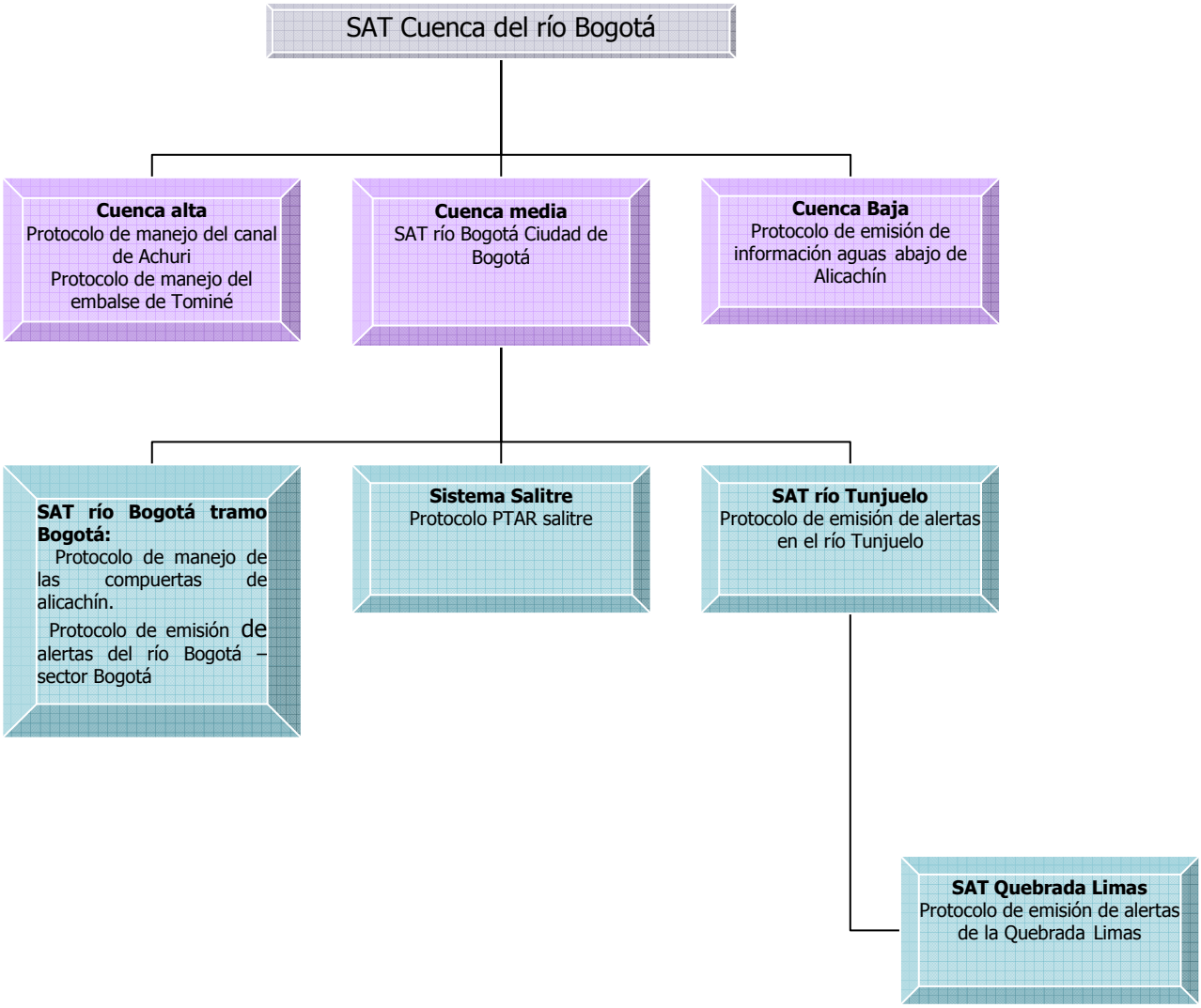


Ilustración 38. Mapa para desplegar información general y de protocolos del río Bogotá

"El sistema de alerta del río Bogotá funciona utilizando la plataforma del SIRE (Sistema de información de riesgos y emergencias) de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias donde los datos de monitoreo del río son proporcionados por diferentes entidades tanto departamentales como Distritales. Estos datos son ingresados a las bases de datos del SIRE y visualizados a través de diferentes herramientas en el módulo del sistema de alerta temprana de inundaciones del río Bogotá. Dichas herramientas permiten el análisis, evaluación de la información y generación de reportes para la toma de decisiones durante estados de alerta. Adicionalmente el sistema cuenta con un componente de comunicaciones que permite la publicación de boletines y el envío de mensajes SMS para la emisión de alertas integrado con el esquema de comunicaciones interinstitucional que ha sido acordado para el manejo de la información del sistema. La guía para la toma de decisiones la constituyen los documentos denominados "protocolos" en donde se consignan los criterios de alerta, actividades y responsables. La figura muestra los protocolos que han sido establecidos para la cuenca del río Bogotá. Cada protocolo puede desplegarse al picar sobre el ícono correspondiente. La conceptualización de los protocolos y el sistema de alerta se muestra en la siguiente figura.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co
Bogotá sin indiferencia



El sistema de alerta para toda la cuenca del río Bogotá, está conformado por una serie de sistemas de alerta individuales soportados por protocolos de emisión de alerta. Cada uno de estos sistemas hace parte de un sistema mayor que corresponde al nivel de cuenca inmediatamente superior. Es así como, dentro de la cuenca del río Tunjuelo, se estableció el sistema de alerta de la quebrada Limas. El sistema de alerta del río Tunjuelo a su vez, junto con el sistema Salitre (para el cual existe el protocolo de emisión de alertas de la PTAR Salitre), hace parte de la cuenca media del río, en la cual se ha establecido un protocolo de emisión de alertas para el tramo del río en la ciudad de Bogotá dirigido a emitir alertas según la afectación que pueda sufrir cada localidad. En la cuenca alta del río Bogotá, se generaron los protocolos de operación del canal de Achuri y del embalse de Tominé. Cabe aclarar que estos no son todos los sistemas necesarios para contar con un sistema de alerta integrado para la cuenca del río Bogotá, pero constituyen el comienzo de un gran proyecto interinstitucional, cuyo objetivo es el desarrollo de herramientas orientadas no solo a la protección de la población que habita en las cercanías de las corrientes de agua de esta región sino a la compilación y generación de conocimiento de las mismas."

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co
Bogotá sin indiferencia



Ilustración 39. Página de inicio SAT Río Bogotá

B.3 MONITOREO

El monitoreo en el río Bogotá es realizado por varias entidades: CAR (Corporación autónoma regional), DPAE (Dirección de Prevención y Atención de Emergencias), Empresa de Acueducto de Bogotá, EEB (Empresa de Energía de Bogotá), EMGESA (empresa generadora y comercializadora de energía) e IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). Se generará una pestaña para el monitoreo concebido como un submódulo del sistema.

El monitoreo se clasificará en:

- Monitoreo de precipitación
- Monitoreo de Embalses
- Monitoreo de compuertas
- Monitoreo de niveles
- Pronóstico del tiempo

De acuerdo con el desarrollo del sistema, las necesidades y la disponibilidad de la Empresa de Acueducto y la CAR es posible que en un futuro cercano para una fase posterior del sistema, se adicionen los siguientes componentes:

- Monitoreo de plantas de tratamiento
- Monitoreo de estaciones elevadoras
- Monitoreo de sistema de riego

Cada uno de estos elementos de monitoreo tiene una forma particular de toma de datos, también una forma diferente de transmisión de los mismos dependiendo de la entidad que los envíe.

B.4 ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN EN EL SIRE

El almacenamiento de los datos de monitoreo en el SIRE se lleva a cabo mediante 4 mecanismos básicos:

- Ingreso manual en la web: a través del módulo del sistema de alerta, cada entidad puede hacer ingreso de sus datos digitando en un formato de entrada.
- E-mail: a través de un procedimiento vía correo electrónico cada entidad puede enviar un archivo con un formato preestablecido diseñado por Informática de la DPAE para que los datos se almacenen automáticamente en el SIRE.
- Telemetría: actualmente los únicos datos que se reciben directamente por telemetría corresponden a los de la red del FOPAE que son recibidos en una estación central en la DPAE y almacenados automáticamente en el SIRE. Existe la posibilidad a futuro que datos de telemetría de otras entidades sea recibida en la DPAE y se requiera el desarrollo de software para el ingreso de los datos al SIRE dependiendo de los formatos en los cuales se reciba la información.
- Ingreso a través de conexiones ftp: Este es el caso de captura de información mediante conexión directa a bases de datos. Para el caso del IDEAM esta captura se realiza a través del software HIDRAS del cual se da ingreso de información a la base de datos de la DPAE. Actualmente, se están adelantando gestiones para realizar la conexión con la base de datos de la Empresa de Acueducto. Adicionalmente, el pronóstico del tiempo debe accederse a través de conexión FTP con el IDEAM, esta información debe actualizarse tantas veces como esté disponible un nuevo pronóstico en el IDEAM.
- Envío de datos mediante SMS: este es un servicio alternativo en caso de que se requiera el envío de datos mediante celular. Está especialmente pensado para que el monitoreo comunitario pueda ser ingresado en tiempo real a la base de datos.

Los parámetros monitoreados y la forma en la cual son ingresados a la base de datos para todas las entidades que intervienen en el monitoreo del río se muestran a continuación:

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co
Bogotá sin indiferencia

	DATOS DE CADA PUNTO DE MONITOREO	ENTIDAD RESPONSABLE	MÉTODO DE INGRESO AL SIRE
EEB	 Compuerta de Achury: *Nivel del canal de Achury *Apertura de la Compuerta *Caudal  Embalse de Tominé *Nivel del embalse *Descarga del Embalse *Afluencias al Embalse  *Caudal Bombeado al Embalse	ENERGIA DE BOGOTA	MANUAL 
EMGESA	Operación Compuerta Alicachín y Sistema Muña  Compuerta de Alicachín: *Nivel aguas arriba de la comp. *Caudal	emgesa endesa	CORREO ELECTRÓNICO 
CAR	 Información de Niveles *Puente Cundinamarca *Tocancipá *Saucio	Autoridad Ambiental CAR Comprometida con la región por naturaleza	MANUAL 
	 Embalse de Neusa *Nivel del embalse *Descarga del embalse *Afluencias al Embalse Embalse de Sisga *Nivel del embalse *Descarga del embalse *Afluencias al Embalse		
	 Caudales tomados en el Distrito de Riego La Ramada.		MONITOREO PENDIENTES POR DEFINIR

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co

Bogotá sin indiferencia

EAAB



Información de niveles
*El espino
*Puente la virgen
*Chicu
*El cortijo
*Fucha
*La Isla
*Las Huertas



Información de precipitación
*El espino
*Puente la virgen
*Chicu
*El cortijo
*Fucha
*La Isla
*Las Huertas

Actualmente la información es publicado por la EAAB en su página web, en el corto plazo los datos de las estaciones deben almacenarse en la base de datos del SIRE para lo cual existen las posibilidades de:
*Conectarse directamente a la base de datos de la EAAB
*Comprar un receptor para estas estaciones e ingresar la información

Mientras se decide cual es la mejor opción se requiere establecer un link en la página del río Bogotá que permita la visualización de los datos en la página de acueducto. Este link puede establecerse desde el geoportal donde se deben ubicar las estaciones de la EAAB, desde la vista esquemática y desde la vista de perfil del río.



Embalse de San Rafael
*Nivel del embalse
*Descarga del embalse
*Afluencias al Embalse
Embalse de Aposentos
*Nivel del embalse
*Descarga del embalse
*Afluencias al Embalse
Embalse de Chuza
*Nivel del embalse
*Descarga del embalse
*Afluencias al Embalse



El ingreso de la información de los embalses por ahora debe habilitarse manual



Niveles
*Humedal la Conejera
*Humedal Jaboque

El ingreso de la información de las miras de los humedales por ahora debe habilitarse manual



Caudal captado por la planta de Tibitoc.

Ingreso manual de información



Estaciones elevadoras en Línea:
Cafam - Lisboa - Villa Gladys -
Alameda - Navarra - Gibraltar



Estacion elevadora sin transmisión:
PTAR Salitre (lluvias y niveles)

MONITOREOS PENDIENTES POR DEFINIR

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co

Bogotá sin indiferencia

	Estación Santa Rosita Estado del tiempo	IDEAM	Conexión a través de HIDRAS Actualización automática en la página web del río Bogotá de los pronósticos para la Sabana de Bogotá emitidos por el IDEAM. Para esto se solicitó al IDEAM autorización para incluir esta información en la página la cual fue autorizada mediante la comunicación 2007ER340.

Para el caso de los datos monitoreados por la DPAE, se habilitarán para el monitoreo del río Bogotá el grupo de estaciones telemétricas, los demás datos con que cuenta la DPAE correspondientes a los sistemas de alerta del río Tunjuelo, la Quebrada Limas y la Quebrada Chiguaza podrán accederse en el módulo que corresponda a cada sistema de alerta.

B.5 VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS

La visualización completa de toda la cuenca junto con su monitoreo se visualiza de tres formas: Con el Geoportal, con una vista de perfil del río y con una vista esquemática del mismo. Además existirán módulos de visualización de información de acuerdo al parámetro de monitoreo:

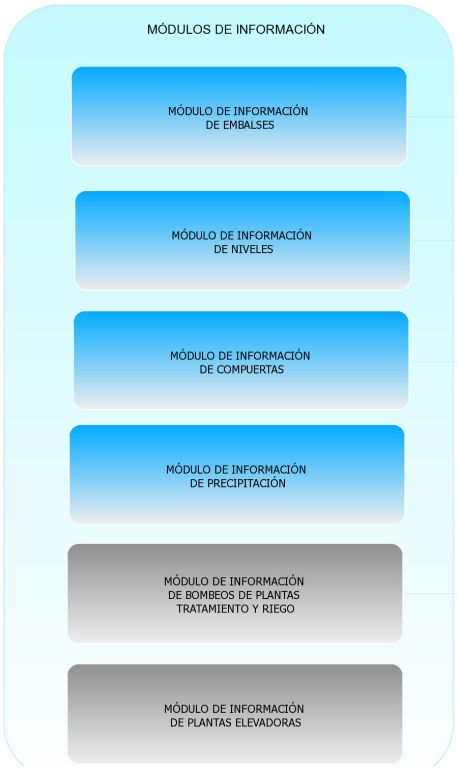
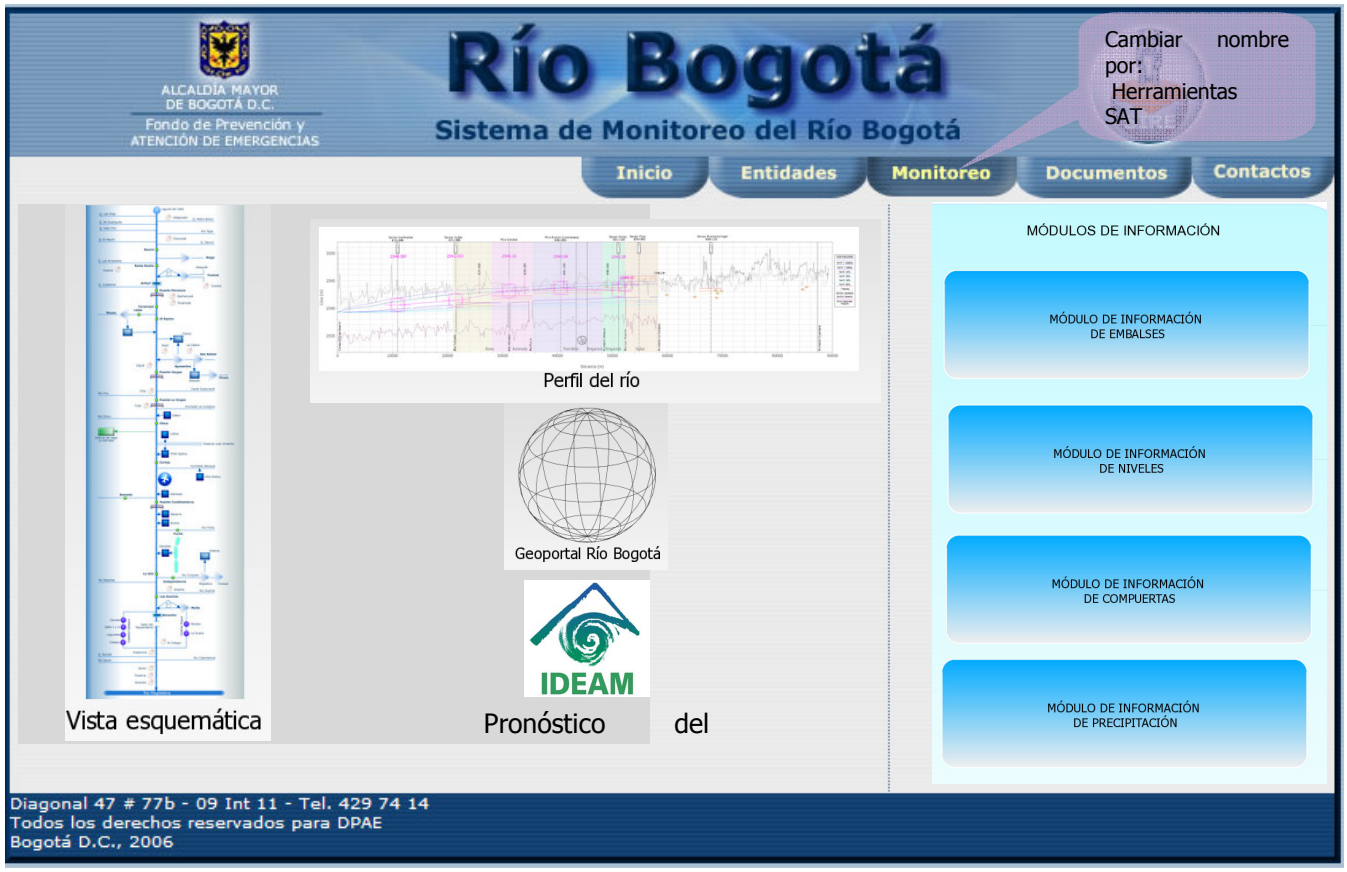


