

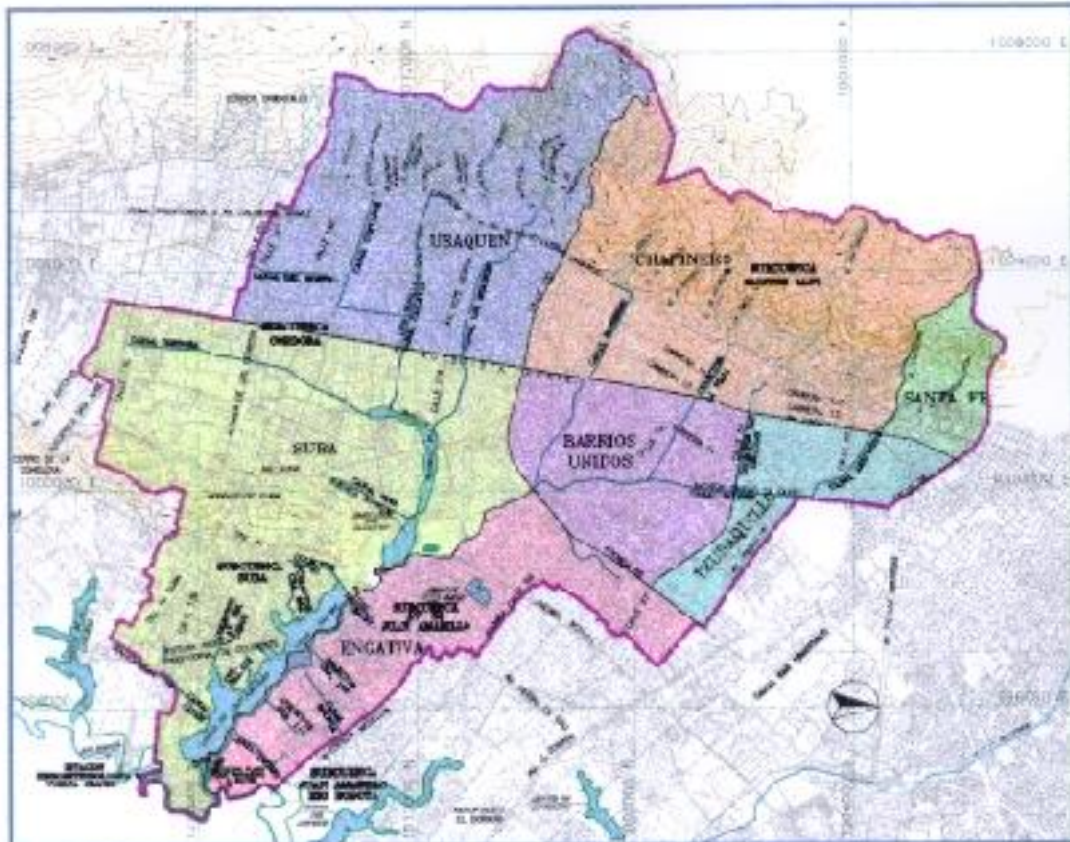


Alcaldía Mayor
de Santa Fe de Bogotá

UPES

Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

CONTRATO No. 6-104-117/98



ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DEL RÍO JUAN AMARILLO

INFORME FINAL

DOCUMENTO 65-IF01-2

MARZO DE 1999



INFORME FINAL

ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN DEL RÍO JUAN AMARILLO CONTRATO G-901-1117-98