Ilustración 40. Módulos de información del Río Bogotá

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co
Bogotá sin indiferencia

Se describirán cada uno de los componentes de visualización a continuación, estos componentes pueden organizarse en una sola pestaña del módulo en el cual se permita el ingreso a cada uno de los sistemas de visualización y a cada módulo:



B.5.1 GEOPORTAL

El geoportal corresponde a la herramienta en la cual se visualizan todas las capas de información geográfica necesaria para el manejo de emergencias en el río Bogotá.

Las coberturas que deben estar disponibles a la fecha (a medida que se reciba o genere más información ésta debe cargarse) en el geoportal:

- Zonificación de amenaza de inundación para toda Bogotá
- Puntos, zonas y líneas críticas según la EAAB
- Localización de miras del humedal la Conejera
- Localización de miras del humedal Jaboque
- Estaciones hidrometeorológicas de la CAR, IDEAM, EAAB
- Coberturas de embalses, humedales y quebradas de toda la cuenca del río Bogotá
- Vías de la ciudad
- Divisoria de la cuenca del río Bogotá
- Divisorias de las subcuencas

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co
Bogotá sin indiferencia

- Localización de municipios dentro de la cuenca del río Bogotá
- Localización del salto del Tequendama
- Localización de las compuertas de Alicachín y Achuri
- Localización de las estaciones elevadoras de la EAAB

Cuando en el geoportal se de clic sobre alguna de las estructuras o estaciones que está siendo monitoreada, se debe dar ingreso al módulo de información correspondiente desplegando la información del elemento escogido.

Información de monitoreo a desplegar en el geoportal

En el geoportal deben desplegarse los objetos que están siendo objeto de monitoreo. La propuesta es que cada objeto muestre el último dato registrado. Según tipo de objeto las variables a mostrar serían:

Tipo de objeto	Información a desplegar
Compuerta	Nivel Caudal Símbolo de estado de alerta
Estaciones medidoras de nivel (miras y estaciones telemétricas)	Nivel Caudal (cuando aplique) Símbolo del estado de alerta
Embalses	Nivel Símbolo de estado de alerta
Precipitación	Precipitación acumulada diaria Símbolo de ha llovido o no en las últimas 24 horas.

Ilustración 41. Variables a desplegar en el geoportal

A manera de ejemplo se muestra como sería la vista en la zona del embalse del Muña. Cuando la escala no lo permita la única visualización puede ser la estructura y el indicador de alerta.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co
Bogotá sin indiferencia

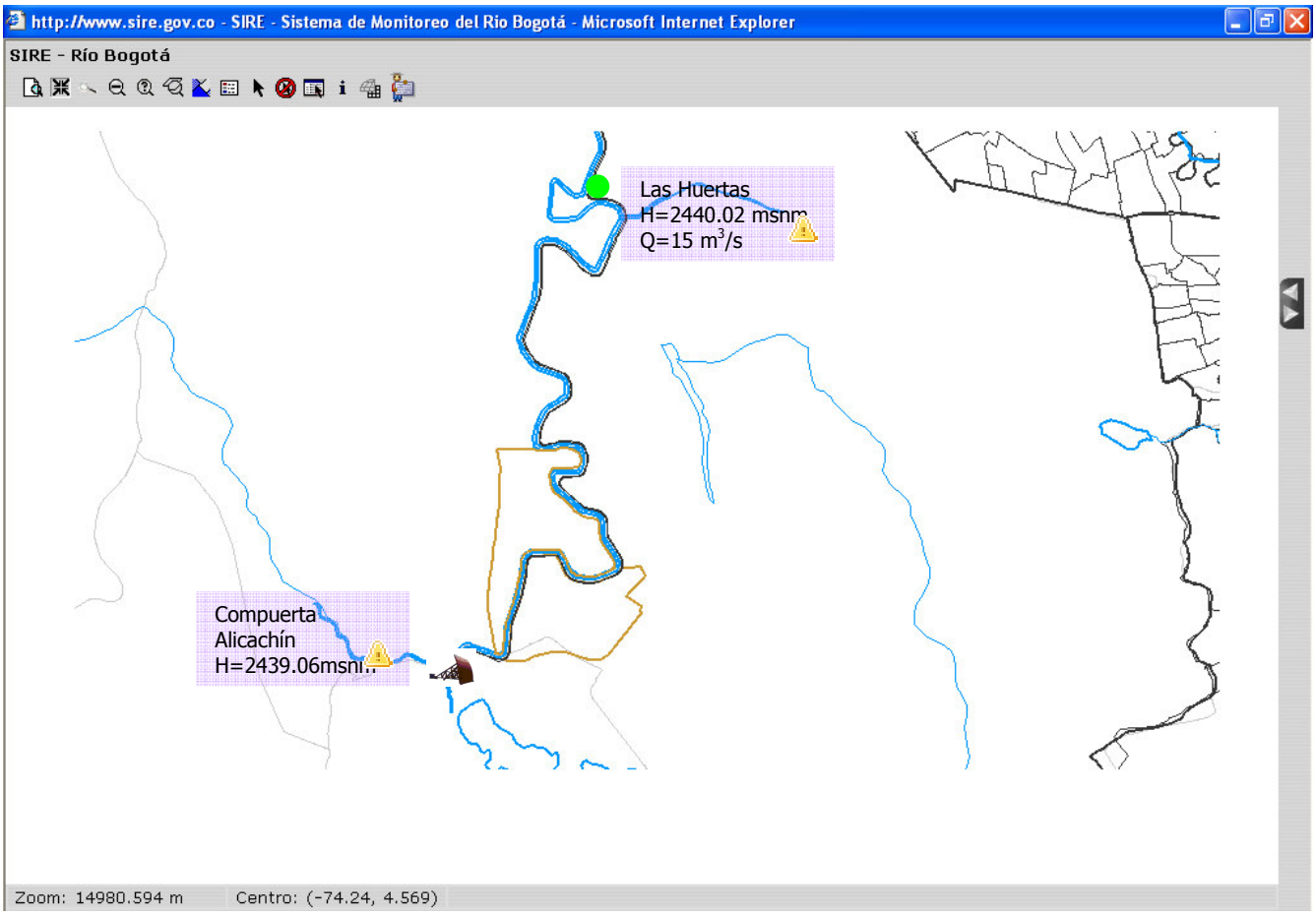


Ilustración 42. Visualización en el geoportal

B.5.2 VISTA ESQUEMÁTICA

En la vista esquemática del río Bogotá es necesario que se visualicen los mismos atributos que los mostrados en la sección 0 y que al dar clic sobre los objetos se despliegue el módulo de información correspondiente con la información del elemento escogido. Adicionalmente para cada localidad debe indicarse su estado de alerta.

En la vista esquemática del río Bogotá se debe desplegar la información de la matriz de alertas de la misma forma que funciona la matriz para el río Tunjuelo. Esto es, cargar por secciones la información de la matriz y que ésta sea desplegada a través de botones de información.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co
Bogotá sin indiferencia

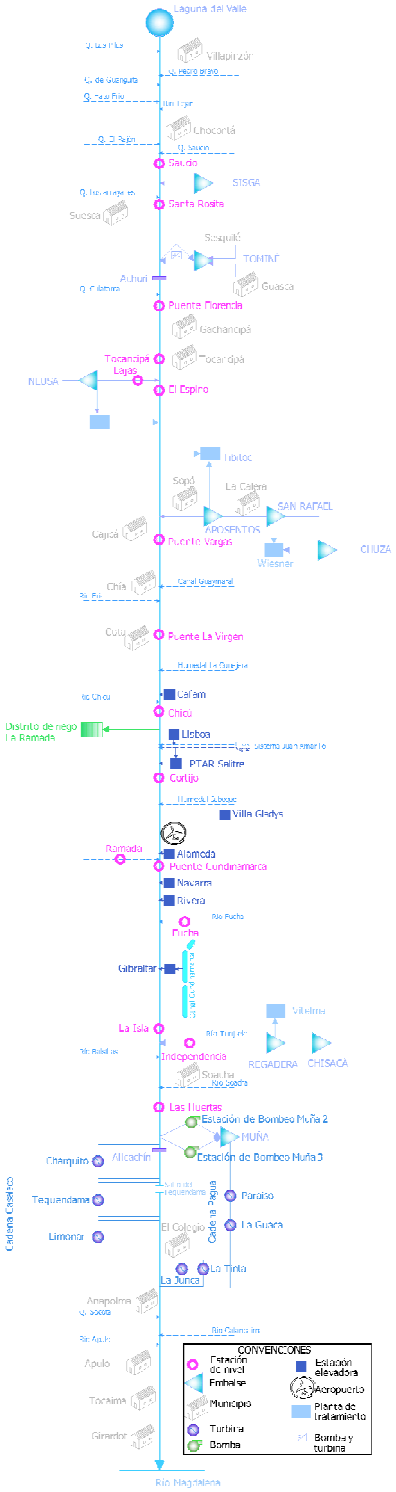


Ilustración 43. Visualización vista esquemática

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co

Bogotá sin indiferencia

B.5.3 VISTA DE PERFIL

Con el fin de visualizar los niveles del río en el perfil del mismo, se implementará una vista como la que se muestra en la Ilustración 44.

En esta vista de perfil deben identificarse:

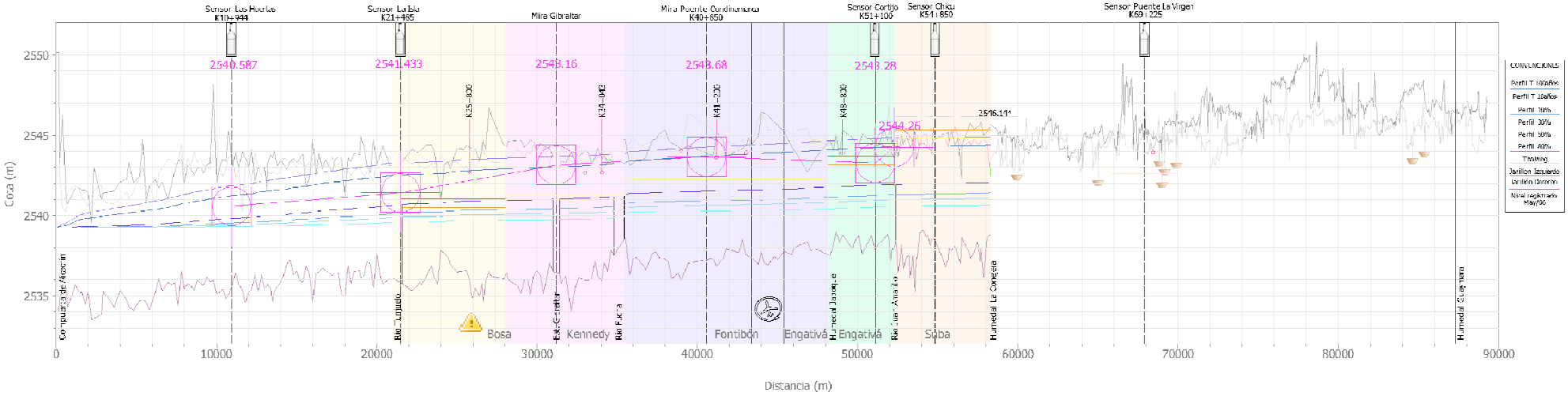
- Localización de los sensores y miras de monitoreo
- Debajo de cada sensor debe indicarse el último nivel y caudal (en caso de que esté disponible) registrado permitiendo que cuando se ubique el cursor encima del dato se visualice la fecha y hora del último dato recibido.
- Perfil de los jarillones del río
- Perfil del lecho del río
- División del tramo correspondiente a cada localidad y el correspondiente nivel de alerta en el que se encuentra cada localidad
- Entregas de ríos y humedales y localización de la compuerta de Alicachín
- Perfil medido del río

Además a necesidad del usuario debe tenerse la posibilidad de activarse la siguiente información:

- Perfil de las crecientes de 10%, 30%, 50% y 80% y con los periodos de retorno de 100 y 10 años
- Niveles de alerta amarilla naranja y roja.

Debido a la densidad de la información que se debe mostrar, se requiere además la posibilidad de realizar zoom sobre la imagen.

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co
Bogotá sin indiferencia



√	**Perfil creciente 10%**
√	**Perfil creciente 30%**
√	**Perfil creciente 50%**
√	**Perfil creciente 80%**
√	**Niveles de alerta**

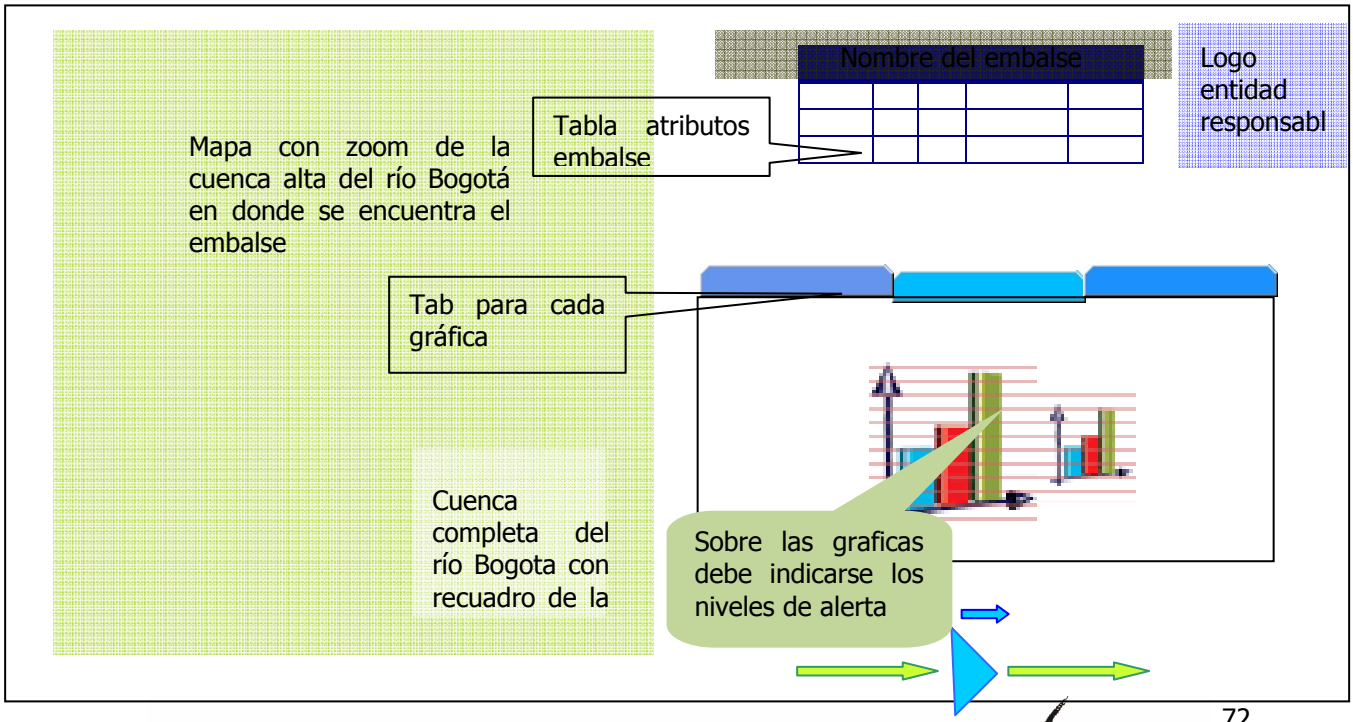
Ilustración 44. Visualización de perfil

B.5.4 MÓDULO DE INFORMACIÓN DE EMBALSES

En cuanto a la visualización de información por elementos monitoreados, el primer módulo estaría constituido por el módulo de información de embalses, que presentaría la información de la operación de la cuenca alta del río mostrando en detalle los datos de los embalses y las gráficas de análisis correspondientes. El diseño para los embalses del Sisga y Neusa se muestra en las dos primeras páginas que continúan. Se aclara que hacen falta las gráficas que corresponden a los reboses de estos embalses pero a la fecha no se cuenta con las curvas de los vertederos de los mismos, por lo que ésta gráfica deberá ser adicionada posteriormente.

Resumiendo las gráficas a presentar serían las siguientes:

Para los siguientes embalses: Embalse Sisga Embalse de Neusa Embalse de Chuza Embalse de San Rafael Embalse de Aposentos Embalse de Chisazá Embalse de la Regadera	• Tabla de atributos principales del embalse • Gráfica de comparación de niveles • Gráfica de comparación de volúmenes almacenados • Esquema de afluencia, descarga y rebose • Variación de niveles, volúmenes y afluencias del año en curso
Embalse de Tominé	• Tabla de características principales del embalse • Gráfica de comparación de niveles • Gráfica de comparación de volúmenes almacenados • Esquema de afluencia, descarga y rebose • Variación de niveles, volúmenes y afluencias del año en curso • Variación de bombeo del año en curso



Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co
Bogotá sin indiferencia

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES DEL RÍO BOGOTÁ 2007

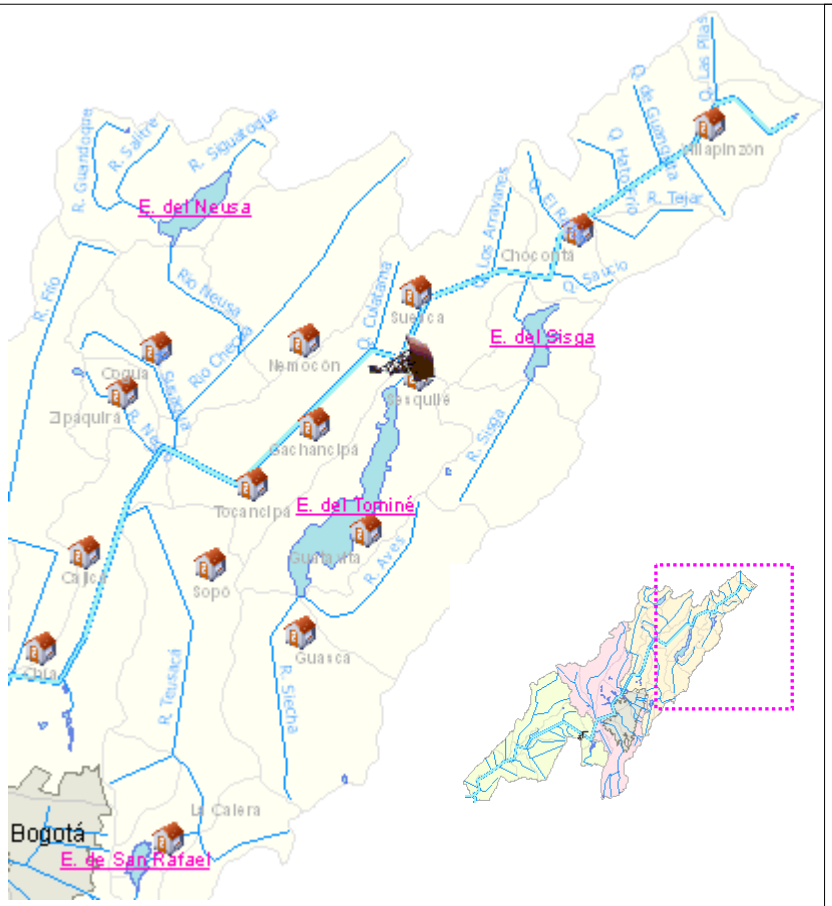
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Fondo de Prevención y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Río Bogotá

Sistema de Monitoreo del Río Bogotá

SIRE

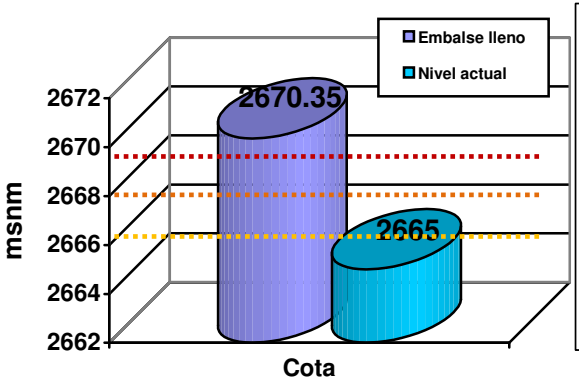
Sistema de información de embalses del río Bogotá – Cuenca alta

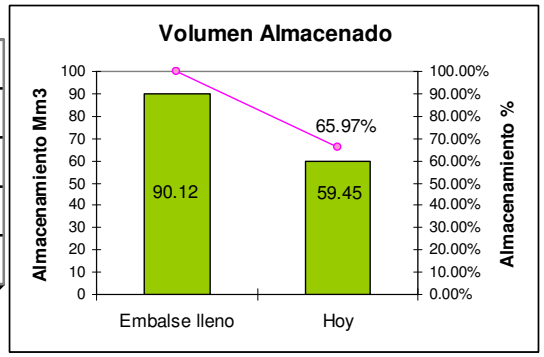


EMBALSE DEL

Dato embalse	*Unidad*			
Capacidad total	m^3	94'320,000	***Cota Max Operación***	2670.35 msnm
Volumen útil	m^3	90'120,000	***Cota Min Operación***	2648.90 msnm
Volumen muerto	m^3	4'200,000	***Cota Almac. Crecientes***	2674.30 msnm
Área	ha	637	***Cota Rebosadero***	2674.50 msnm

Niveles





Rebose: XXXm3

Afluencia:

Descarga:

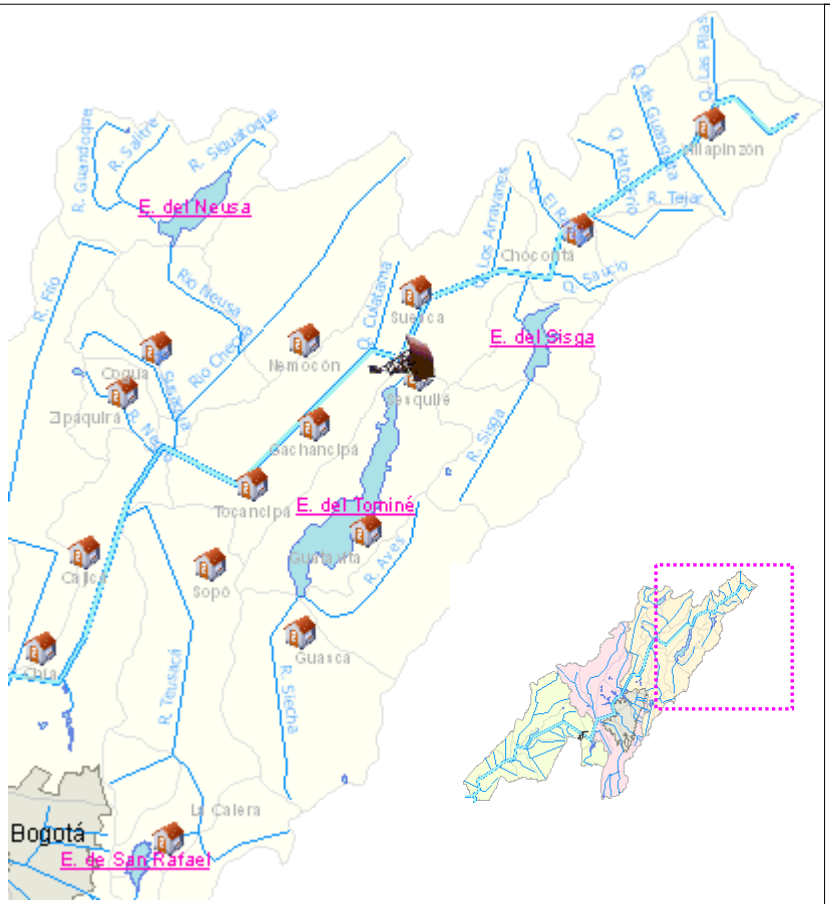
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Fondo de Prevención y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Río Bogotá

Sistema de Monitoreo del Río Bogotá

SIRE

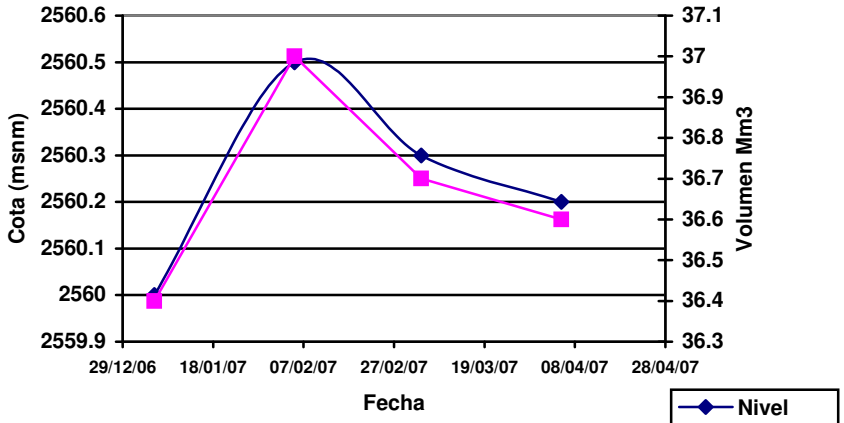
Sistema de información de embalses del río Bogotá – Cuenca alta



EMBALSE DEL

Dato embalse	*Unidad*			
Capacidad total	m^3	94'320,000	***Cota Max Operación***	2670.35 msnm
Volumen útil	m^3	90'120,000	***Cota Min Operación***	2648.90 msnm
Volumen muerto	m^3	4'200,000	***Cota Almac. Crecientes***	2674.30 msnm
Área	ha	637	***Cota Rebosadero***	2674.50 msnm

Variación de niveles y volumenes año 2007



Este tipo de gráfica se debe realizar para la descarga y el bombeo

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES DEL RÍO BOGOTÁ 2007

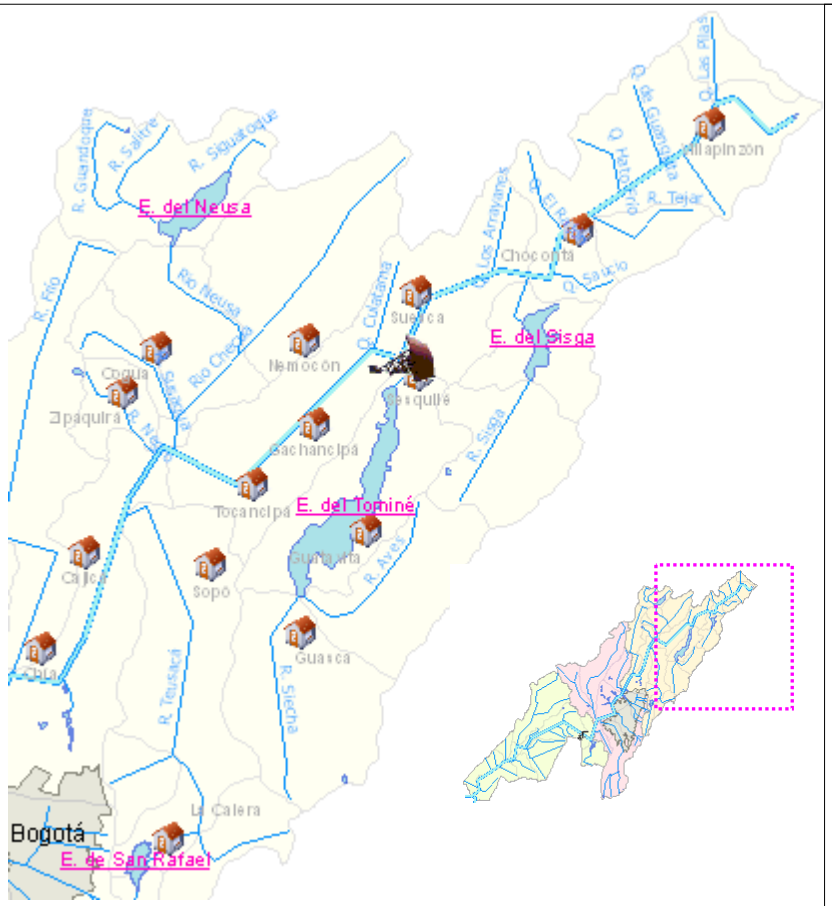
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Fondo de Prevención y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Río Bogotá