ÍNDICE

| | Pág |
|---|----------|
| RESUMEN EJECUTIVO | |
| REGISTRO DE REVISIÓN DE DOCUMENTOS | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 2 |
| 1.1 OBJETO DEL ESTUDIO | 2 |
| 1.2 ANTECEDENTES | 2 |
| 2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL ESTUDIO | 4 |
| 2.1 UBICACIÓN | 4 |
| 2.2 RELIEVE | 4 |
| 2.3 USOS DE LA TIERRA | 5 |
| 2.3.1 Normatividad | 5 |
| 2.3.2 Usos Actuales | 9 |
| 2.4 INFRAESTRUCTURA BÁSICA | 9 |
| 2.4.1 Sistema Vial | 9 |
| 2.4.2 Servicio de Acueducto | 11 |
| 2.4.3 Servicio de Alcantarillado | 11 |
| 2.5 HIDROLOGÍA | 14 |
| 2.5.1 Cuencas, Corrientes y Cuerpos de Agua | 14 |
| 2.5.2 Análisis de Precipitación | 16 |
| 2.5.3 Características Hidrológicas del Río Juan Amarillo | 20 |
| 2.6 CONDICIONES GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS DE LA CUENCA | 27 |
| 2.6.1 Geología | 27 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 2.6.2 | Geomorfología | 31 |
| 2.6.3 | Zonificación Sísmica | 34 |
| 2.6.4 | Amenaza | 36 |
| 2.6.5 | Vulnerabilidad | 36 |
| 2.7 | ASPECTOS GEOTÉCNICOS | 37 |
| 2.7.1 | Recopilación, Análisis de Información y Reconocimiento de Campo | 37 |
| 2.7.2 | Zonificación Geotécnica | 38 |
| 2.7.3 | Análisis de Estabilidad | 40 |
| 3. | ANÁLISIS DE LA AMENAZA | 62 |
| 3.1 | GENERALIDADES | 62 |
| 3.2 | ANÁLISIS HIDRÁULICOS DE LAS CORRIENTES DE INTERÉS | 63 |
| 3.2.1 | Quebrada Contador | 64 |
| 3.2.2 | Quebrada Las Delicias del Carmen ó Quebrada Trujillo | 67 |
| 3.2.3 | Quebrada Los Molinos | 70 |
| 3.2.4 | Quebrada El Chicó Alto | 73 |
| 3.2.5 | Quebrada Los Rosales | 74 |
| 3.2.6 | Colector La Vieja | 76 |
| 3.2.7 | Quebrada Las Delicias | 77 |
| 3.2.8 | Caño del Arzobispo | 79 |
| 3.3 | ANÁLISIS HIDRÁULICOS DE LOS CUERPOS DE AMORTIGUACIÓN | 80 |
| 3.3.1 | Lago de Córdoba | 80 |
| 3.3.2 | Embalse Juan Amarillo | 81 |
| 3.4 | ANÁLISIS DE AMENAZA POR INUNDACIÓN (Evento detonante) | 83 |
| 3.4.1 | Aspectos Generales | 83 |
| 3.4.2 | Metodología | 84 |
| 3.5 | CÁLCULO DE AMENAZA POR DESBORDE DE FLUJOS EN SITIOS PENDIENTES | 90 |
| 3.6 | MAPA DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA | 92 |
| 4. | ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD (Estimación de Escenarios de Pérdidas) | 93 |
| 4.1 | CRITERIO DE EVALUACIÓN | 93 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 4.2 | DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE INTERÉS | 93 |
| 4.3 | CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS | 96 |
| 4.4 | MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA | 96 |
| 5. | EVALUACIÓN DE RIESGO | 99 |
| 5.1 | ASPECTOS GENERALES | 99 |
| 5.1.1 | La Naturaleza del Riesgo | 99 |
| 5.1.2 | Fundamento de un Análisis de Riesgo | 100 |
| 5.1.3 | Definición del Sistema | 100 |
| 5.2 | PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN | 101 |
| 5.3 | MAPA DE ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR INUNDACIÓN | 102 |
| 6. | EVALUACIÓN DE MITIGABILIDAD DE RIESGOS POR INUNDACIÓN | 106 |
| 6.1 | SECTOR ALTO | 106 |
| 6.1.1 | Medidas de Mitigación a Corto Plazo | 107 |
| 6.1.2 | Medidas de Mitigación a Mediano Plazo | 108 |
| 6.1.3 | Medidas de Mitigación a Largo Plazo | 108 |
| 6.2 | SECTOR BAJO | 109 |
| 6.2.1 | Medidas de Mitigación a Corto Plazo | 109 |
| 6.2.2 | Medidas de Mitigación a Mediano Plazo | 109 |
| 6.3 | SECTOR BAJO (Humedal de Córdoba y Juan Amarillo) | 110 |
| 6.3.1 | Medida de Mitigación a Corto Plazo | 110 |
| 6.3.2 | Medidas de Mitigación a Mediano Plazo | 112 |
| 6.3.3 | Medidas de Mitigación a Largo Plazo | 113 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 114 |
| | ANEXOS | |