Sistema de Monitoreo del Río Bogotá

SIRE

Sistema de información de embalses del río Bogotá – Cuenca alta

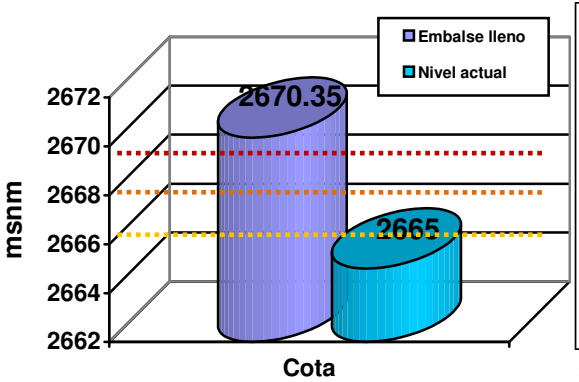


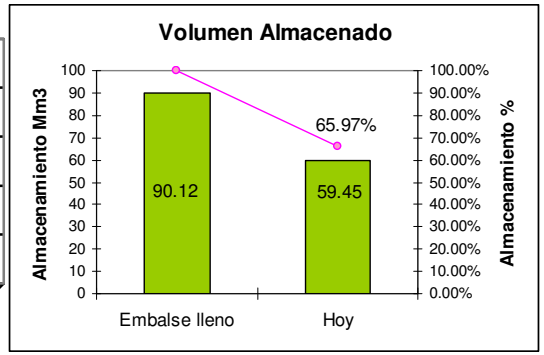
EMBALSE DE

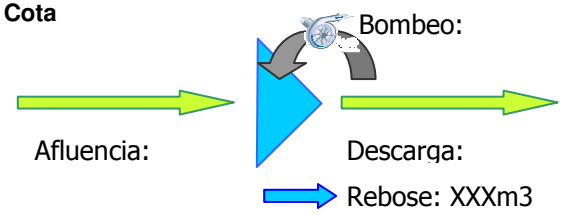
ENERGIA DE BOGOTÁ

Dato embalse	*Unidad*			
Capacidad total	m^3	690'000,000	***Cota Max Operación***	2605.5 msnm
Volumen útil	m^3	690'000,000	***Cota Min Operación***	2571.75 msnm
Volumen muerto	m^3	15'000,000	***Cota cresta de la presa***	2607 msnm
Área	ha	3830	***Cota Rebosadero***	2603.5 msnm

Niveles







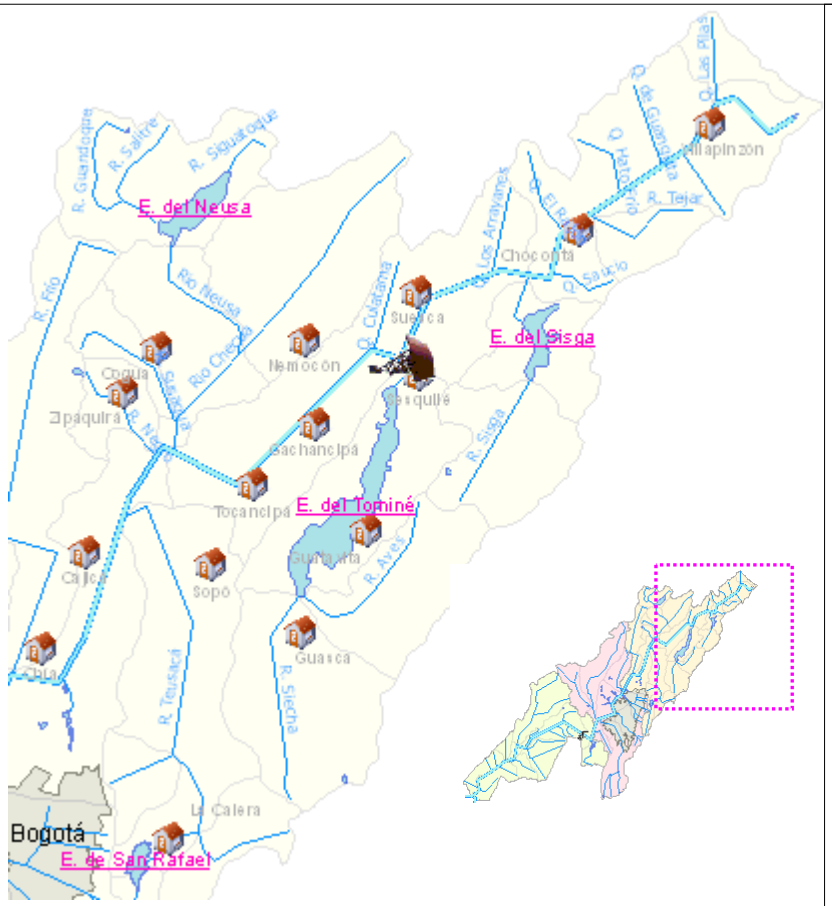
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Fondo de Prevención y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Río Bogotá

Sistema de Monitoreo del Río Bogotá

SIRE

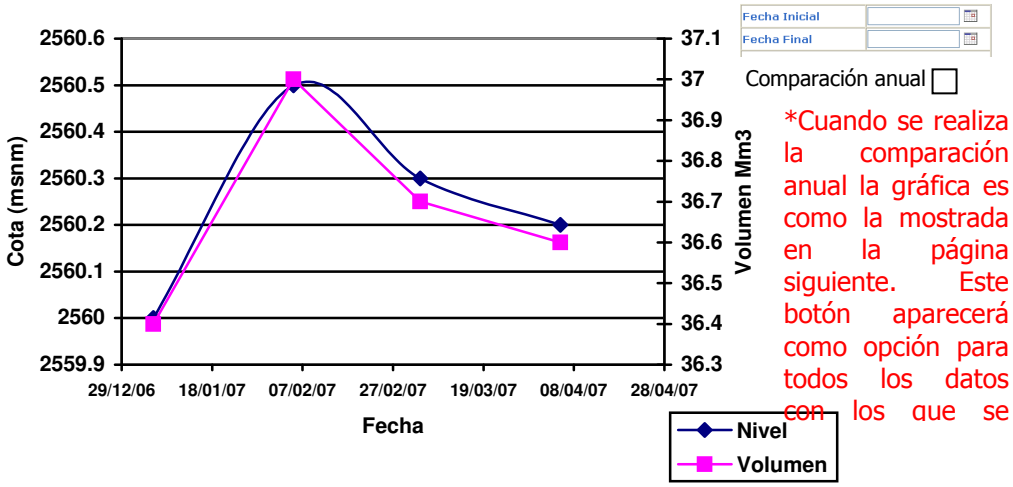
Sistema de información de embalses del río Bogotá – Cuenca alta



EMBALSE DE ENERGIA DE BOGOTÁ

Dato embalse	*Unidad*			
Capacidad total	m^3	690'000,000	***Cota Max Operación***	2605.5 msnm
Volumen útil	m^3	690'000,000	***Cota Min Operación***	2571.75 msnm
Volumen muerto	m^3	15'000,000	***Cota cresta de la presa***	2607 msnm
Área	ha	3830	***Cota Rebosadero***	2603.5 msnm

Variación de niveles y volumenes año 2007



*Cuando se realiza la comparación anual la gráfica es como la mostrada en la página siguiente. Este botón aparecerá como opción para todos los datos con los que se

Este tipo de gráfica se debe realizar para el nivel del canal, la apertura de la compuerta, la descarga y el bombeo

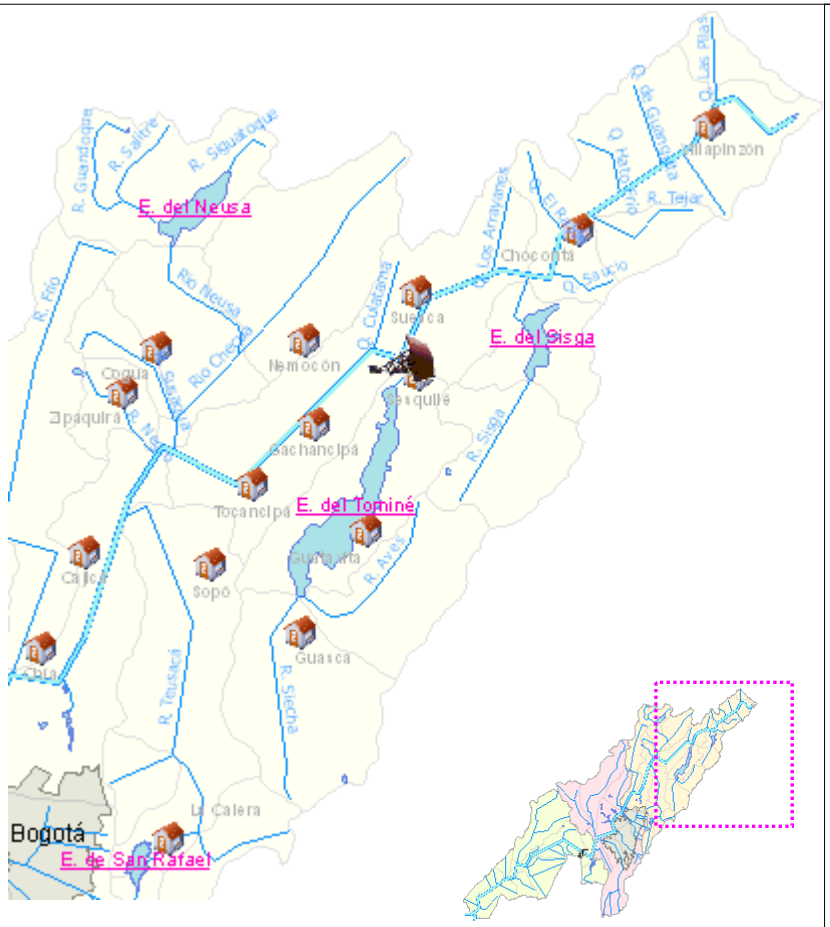
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Fondo de Prevención y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Río Bogotá

Sistema de Monitoreo del Río Bogotá

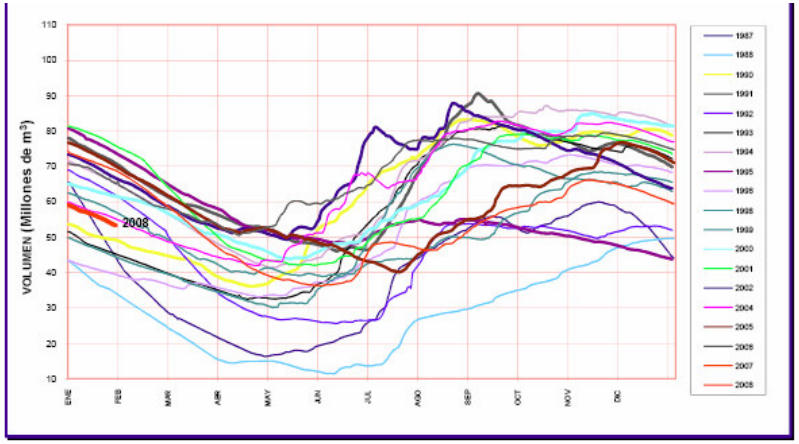
SIRE

Sistema de información de embalses del río Bogotá – Cuenca alta



EMBALSE DE

Dato embalse	Unidad			
Capacidad total	m^3	690'000,000	***Cota Max Operación***	2605.5 msnm
Volumen útil	m^3	690'000,000	***Cota Min Operación***	2571.75 msnm
Volumen muerto	m^3	15'000,000	***Cota cresta de la presa***	2607 msnm
Área	ha	3830	***Cota Rebosadero***	2603.5 msnm



En el caso del embalse de Tominé deben adicionarse gráficas para el bombeo que se hace al embalse.
En cada caso se debe generar la opción para ver los datos monitoreados en una tabla que corresponda a los datos mostrados en las gráficas que pueden corresponder a los últimos 30 datos tomados.

B.5.5 MÓDULO DE INFORMACIÓN DE NIVELES

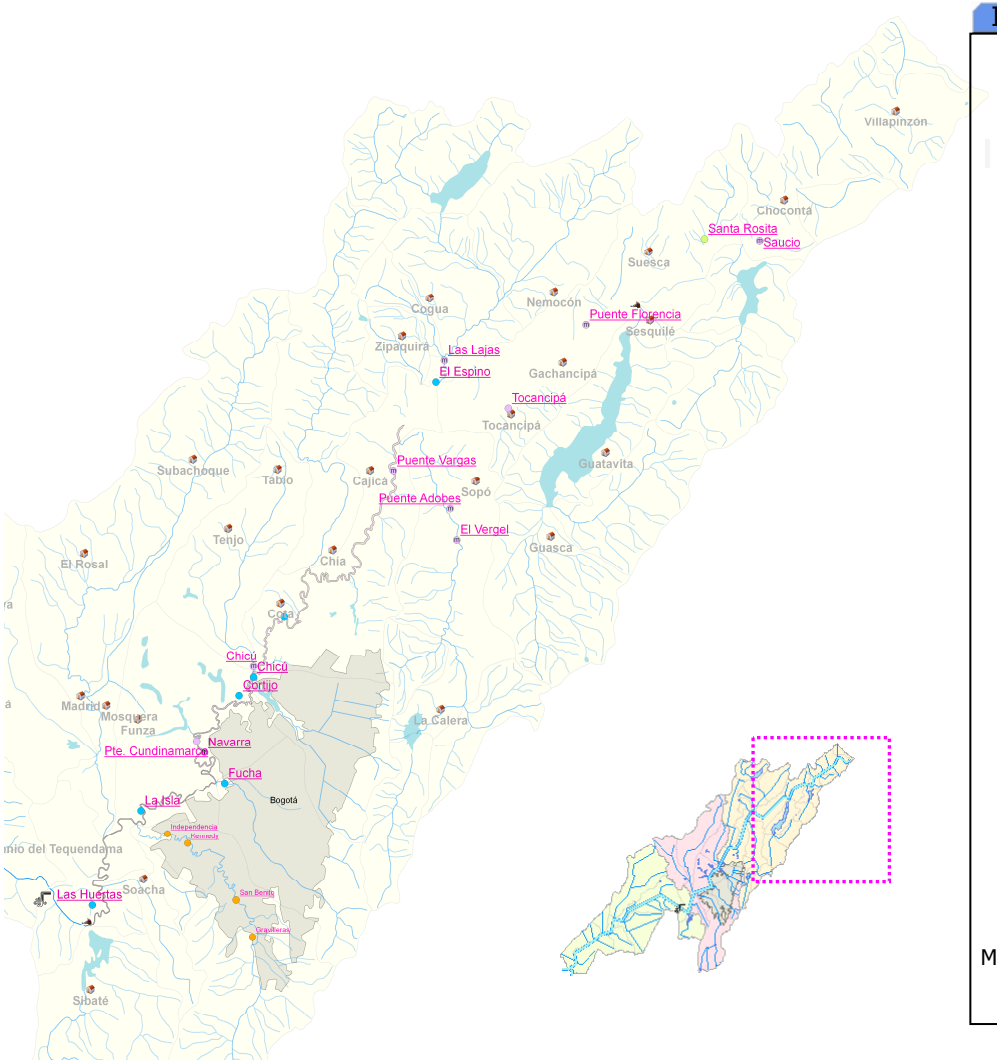
Este módulo contendrá toda la información necesaria para el análisis de los niveles y caudales medidos en el rio.

La pantalla de inicio del módulo mostrará en la sección izquierda un mapa de la cuenca en donde se encuentran las estaciones de medición de niveles, así como una imagen completa de la cuenca con un recuadro de la zona a la que corresponde el mapa más grande. En la sección izquierda se mostrarán básicamente 3 tipos de análisis: la información por estación, comparación de niveles y la comparación histórica teniendo en cuenta:

- Los periodos de tiempo de análisis corresponderán por defecto a los últimos 8 días de datos y el usuario tendrá la posibilidad de modificar este periodo.
- Información por estación: En esta sección se mostrarán los datos para la estación que se escoja de la lista de despliegue según las fechas inicial y final escogidas por el usuario. Se podrán observar niveles o caudales o los dos al tiempo en una gráfica con doble eje vertical. Los caudales estarán disponibles para aquellas estaciones que cuenten con curva de calibración correspondiente a una curva de cota vs caudal por medio de la cual se calcularán los caudales o niveles automáticamente. Esta vista también desplegará los datos de alerta como líneas de colores en la gráfica.
- Análisis comparativo de niveles: mediante una lista de selección el usuario podrá seleccionar hasta tres estaciones para comparar su comportamiento. El usuario elegirá un periodo de análisis mediante una fecha inicial y final (fecha y hora). Cuando todas las estaciones escogidas cuenten con curva de calibración, es decir con datos de caudal, será posible escoger entre gráfica de caudal y gráfica de nivel para efectuar las comparaciones. En una misma gráfica, se graficarán los datos de las estaciones escogidas con diferente color. Para cada estación en la gráfica aparecerán líneas verticales divididas en tonos, verde, amarillo, naranja y rojo de acuerdo con los niveles que han sido establecidos para las correspondientes alertas. Cada una de estas líneas al ser ubicada sobre la curva de su correspondiente estación indicará en el corte tanto en la gráfica como en la tabla inferior, el dato de nivel. En la tabla inferior también debe mostrarse el dato de la hora correspondiente. Además existirán tres botones que permitirán la ubicación automática de las barras, uno para ubicarlas en los valores de cota máxima, otra en el mínimo y otro para que se localicen sobre el último dato.
- Comparación con crecientes históricas: el usuario escogerá la estación para la cual realizará la comparación. Existirá la opción de comparar tanto niveles como caudales cuando éstos estén disponibles. El usuario escogerá el periodo para el cual desea realizar la comparación de los datos de la estación y tendrá la opción de comparar por creciente (con la de mayo de 2006 y noviembre de 2006) o comparar la totalidad de la temporada invernal que será un periodo de 3 meses (abril, mayo y junio de 2006 y octubre, noviembre y diciembre). Se definirán los datos que corresponden a cada creciente a nivel interno en el software. La gráfica mostrará los datos escogidos con una línea horizontal indicando los máximos de las

crecientes de referencia (mayo y nov/2006 según haya escogido el usuario) con un indicador de su valor. Existirán tantos ejes horizontales como crecientes haya escogido el usuario debido a que se requiere que aunque los tiempos en los cuales han ocurrido las crecientes son diferentes se puedan representar en una sola gráfica. En la tabla inferior de la ficha se indicarán los valores resumen: máximos de todas las crecientes y diferencia entre el valor máximo de la creciente analizada y las crecientes de comparación.

- Debe dejarse el nivel de Alicachín disponible en esta parte del módulo para análisis.
- Cuando el cursor se ubique sobre las líneas que corresponden a las alertas, aparecerá una aclaración de la zona a la cual pertenece esta alerta ej. "Alerta para la localidad de Fontibón".



Info. Estación | Comp. Niveles | Comp. Historico

INFORMACIÓN POR ESTACIÓN

Estación: Kennedy

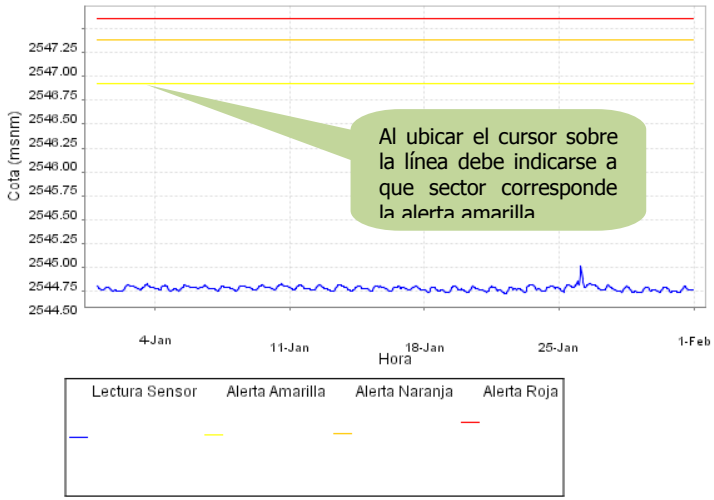
Fecha inicial

Fecha final

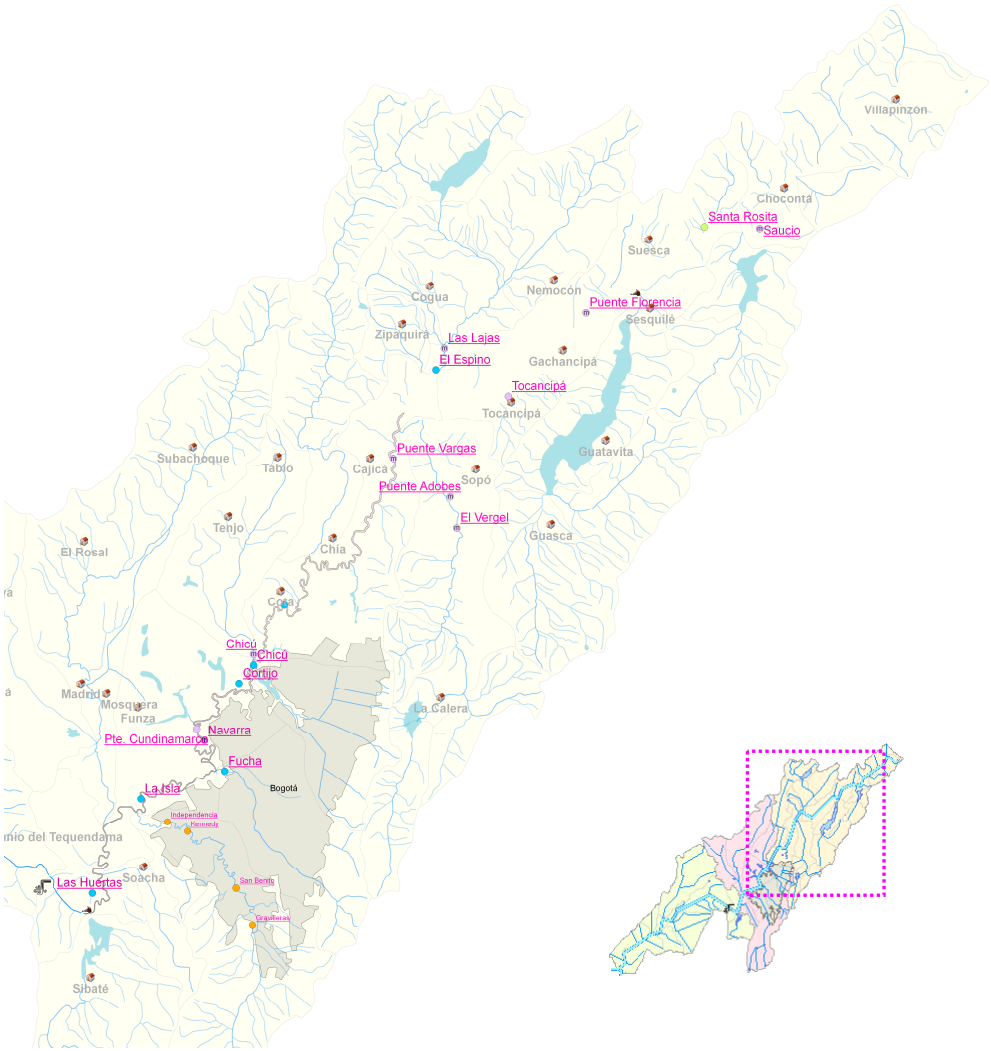
Ver Niveles ☐

Ver Caudales ☐

Ver curva de calibración de la estación



Máximo registrado en el periodo de análisis ☐ Hora y Fecha ☐



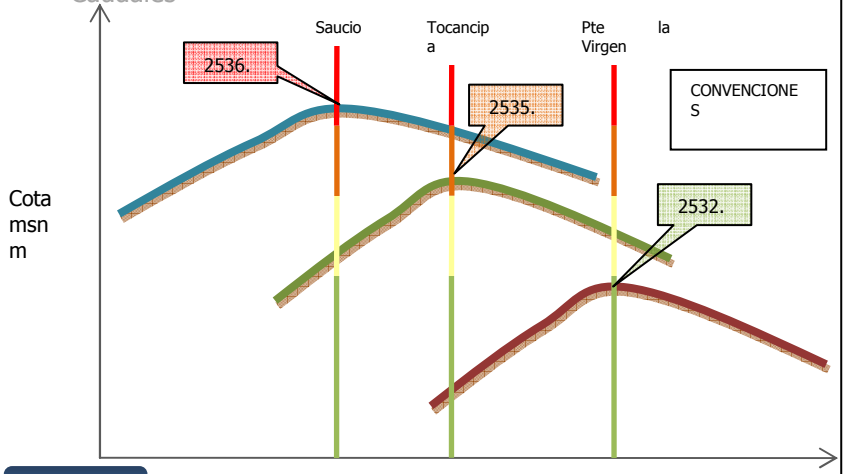
Info. Estación | Comp. Niveles | Comp.Historico

COMPARACIÓN DE NIVELES

Estación	Abscisa	
Saucio	KXX+XXX	
Santa Rosita	KXX+XXX	
Puente Florencia	KXX+XXX	
Las Lajas		

Fecha inicial
Fecha final

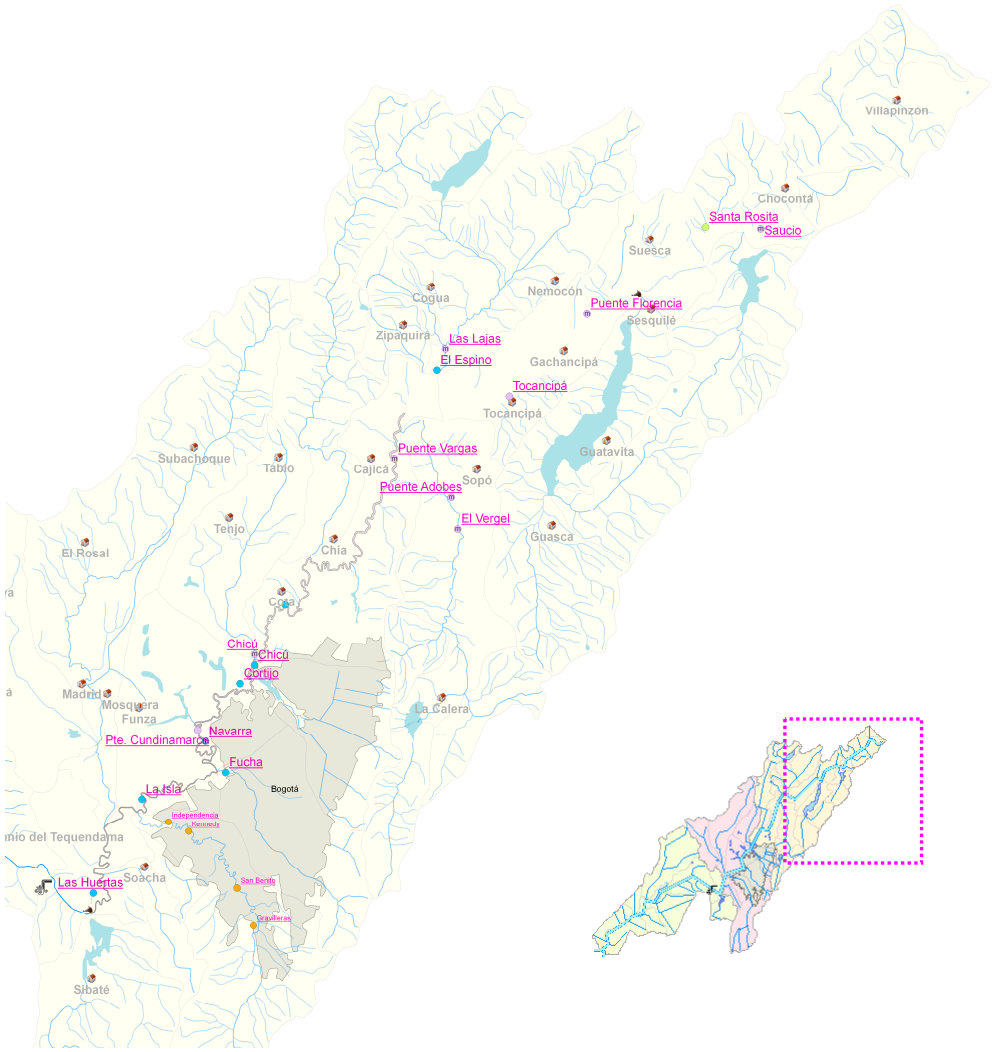
Ver Niveles ☐
Ver Caudales ☐



Tiempo (dia, hora)

Máximo
Mínimos
Último

Estación	Nivel indicado	Fecha y hora	Delta t (hr)
Saucio	2536.4		
Tocancipa	2535.2		2:36
Pte la virgen	2532.7		5:8



Info. Estación | Comp. Niveles | Comp. Historico

COMPARACIÓN CON CRECIENTES HISTÓRICAS

Estación: Kennedy

Ver Niveles ☐

Ver Caudales ☐

Crecientes a comparar:

Mayo de 2006 ☐

Noviembre de 2006 ☐

Indique el periodo para realizar la comparación:

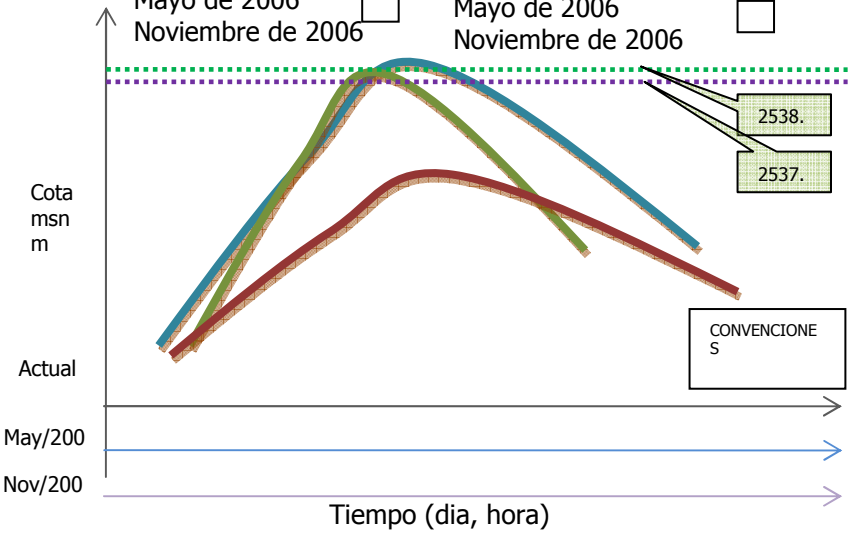
Fecha inicial

Fecha final

Temporada invernal a comparar:

Mayo de 2006 ☐

Noviembre de 2006 ☐



	Máximos msnm	Diferencia con creciente actual (mI
Actual	2530.2	
May/2006	2538.2	8.2
Nov/2006	2537.1	7.1

La información de niveles debe ser convertida siempre que sea posible a cotas. Las cotas de la red que pertenece al río Tunjuelo pueden tomarse de este sistema, en el caso de miras y estaciones de la Empresa de acueducto, debe tomarse un valor de referencia y adicionarse el valor medido por el sensor. Estos valores de referencia son:

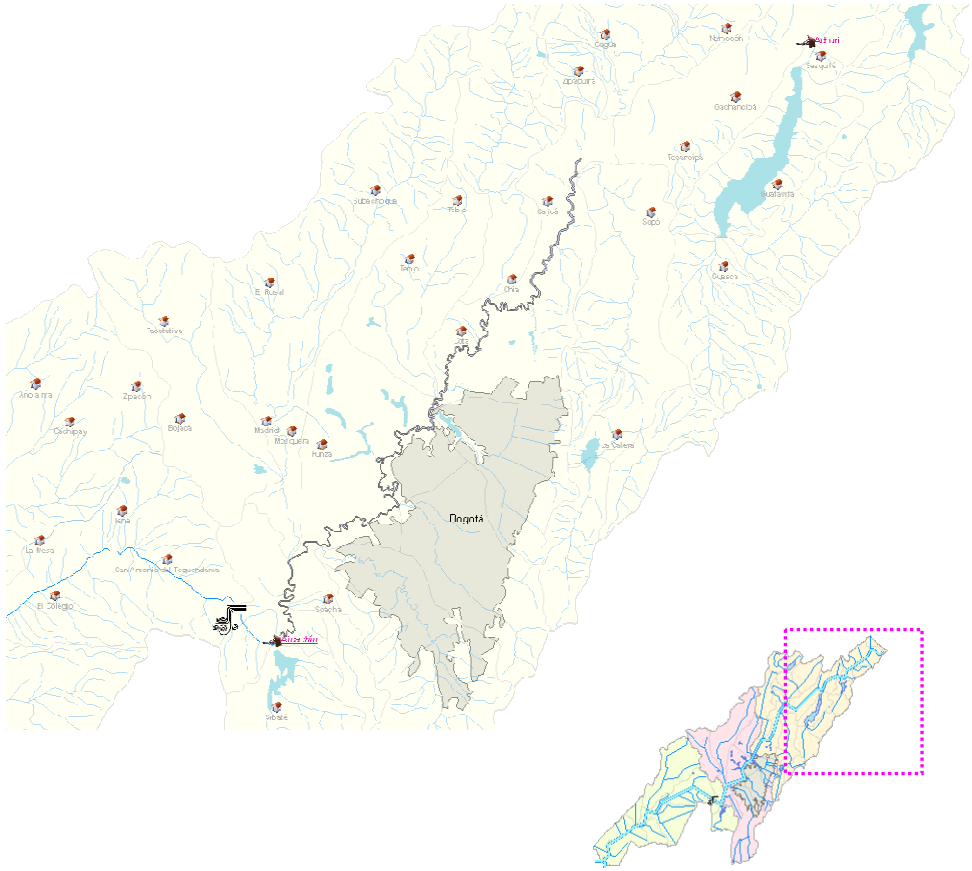
El Espino	2546.69	Según pagina web EAAB
La Isla	2538.183	Según levantamiento DPAE
Las Huertas	2537.317	Según levantamiento DPAE
Cortijo	2539.89	Según levantamiento DPAE
Gibraltar	2539.31	Según pagina web EAAB
P. Cundinamarca	2539.17	Según levantamiento DPAE
Puente La Virgen	2539.34	Según pagina web EAAB

Tabla 12. Nivel cero de miras y sensores

B.5.6 MÓDULO DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE COMPUERTAS

En el módulo que corresponde a las compuertas se mostrará la misma información básica de los otros módulos: un mapa con los elementos a analizar y una sección de gráficas.