LISTA DE CUADROS

- CUADRO No. 2.1 NORMATIVIDAD PARA SECTORES CON POSIBILIDAD DE DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO
- CUADRO No. 2.2 NORMAS GENERALES DE LAS ZONAS DE MANEJO CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO – BORDE OCCIDENTAL (ACUERDO 26 DE 1996)
- CUADRO No. 2.3 NORMAS GENERALES DE LAS ZONAS DE MANEJO CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO – BORDE NORORIENTAL (ACUERDO 31 DE 1996)
- CUADRO No. 2.4 NORMAS GENERALES DE LAS ZONAS DE MANEJO CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO – CERROS NORTE Y SUR DE SUBA (DECRETO No. 0484 de 1988)
- CUADRO No. 2.5 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LAS CORRIENTES DEL SECTOR ALTO
- CUADRO No. 2.6 VALORES ANUALES DE LA PRECIPITACIÓN EN LAS ESTACIONES
- CUADRO No. 2.7 ECUACIONES DE REGRESIÓN PARA COMPLEMENTACIÓN DE SERIES MENSUALES $PI = A \cdot P^2 + B$
- CUADRO No. 2.8 NIVELES Y CAUDALES DEL RÍO BOGOTÁ
- CUADRO No. 2.9 PRECIPITACIONES MÁXIMAS SOBRE LA CUENCA
- CUADRO No. 2.10 RESULTADOS COMPARATIVOS DE LOS ESTUDIOS DE CRECIENTES DEL EMBALSE CÓRDOBA
- CUADRO No. 2.11 NIVELES EN EL HUMEDAL JUAN AMARILLO
- CUADRO No. 3.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS COLECTORES QUEBRADA CONTADOR
- CUADRO No. 3.2 CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA CONTADOR PARA UN TR DE 100 AÑOS CONDUCTO \varnothing 1,50 m
- CUADRO No. 3.3 CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA CONTADOR PARA UN TR DE 100 AÑOS CONDUCTO \varnothing 2,15 m

| | |
|-----------------|---|
| CUADRO No. 3.4 | CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS COLECTORES QUEBRADA DELICIAS DEL CARMEN O TRUJILLO |
| CUADRO No. 3.5 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA DELICIAS DEL CARMEN PARA UN TR DE 10 AÑOS CONDUCTO Ø 1,50 m |
| CUADRO No. 3.6 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA DELICIAS DEL CARMEN PARA UN TR DE 100 AÑOS CONDUCTO Ø 1,50 m |
| CUADRO No. 3.7 | CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS COLECTORES QUEBRADA LOS MOLINOS Ó LA CHORRERA |
| CUADRO No. 3.8 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA SANTA ANA PARA UN TR DE 10 AÑOS |
| CUADRO No. 3.9 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA SANTA ANA PARA UN TR DE 100 AÑOS |
| CUADRO No. 3.10 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA CHICO ALTO PARA UN TR DE 10 AÑOS |
| CUADRO No. 3.11 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA CHICO ALTO PARA UN TR DE 100 AÑOS |
| CUADRO No. 3.12 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA LOS ROSALES PARA UN TR DE 10 AÑOS |
| CUADRO No. 3.13 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA LOS ROSALES PARA UN TR DE 10 AÑOS |
| CUADRO No. 3.14 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA LA VIEJA PARA UN TR DE 10 AÑOS |
| CUADRO No. 3.15 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA LA VIEJA PARA UN TR DE 100 AÑOS |
| CUADRO No. 3.16 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA LAS DELICIAS PARA UN TR DE 10 AÑOS |
| CUADRO No. 3.17 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA LAS DELICIAS PARA UN TR DE 100 AÑOS |
| CUADRO No. 3.18 | CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DEL CAÑO ARZOBISPO PARA UN TR DE 100 AÑOS. |