- Los periodos de tiempo de análisis corresponderán por defecto a los últimos 8 días de datos y el usuario tendrá la posibilidad de modificar este periodo.
- Debe mostrarse un esquema de la estructura de la compuerta indicando las variables de análisis.
- Se podrá presentar la gráfica tanto para niveles aguas arriba de la compuerta como para caudales a través de la compuerta o para ambos utilizando una gráfica de doble eje. Para el caso de la apertura de la compuerta cuando esta opción está activada las otras se desactivan para poder mostrar este valor.
- Cuando el cursor se ubique sobre las líneas que corresponden a las alertas, aparecerá una aclaración de la zona a la cual pertenece esta alerta ej. "Alerta para la zona aguas abajo de las compuertas"
- Otra de las pestañas del módulo mostrará el análisis comparativo del comportamiento de las compuertas.



Info. Compuerta | Comp. Niveles

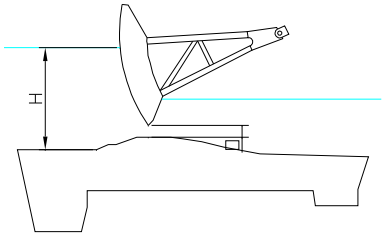
ANÁLISIS E INFORMACIÓN DE COMPUERTAS

Compuerta | Alicachin

Ver Niveles aguas arriba de la compuerta ☐

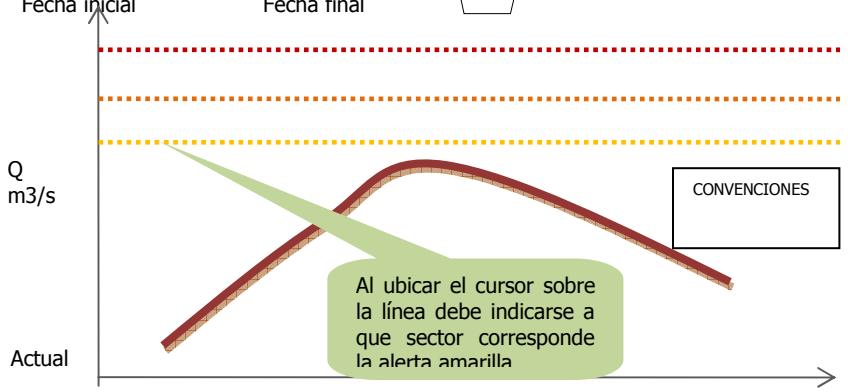
Ver Caudales ☐

Ver Apertura de la compuerta ☐

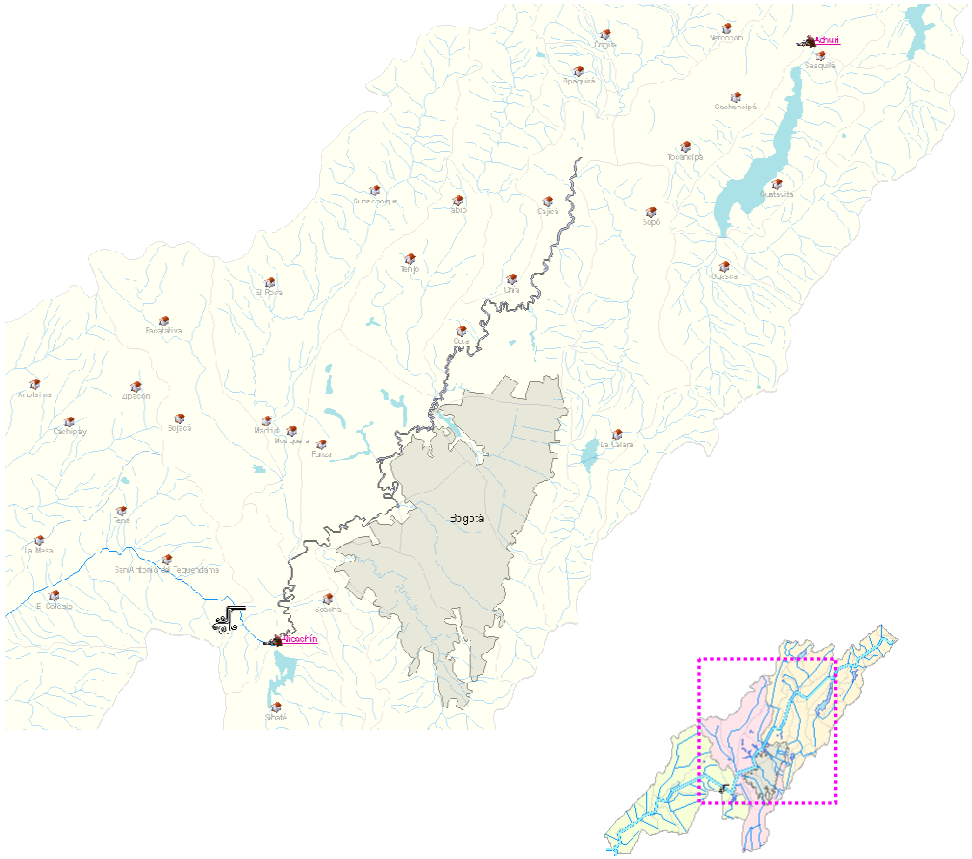


Indique el periodo para realizar el análisis:

Fecha inicial | Fecha final



Máximo registrado en el periodo de análisis ☐ Hora y Fecha ☐



Info. Compuerta | Comp. Historico

COMPARACIÓN CON CRECIENTES HISTÓRICAS

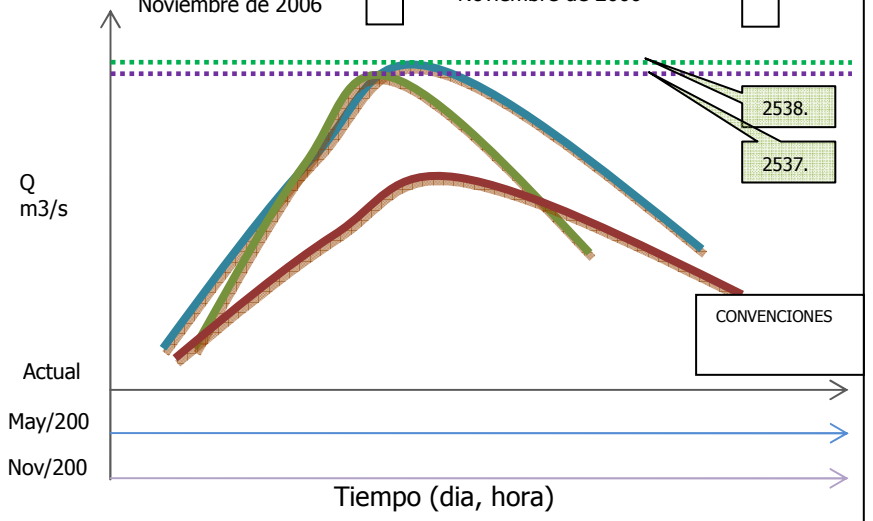
Compuerta Alicachin

Indique el periodo para realizar la comparación:
Fecha inicial
Fecha final

Ver Niveles ☐
Ver Caudales ☐

Crecientes a comparar:
Mayo de 2006 ☐
Noviembre de 2006 ☐

Temporada invernal a comparar:
Mayo de 2006 ☐
Noviembre de 2006 ☐



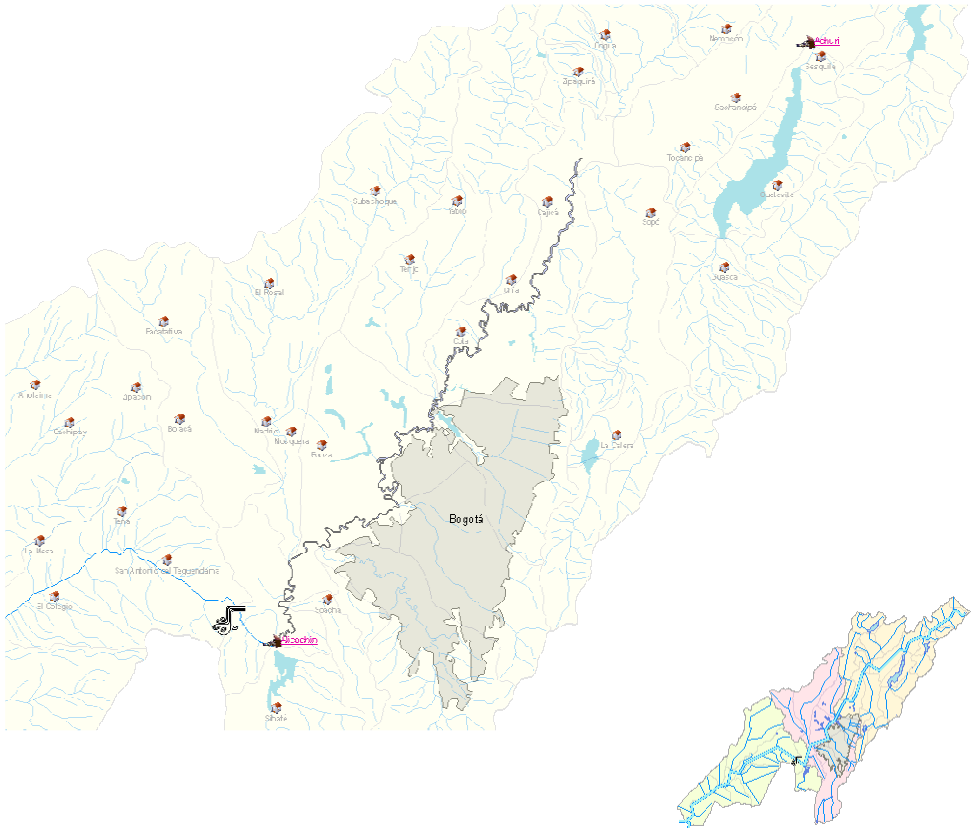
	Máximos m3/s	Diferencia con creciente actual
Actual	40	
May/2006	50	10
Nov/2006	60	20

B.5.7 MÓDULO DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE PRECIPITACION

- Se tendrá una lista para escoger la estación de lluvia de análisis, la cual se resaltará en el mapa a la izquierda, lo mismo que la cuenca en la cual está ubicada.
- Los periodos de tiempo de análisis corresponderán por defecto a los últimos 8 días de datos y el usuario tendrá la posibilidad de modificar este periodo. Por defecto aparecerá la periodicidad diaria pero de acuerdo a la disponibilidad de información se podrán hacer gráficas a nivel horario y en intervalos de 10 minutos y existirá la opción de realizarlas a nivel de acumulados mensuales y anuales.
- El despliegue de la precipitación acumulada en el mapa de la izquierda, tendrá la opción de mostrarse a nivel diario, últimos 8 días, último mes y un periodo definido por el usuario, con los cuales se manejará un patrón de colores para determinar sobre el mapa sobre que cuencas se ha presentado la precipitación más alta y más baja.
- En la parte inferior de la gráfica se mostrará la precipitación acumulada de todo el periodo de análisis así como la intensidad máxima registrada según la unidad de tiempo que se esté utilizando.

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
Fondo de Prevención ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES DEL RÍO BOGOTÁ 2007



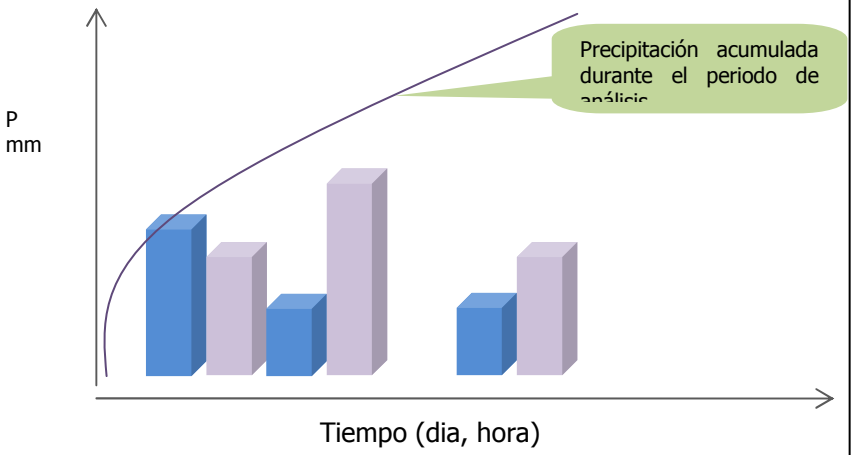
ANÁLISIS E INFORMACIÓN DE ESTACIONES DE PRECIPITACIÓN

Estación Nariño

Periodicidad Diaria

Indique el periodo para realizar el análisis:

Fecha inicial Fecha final



Precipitación acumulada:

Intensidad máxima:

B.6 EVALUACIÓN

La evaluación de los datos recibidos será realizada automáticamente de acuerdo con la información proporcionada por las diferentes entidades para cada estado de alerta y de acuerdo con los criterios definidos por la DPAE. Un símbolo permitirá la visualización del estado de alerta de todos los puntos escogidos en la visualización del geoportal (como se muestra en la Ilustración 42), en la visualización de perfil y en la visualización esquemática. Así mismo, las alertas para cada punto de monitoreo podrán visualizarse en las gráficas correspondientes a los módulos de información. Por ahora el sistema de alerta no cuenta con un sistema de pronóstico, por lo cual la evaluación de los estados de alerta se hará mediante la comparación de la información de monitoreo recibida en la base de datos con los criterios preestablecidos. Una vez se cuente con un sistema de pronóstico del río, éste se integrará al sistema de evaluación. Dicho desarrollo está planeado para una fase posterior del sistema de alerta una vez se cuente con el adelanto técnico requerido. En la visualización esquemática se mostrará adicionalmente el estado de alerta de las localidades de acuerdo a los criterios establecidos por la DPAE y consignados en el protocolo de emisión de alertas del río. Los criterios de alerta o evaluación para el sistema son los siguientes. Se aclara que estos criterios están sujetos a cambios constantes por lo cual se requiere que sean fácilmente configurables.

				CRITERIOS DE ALERTA			
Sitio de despliegue del símbolo de alerta	***Punto de monitoreo***	***Parámetro de monitoreo***	***Aviso***	***Amarilla***	***Naranja***	***Roja***	***Sitio al que corresponde la alerta***
Estación de nivel Pte la Virgen	Pte la Virgen	Nivel		**2542.66**	**2543.16**	**2543.66**	Localidad de Suba zona centro
Estación de nivel Chicú	Chicú	Nivel		**2544.84**	**2545.34**	**2545.84**	Localidad de Suba
Estación de nivel Cortijo	Cortijo	Nivel		**2542.7**	**2543.2**	**2543.7**	Localidad de Engativá
Estación de nivel Pte Cundinamarca	Pte Cundinamarca	Nivel		**2542.28**	**2542.78**	**2543.28**	Localidad de Fontibón
Estación de nivel Gibraltar	Gibraltar	Nivel		**2541.24**	**2541.74**	**2542.24**	Localidad de Kennedy
Estación de nivel La Isla	La Isla	Nivel		**2541.19**	**2541.69**	**2542.19**	Localidad de Bosa
Compuerta de Alicachin	Gibraltar	Nivel	**2541.81**	**2542.01**	**2542.41**	**2542.81**	Compuerta de Alicachín
	Caudal medido en Alicachín	Caudal	**80.00**	**110.00**	**140.00**	**200.00**	Aguas abajo de Alicachín
Canal de Achuri	Canal de Achuri	Nivel		**6.40**	**6.60**	**6.80**	Sesquilé
Estación Tocancipá	Tocancipá	Caudal		**4.00**	**4.50**	**5.00**	
Estación Puente Florencia	Puente Florencia	Caudal		**3.75**	**4.30**	**5.00**	
Estación Saucio	Saucio	Nivel		**2.15**	**2.35**	**2.70**	
Embalse del Sisga	Embalse del Sisga	Volumen		**86.00**	**92.00**	**99.00**	
Embalse del Neusa	Embalse del Neusa	Volumen		**80.60**	**89.50**	**98.00**	

Tabla 13. Alertas

En casos como la compuerta de Alicachín se requiere que ambos símbolos se desplieguen. Para claridad del usuario al colocar el cursor sobre el símbolo de alerta se desplegará la información de la columna del sitio al que corresponde la alerta.

B.7 PROTOCOLO

Los documentos de los protocolos estarán disponibles en la página de inicio y georreferenciados esquemáticamente en el mapa correspondiente a la Ilustración 38.

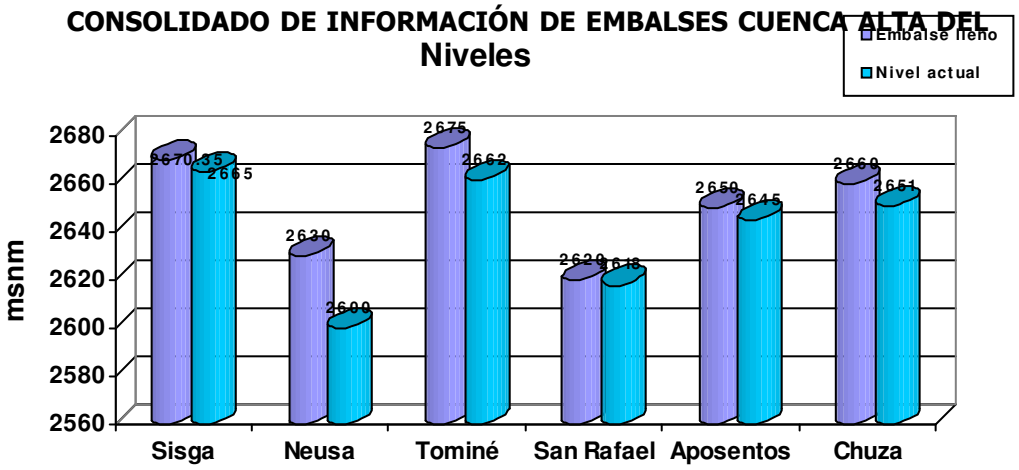
La matriz de alertas debe desplegarse en la vista esquemática del río Bogotá. Deben visualizarse en la vista esquemática las localidades y la división de la cuenca en alta media y baja. En el despliegue de información de la matriz debe incluirse el nombre de la entidad que tiene a su cargo el monitoreo.

B.8 REPORTES

Para la información almacenada en la base de datos se generarán reportes que deben tener un encabezado en donde aparezca el escudo de la DPAE los datos institucionales, el título del informe y a continuación las gráficas o datos del informe. Adicionalmente los reportes deben tener siempre un espacio llamado "COMENTARIOS TÉCNICOS" en donde se pueda editar información adicional de comentarios sobre el reporte, que será llenado por las personas que tengan el perfil de usuario de administrador correspondiente al grupo de usuarios de estudios técnicos. Estos reportes editados, deben poderse imprimir y guardar en la base de datos para consulta posterior y deben poderse enviar por correo electrónico. Existirán reportes por elemento de monitoreo y combinados de la siguiente manera:

Embalses

- Variación de volumen almacenado, descargas, afluencias, rebose, bombeo, nivel del embalse para un periodo de tiempo especificado por el usuario. Estas gráficas deberán poderse generar individualmente en un reporte o varias en un reporte. Adicionalmente, tendrán la opción de realizar la comparación de los datos del año en curso con los datos correspondientes a los años anteriores. Adicionalmente debe tenerse la opción de obtener la información tanto gráficamente como a nivel de datos.
- Se deberá generar un reporte consolidado como el mostrado en la Ilustración 45.



	Sisga	Neusa	Tominé	San Rafael	Aposentos	Chuza
Volumen almacenado						
% volumen total						
Descargas						
Afluencias						
Rebose						
Bombeo						

Ilustración 45. Reporte consolidado de embalses

Niveles

- Generar reporte mensual de registros de nivel con el mismo formato usado para el río Tunjuelo
- Reportes de niveles registrados por estación tanto gráficamente como en datos de acuerdo con el periodo de análisis requerido por el usuario. Debe incluirse el valor máximo registrado durante el periodo de análisis.
- Debe ser posible generar gráficas combinadas de varias estaciones, en donde el usuario pueda escoger que estaciones combina en una sola gráfica..
- En las gráficas deben visualizarse los umbrales de alerta.

Precipitación

- Generar reporte mensual de registros de precipitación con el mismo formato usado para el río Tunjuelo
- Debe ser posible generar reportes gráficos y/o de de datos de las estaciones de precipitación con la opción de que la periodicidad de los datos mostrados sea, anual, mensual, semanal, diaria, horaria y de 10 minutos de acuerdo a la disponibilidad de datos con que cuente la estación.
- Debe ser posible generar reportes en donde se muestren gráficas de precipitación de cada estación separadas.
- Debe ser posible generar reportes en donde se muestren gráficas de precipitación combinadas de varias estaciones, en donde el usuario pueda escoger que estaciones combina en una sola gráfica.

Compuertas

- Reportes de niveles, caudales y apertura de la compuerta. Debe incluirse el valor máximo registrado durante el periodo de análisis.
- En las gráficas deben visualizarse los umbrales de alerta.

Reportes combinados

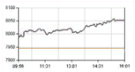
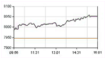
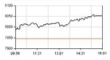
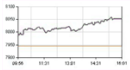
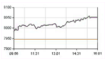
Se requiere la generación de un reporte con las siguientes características:

- Una sección de datos en donde se muestren las columnas que se indican en el cuadro a continuación. Incluyendo una columna que indique si el nivel en la estación ha ascendido o descendido en comparación con el dato vigente a la misma hora en la cual se realiza el reporte del día anterior.
- Debe indicarse si hay alguna estación fuera de servicio.
- Bajo estos datos deben mostrarse las gráficas correspondientes a los últimos 8 días de cada estación.

Ultimo pronóstico del IDEAM:

RÍO BOGOTÁ COTA DE ALERTA SEGÚN LA EVALUACIÓN DEL GRUPO DE ESTUDIOS CON INFO. TOPOGRAFICA 1998 PARA DESBORDE							ALERTAS		COMPARACIÓN CON EL DÍA ANTERIOR		
Estación	Hora	Cota	Dif. Amarilla	Amarilla	Naranja	Roja	s/DPAE	s/EAAB			
Localidad de Suba (zona centro de la localidad frente al municipio de Cota) último dato del 1 de dic (2541.82)											
Pte la Virgen *	14:04	2541.82	0.840	2542.66	2543.16	2543.66	?	?	Sin dato *	-	m
Localidad de Suba											
Chicú	08:09	2543.03	1.814	2544.84	2545.34	2545.84	-	A	Descenso	-0.38	m
Localidad de Engativá											
Cortijo	08:13	2542.10	0.604	2542.7	2543.2	2543.7	-	V	Descenso	-0.41	m
Localidad de Fontibón - CAR											
Pte Cundinama	07:00	2542.11	0.170	2542.28	2542.78	2543.28	-	N/A	Descenso	-0.26	m
Localidad de Kennedy último dato del 19 de dic											
Gibraltar	08:55	2542.01	-0.770	2541.24	2541.74	2542.24	?	?	Sin dato		m
Localidad de Bosa											
La Isla	07:41	2540.91	0.280	2541.19	2541.69	2542.19	-	A	Descenso	-0.29	m

* Estación telemétrica fuera de servicio.


COMENTARIOS TÉCNICOS:

B.9 COMUNICACIONES

Emisión de mensajes de alerta SMS

El protocolo y la evaluación de información se integran con las herramientas de comunicación del sistema a través de mensajes SMS que se emitirán al personal definido dentro de los protocolos de

comunicaciones del sistema cada vez que se sobrepase una alerta de las mostradas en la Tabla 13. El mensaje contendrá la identificación del punto de monitoreo, la alerta en la que se encuentra (aviso, amarilla, naranja o roja), el sitio al que corresponde la alerta, el nivel registrado y la diferencia con el umbral de alerta inmediatamente superior al que se encuentra la estación.

Ingreso de información a través de mensajes SMS

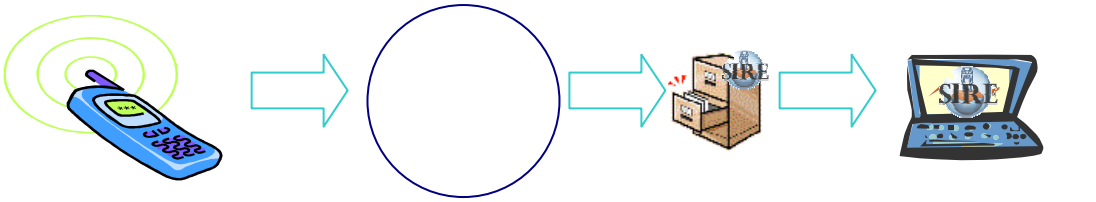
De acuerdo al desarrollo que a la fecha se tiene del sistema de comunicaciones del río Bogotá en donde cada entidad es responsable del ingreso de su información al SIRE, ya sea mediante la digitación de la información directamente en la página web o mediante el envío de un archivo plano, se considera que no es prioritario generar el ingreso alternativo de la información de cada entidad mediante mensajes SMS con excepción de la información correspondiente a las miras que se encuentran en el tramo del río frente a Bogotá con el fin de garantizar la recepción en tiempo real de los niveles del río y contar con un sistema redundante. Para este fin, se permitirá el ingreso alternativo vía celular de los datos de nivel correspondientes a las estaciones:

- El Espino
- Puente La Virgen
- Chicú
- El Cortijo
- Fucha
- La Isla
- Las Huertas
- Canal Salitre PTAR
- Río Bogotá PTAR
- Navarra
- Gibraltar

En estos puntos de monitoreo se capturará el dato de nivel del río, es decir un dato por estación.

Para este fin la información debe ser ingresada con los siguientes requerimientos:

- Los datos deben ingresarse al SIRE para ser visualizados en las correspondientes herramientas de la página web del sistema de alerta del río Bogotá. Es decir, el ingreso de los datos debe ser automático a la página del sistema de alerta del SIRE y debe realizarse en el menor tiempo posible dado que los datos requieren evaluación en tiempo real.



Celular de Defensa Civil, Bomberos o Comunidad

Medio por definir

Dato almacenado en la base de

Visualización a través del SIRE en la página web

- En la base de datos debe especificarse la forma de transmisión de la información de tal manera que sea fácilmente identificable la información que fue recibida mediante observación y transmisión vía celular y no mediante transmisión telemétrica o de la EAAB. Es decir, en la base de datos del SIRE debe existir un campo que permita saber el tipo de transmisión de la información y el celular del cual fue recibido, ya que para el río Bogotá el monitoreo se realiza primordialmente a través del sistema telemétrico de la EAAB pero cuando se presentan daños en este sistema el envío por celular debe respaldar la transmisión de la información.

- El sistema de ingreso de información debe permitir la adición de más puntos de monitoreo posteriormente.

- En las miras la información a recibir es la siguiente:

Punto de mira: PUENTE MEISSEN

Dia	Hora	Lectura de Mira (m)	Fuente
2007-11-20	18:30	2.15	XXXXX

- El formato del número a ingresar que corresponde a la lectura de la mira es uno o dos dígitos con dos decimales, este formato debe ser adecuado para ser ingresado a la base de datos del río Tunjuelo en el SIRE.
- En cuanto a la fuente de la información debe utilizarse un código o identificación que permita saber de que avantel o celular se recibió la información y de esta forma saber a quién corresponde (nombre y entidad).
- El dato de fecha y hora debe ser automático no digitado por el observador. Una vez el SIRE reciba el dato de la lectura de mira la convertirá en una cota, para lo cual cada estación de monitoreo debe contar con un cero de mira que será el valor de cota adicionado a la lectura realizada en cambo.

- El medio a través del cual se transmiten los datos desde que son digitados en el celular hasta que se realiza su ingreso a la base de datos está por definir, pero se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

    - Los datos serán ingresados por personal de Defensa Civil, Bomberos o comunidad, por lo cual el procedimiento de ingreso debe ser suficientemente simple para que pueda ser realizado periódicamente por comunidad o en caso de emergencia una persona pueda realizarlo con una explicación básica de funcionamiento.
    - Los requerimientos tecnológicos de los celulares que se requieren para hacer el ingreso de la información deben ser lo más bajos posible, esto debido a que de requerir características especiales la DPAE tendría que buscar el mecanismo para proveer a comunidad y personal de Bomberos y Defensa Civil con el equipo necesario.
    - La recepción de los datos debe ser de bajo costo y debe permitir que estos costos sean asumidos por la DPAE no por quien realiza la toma del dato.
- El sistema debe ser de fácil parametrización, esto implica que si se declara una alerta y se requiere que la toma de datos la realice personal de Defensa Civil, la activación de los teléfonos celulares de los cuales se va a recibir la información pueda realizarse de manera inmediate. La periodicidad de la lectura depende del nivel de alerta en el cual se encuentre el río Bogotá y puede llegar a ser hasta cada hora.
- Como estimación, por cada punto de monitoreo es posible que existan alrededor de 4 teléfonos móviles que ingresen información, es decir un observador principal y tres observadores de respaldo que lo cubran cuando no es posible hacer la medición.

Anexo C. Capacidad hidráulica de las secciones del río Bogotá (topografía de 1998)

Estación	Nivel Jarillón izquierdo	Nivel Jarillón derecho	Cota de desborde	Caudal de desborde	Ubicación
57800	2544.27	2542.33	2542.33	38.26	Suba
59600	2542.96	2545.53	2542.96	50.55	Suba
57735.49	2544.65	2543.09	2543.09	57.78	Suba
48200	2545.43	2542.75	2542.75	63.55	
25600	2543.72	2540.97	2540.97	64.83	
48400	2544.77	2543.03	2543.03	72.07	
54997.98	2544.77	2543.51	2543.51	75.33	Suba
53846.19	2544.29	2543.63	2543.63	81.11	
53600	2544.47	2543.69	2543.69	83.33	
55046.8	2544.95	2543.75	2543.75	83.57	Suba
53698.05	2543.75	2543.96	2543.75	85.56	
55937.68	2544.22	2543.88	2543.88	86.07	Suba
13200	2540.19	2543.98	2540.19	90.52	
50200	2544.69	2543.70	2543.70	91.15	
55106.17	2544.35	2544.05	2544.05	94.80	Suba
48800	2544.71	2543.69	2543.69	95.38	
55861.33	2544.27	2544.12	2544.12	95.60	Suba
19600	2542.63	2541.25	2541.25	97.62	
55700.67	2544.43	2544.17	2544.17	97.69	Suba
57800.77	2544.27	2544.27	2544.27	98.00	Suba
50400	2543.91	2545.32	2543.91	98.84	
58361.88	2544.35	2545.73	2544.35	99.60	Suba
56967.8	2544.29	2545.19	2544.29	100.42	Suba
58800	2544.43	2545.54	2544.43	102.00	Suba
59400	2544.48	2545.22	2544.48	102.08	Suba
57400	2545.55	2544.35	2544.35	102.40	Suba
54600	2544.95	2544.23	2544.23	102.50	Suba
54038.73	2544.22	2545.06	2544.22	103.33	
54000	2544.23	2544.53	2544.23	104.17	
53800	2544.89	2544.23	2544.23	104.35	
53543.72	2544.23	2544.77	2544.23	104.58	
49800	2544.69	2544.01	2544.01	105.00	
58968.2	2544.53	2545.73	2544.53	105.83	Suba
55608.7	2545.11	2544.38	2544.38	107.08	Suba
55200	2544.38	2544.48	2544.38	108.33	Suba
35643.15	2542.69	2543.53	2542.69	108.75	
42800	2543.63	2545.19	2543.63	110.45	
54572.92	2544.71	2544.41	2544.41	110.45	Suba
55246.32	2544.59	2544.43	2544.43	110.45	Suba
59024.85	2544.65	2545.85	2544.65	110.95	Suba
37400	2544.47	2543.15	2543.15	110.95	
34600	2542.66	2544.06	2542.66	111.42	
52600	2545.06	2544.33	2544.33	111.82	
58320.08	2544.65	2545.73	2544.65	112.85	Suba
57000	2544.65	2544.59	2544.59	113.50	Suba
54200	2544.89	2544.47	2544.47	114.28	
55400	2545.01	2544.54	2544.54	114.76	Suba
51400	2544.64	2544.33	2544.33	114.77	
43400	2544.65	2543.75	2543.75	115.00	
56061.36	2544.59	2545.43	2544.59	115.24	Suba

Estación	Nivel Jarillón izquierdo	Nivel Jarillón derecho	Cota de desborde	Caudal de desborde	Ubicación
47400	2545.31	2544.05	2544.05	115.72	
52400	2545.01	2544.41	2544.41	115.91	
59200	2544.77	2545.01	2544.77	116.19	Suba
37600	2544.95	2543.27	2543.27	116.67	
42600	2545.37	2543.75	2543.75	117.14	
52200	2544.43	2544.69	2544.43	117.62	
58600	2544.77	2545.37	2544.77	117.62	Suba
43200	2543.81	2544.71	2543.81	118.10	
53456.48	2544.59	2544.53	2544.53	118.57	
44640	2543.93	2544.35	2543.93	119.04	
51200	2544.43	2544.54	2544.43	119.54	
49600	2544.35	2544.71	2544.35	121.12	
54783.92	2544.65	2544.71	2544.65	121.66	Suba
56810.98	2544.77	2545.13	2544.77	122.94	Suba
56161.9	2544.80	2544.75	2544.75	123.89	Suba
53200	2545.95	2544.64	2544.64	125.29	
53400	2544.65	2545.55	2544.65	125.29	
54918.56	2544.72	2545.26	2544.72	125.55	Suba
44000	2544.41	2543.99	2543.99	125.62	
51000	2544.53	2544.89	2544.53	126.11	
34800	2542.98	2543.92	2542.98	126.19	
37800	2544.53	2543.46	2543.46	126.25	
38200	2544.35	2543.51	2543.51	128.00	
57600	2544.89	2544.89	2544.89	128.23	Suba
44200	2544.11	2544.05	2544.05	128.75	
57200	2544.89	2545.31	2544.89	128.88	Suba
36400	2543.17	2543.22	2543.17	129.00	
35800	2543.11	2543.74	2543.11	129.01	
33000	2543.46	2542.94	2542.94	129.04	
47200	2545.07	2544.29	2544.29	130.00	
35000	2543.08	2543.27	2543.08	130.53	
54353.17	2544.83	2544.95	2544.83	133.34	
56600	2544.95	2545.07	2544.95	134.11	Suba
27400	2542.74	2544.27	2542.74	134.21	
38400	2544.41	2543.63	2543.63	134.70	
44400	2544.75	2544.17	2544.17	135.29	
51600	2544.77	2545.07	2544.77	137.78	
35400	2543.25	2544.22	2543.25	138.00	
21400	2542.16	2544.67	2542.16	138.12	
32400	2543.10	2544.17	2543.10	139.48	
45000	2544.29	2544.47	2544.29	140.00	
25400	2543.29	2542.59	2542.59	140.00	
34000	2543.21	2543.86	2543.21	140.55	
42700	2544.43	2544.17	2544.17	140.58	
44800	2544.29	2544.83	2544.29	140.59	
36000	2543.76	2543.37	2543.37	142.78	
33400	2543.57	2543.25	2543.25	144.44	
40600	2544.05	2544.12	2544.05	145.27	
27745	2542.96	2544.20	2542.96	145.88	
36200	2543.99	2543.48	2543.48	147.78	

Estación	Nivel Jarillón izquierdo	Nivel Jarillón derecho	Cota de desborde	Caudal de desborde	Ubicación
27000	2542.97	2544.11	2542.97	148.89	
53265.27	2547.05	2545.06	2545.06	150.00	
33720.51	2543.40	2544.02	2543.40	151.87	
26200	2543.49	2542.91	2542.91	153.52	
17200	2543.07	2541.87	2541.87	155.34	
27200	2543.10	2544.37	2543.10	156.67	
33107.41	2544.37	2543.44	2543.44	156.87	
35200	2543.74	2543.59	2543.59	158.83	
50000	2545.11	2545.01	2545.01	159.38	
21200	2542.49	2542.68	2542.49	160.00	
40400	2544.35	2544.29	2544.29	160.67	
41043.86	2546.39	2544.35	2544.35	160.78	
20800	2542.46	2544.24	2542.46	161.25	
25200	2542.94	2544.04	2542.94	162.50	
29541	2543.30	2544.39	2543.30	162.67	
24660	2542.94	2544.40	2542.94	165.00	
14754.78	2543.21	2541.65	2541.65	166.42	
26041	2543.10	2543.36	2543.10	166.88	
28735	2543.36	2546.25	2543.36	168.13	
20000	2542.48	2543.40	2542.48	168.67	
34200	2543.70	2543.71	2543.70	171.53	
24400	2543.03	2544.12	2543.03	172.14	
28601	2543.43	2546.73	2543.43	174.16	
53000	2545.48	2545.39	2545.39	174.99	
24253	2543.07	2543.98	2543.07	176.00	
26600	2543.33	2544.17	2543.33	176.67	
32598	2544.01	2543.69	2543.69	176.92	
25800	2543.46	2543.20	2543.20	177.33	
28000	2543.50	2543.43	2543.43	178.33	
30800	2543.58	2544.27	2543.58	178.34	
21000	2542.75	2543.20	2542.75	179.33	
27562	2543.43	2544.17	2543.43	179.99	
40000	2544.86	2544.52	2544.52	181.54	
45402.74	2546.03	2544.95	2544.95	185.38	
3800	2540.80	2539.54	2539.54	186.00	
20600	2542.81	2544.96	2542.81	186.88	
25000	2543.27	2544.40	2543.27	187.14	
17400	2543.33	2542.36	2542.36	187.15	
29800	2543.65	2544.60	2543.65	188.56	
23800	2543.21	2544.16	2543.21	188.57	
46800	2545.13	2545.43	2545.13	189.22	
20200	2542.84	2543.88	2542.84	193.34	
22486.51	2543.65	2543.11	2543.11	193.34	
22600	2543.65	2543.14	2543.14	194.16	
17800	2543.59	2542.52	2542.52	194.62	
22400	2543.69	2543.11	2543.11	195.01	
31800	2543.85	2544.50	2543.85	195.46	
24136	2543.32	2543.94	2543.32	196.16	
19800	2542.84	2543.59	2542.84	197.70	
39800	2544.77	2544.71	2544.71	200.00	

Estación	Nivel Jarillón izquierdo	Nivel Jarillón derecho	Cota de desborde	Caudal de desborde	Ubicación
31600	2543.88	2544.08	2543.88	200.82	
29713	2543.75	2544.30	2543.75	200.83	
20548.92	2542.97	2543.82	2542.97	201.54	
18800	2543.59	2542.75	2542.75	201.54	
31200	2543.87	2544.74	2543.87	202.51	
23200	2543.61	2543.36	2543.36	204.62	
39000	2544.65	2544.77	2544.65	204.99	
47000	2545.43	2545.31	2545.31	205.01	
38800	2544.65	2544.71	2544.65	207.49	
46400	2545.31	2545.79	2545.31	207.78	
21600	2543.59	2543.17	2543.17	209.22	
28400	2543.80	2544.09	2543.80	209.23	
39600	2544.77	2545.37	2544.77	211.25	
31000	2543.98	2544.45	2543.98	213.84	
13800	2542.08	2544.12	2542.08	213.85	
22000	2543.31	2544.34	2543.31	214.62	
46000	2545.37	2546.27	2545.37	217.51	
30600	2544.01	2544.71	2544.01	217.69	
37055	2544.30	2544.75	2544.30	218.10	
14000	2543.91	2542.16	2542.16	218.33	
18200	2543.36	2542.91	2542.91	220.83	
19000	2543.01	2543.49	2543.01	221.00	
8600	2543.54	2541.06	2541.06	221.01	
7800	2540.84	2542.23	2540.84	221.83	
28240	2543.98	2544.67	2543.98	227.00	
18400	2543.04	2543.46	2543.04	229.23	
15400	2542.56	2543.10	2542.56	230.91	
30385	2544.12	2544.71	2544.12	231.01	
14400	2542.42	2543.04	2542.42	233.63	
46600	2545.61	2545.67	2545.61	236.01	
32000	2544.27	2544.31	2544.27	236.67	
7200	2541.35	2540.88	2540.88	236.99	
19200	2543.23	2543.62	2543.23	239.23	
17600	2543.03	2544.74	2543.03	240.91	
11600	2543.83	2542.05	2542.05	243.00	
12800	2542.26	2543.95	2542.26	244.17	
18000	2543.14	2543.91	2543.14	244.54	
15000	2542.63	2543.80	2542.63	245.82	
37120	2544.61	2544.75	2544.61	247.23	
39200	2545.01	2545.07	2545.01	247.50	
15087.26	2542.67	2543.61	2542.67	248.33	
14800	2542.67	2543.25	2542.67	252.49	
15600	2542.81	2543.43	2542.81	253.08	
16000	2543.52	2542.88	2542.88	254.16	
15200	2542.78	2544.05	2542.78	254.17	
16600	2543.04	2543.33	2543.04	256.67	
31400	2544.43	2544.59	2544.43	258.18	
17000	2543.14	2543.83	2543.14	260.90	
28200	2544.60	2544.27	2544.27	261.25	
19400	2543.47	2543.65	2543.47	262.50	

Estación	Nivel Jarillón izquierdo	Nivel Jarillón derecho	Cota de desborde	Caudal de desborde	Ubicación
21800	2543.85	2543.76	2543.76	264.45	
5200	2540.74	2541.54	2540.74	265.83	
12000	2542.41	2543.54	2542.41	269.99	
5000	2540.74	2541.50	2540.74	275.55	
6130.26	2541.03	2543.32	2541.03	275.56	
14600	2542.92	2542.99	2542.92	278.17	
9600	2542.74	2542.01	2542.01	285.00	
16400	2543.33	2543.56	2543.33	290.01	
5600	2540.99	2542.08	2540.99	291.11	
45800	2546.03	2546.39	2546.03	292.00	
16800	2543.40	2543.54	2543.40	292.49	
14200	2543.03	2542.99	2542.99	293.64	
15800	2543.56	2543.23	2543.23	294.44	

Anexo D. Documentación adicional entregada por la EAAB

ZONA 5

TABLA NIVEL RIO

ALARMAS	GIBRALTAR		MEDIDAS A TOMAR	ALARMAS	GRAN COLOMBIANO		MEDIDAS A TOMAR	ALARMAS	LA ISLA	
	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL			LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL			LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL
VERDE	1 METRO	2540,31		VERDE	1 METRO	2542,10		VERDE	1 METRO	2539,72
	1,10	2540,41			1,10	2542,20			1,10	2539,82
	1,20	2540,51			1,20	2542,30			1,20	2539,92
	1,30	2540,61			1,30	2542,40			1,30	2540,02
	1,40	2540,71			1,40	2542,50			1,40	2540,12
	1,50	2540,81			1,50	2542,60			1,50	2540,22
	1,60	2540,91			1,60	2542,70			1,60	2540,32
	1,70	2541,01			1,70	2542,80			1,70	2540,42
	1,80	2541,11			1,80	2542,90			1,80	2540,52
	1,90	2541,21			1,90	2543,00			1,90	2540,62
	2 METROS	2541,31			2 METROS	2543,10			2 METROS	2540,72
	2,10	2541,41			2,10	2543,20			2,10	2540,82
	2,20	2541,51			2,20	2543,30			2,20	2540,92
	2,30	2541,61			2,30	2543,40			2,30	2541,02
	2,40	2541,71			2,40	2543,50			2,40	2541,12
	2,50	2541,81	Apertura Alicachin		2,50	2543,60			2,50	2541,22
	2,60	2541,91			2,60	2543,70			2,60	2541,32
	2,70	2542,01			2,70	2543,80			2,70	2541,42
	2,80	2542,11			2,80	2543,90			2,80	2541,52
	2,90	2542,21			2,90	2544,00			2,90	2541,62
AMARILLA	3 METROS	2542,31		AMARILLA	3 METROS	2544,10		AMARILLA	3 METROS	2541,72
	3,10	2542,41			3,10	2544,20			3,10	2541,82
	3,20	2542,51			3,20	2544,30			3,20	2541,92
	3,30	2542,61			3,30	2544,40			3,30	2542,02
	3,40	2542,71			3,40	2544,50			3,40	2542,12
NARANJA	3,50	2542,81		NARANJA	3,50	2544,60	Monitoreo Estr	NARANJA	3,50	2542,22
	3,60	2542,91			3,60	2544,70	III. devolución		3,60	2542,32
	3,70	2543,01			3,70	2544,80	alc. B. José A.		3,70	2542,42
	3,80	2543,11			3,80	2544,90	Galán, Urb. Villanora, Rcón.		3,80	2542,52
ROJA	3,90	2543,21		ROJA	3,90	2545,00	San José.	ROJA	3,90	2542,62
	COTA REBOSE	2543,23			COTA REBOSE	2545,55			COTA REBOSE	2543,16

Anexo E. Diagramas de flujo: Protocolo de Emisión de alertas por desbordamiento, protocolo de operación del canal de Achury, Protocolo de manejo del Embalse de Tominé, Protocolo de manejo de la PTAR Salitre, Protocolo de manejo de la compuerta de Alicachín, Protocolo de emisión de información aguas abajo de la compuerta de Alicachín.

Anexo F. Matriz de Alertas

Anexo G. Diagrama de comunicaciones

Anexo H. Formato de monitoreo de jarillones

Diagonal 47 # 77B-09 Interior 11 PBX 4297414 al 19 Fax 4109014 www.sire.gov.co
fopae@fopae.gov.co

Bogotá sin indiferencia