- CUADRO No. 3.19 DEFINICIÓN DEL ÍNDICE DE AMENAZA CON BASE EN LA FRECUENCIA
- CUADRO No. 3.20 ÍNDICES DE AMENAZA CON BASE EN LA DURACIÓN DE LA INUNDACIÓN
- CUADRO No. 3.21 ÍNDICES DE AMENAZA PONDERADOS (I_i) CON BASE EN LA DURACIÓN Y LA FRECUENCIA – EMBALSE DE CÓRDOBA
- CUADRO No. 3.22 ÍNDICES DE AMENAZA PONDERADOS (I_i) CON BASE EN LA DURACIÓN Y LA FRECUENCIA – HUMEDAL JUAN AMARILLO
- CUADRO No. 3.23 ÍNDICES DE AMENAZA PONDERADOS (I_i) CON BASE EN LA DURACIÓN Y LA FRECUENCIA – POR DESBORDE HUMEDAL JUAN AMARILLO
- CUADRO No. 3.24 ANÁLISIS DE AMENAZA POR DESBORDE – ESTIMATIVO DE LA FUERZA DEL FLUJO k/m
- CUADRO No. 3.25 ÍNDICES DE AMENAZA BASADA EN LA FUERZA Y LA LÁMINA
- CUADRO No. 4.1 VULNERABILIDAD PARA EL SECTOR DEL EMBALSE DE CÓRDOBA PARA PERÍODOS DE RETORNO DE 10 Y 100 AÑOS – COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA
- CUADRO No. 4.2 VULNERABILIDAD PARA EL SECTOR DEL HUMEDAL JUAN AMARILLO PARA PERÍODOS DE RETORNO DE 10 Y 100 AÑOS – COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA
- CUADRO No. 5.1 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE Y NIVEL DE RIESGO POR INUNDACIÓN PARA ÁREAS CONTIGUAS AL EMBALSE DE CÓRDOBA
- CUADRO No. 5.2 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE Y NIVEL DE RIESGO POR INUNDACIÓN PARA ÁREAS CONTIGUAS AL HUMEDAL DE JUAN AMARILLO

LISTA DE FIGURAS

| | |
|-----------------|--|
| FIGURA No. 2.1 | LOCALIZACIÓN GENERAL |
| FIGURA No. 2.2 | LOCALIDADES |
| FIGURA No. 2.3 | MAPA DE PENDIENTES |
| FIGURA No. 2.4 | NORMATIVIDAD |
| FIGURA No. 2.5 | USOS ACTUALES DEL SUELO |
| FIGURA No. 2.6 | RED VIAL EXISTENTE Y PROYECTADA |
| FIGURA No. 2.7 | INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO |
| FIGURA No. 2.8 | INFRAESTRUCTURA DE ALCANTARILLADO SANITARIO |
| FIGURA No. 2.9 | INFRAESTRUCTURA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL |
| FIGURA No. 2.10 | SECTORES DE LA CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. 2.11 | SUBCUENCAS DE DRENAJE – SISTEMA PLUVIAL, CORRIENTES Y CUERPOS DE AGUA |
| FIGURA No. 2.12 | CURVAS ISOYETAS TOTALES ANUALES |
| FIGURA No. 2.13 | ISOLINEAS DE INTENSIDAD PUNTUAL (mm/h) – DURACIÓN 15 MINUTOS T: 10 AÑOS |
| FIGURA No. 2.14 | ISOLINEAS DE INTENSIDAD PUNTUAL (mm/h) – DURACIÓN 30 MINUTOS T:10 AÑOS |
| FIGURA No. 2.15 | ISOLINEAS DE INTENSIDAD PUNTUAL (mm/h) – DURACIÓN 60 MINUTOS T:10 AÑOS |
| FIGURA No. 2.16 | ISOLINEAS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm) DURACIÓN 24 HORAS T:10 AÑOS |
| FIGURA No. 2.17 | ISOLINEAS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm) - DURACIÓN 24 HORAS T:100 AÑOS |
| FIGURA No. 2.18 | CURVAS P.A.D.F. - DURACIÓN 1 – 3 HORAS |
| FIGURA No. 2.19 | CURVAS P.A.D.F. - DURACIÓN 6 – 9 HORAS |

| | |
|-----------------|---|
| FIGURA No. 2.20 | GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA |
| FIGURA No. 2.21 | MAPA DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE SANTA FE DE BOGOTÁ |
| FIGURA No. 2.22 | ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA |
| FIGURA No. 2.23 | HUMEDAL JUAN AMARILLO – PLANTA Y LOCALIZACIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES |
| FIGURA No. 2.24 | SECCIÓN TRANSVERSAL No. 1 |
| FIGURA No. 2.25 | SECCIÓN TRANSVERSAL No. 2 |
| FIGURA No. 2.26 | SECCIÓN TRANSVERSAL No. 3 |
| FIGURA No. 2.27 | SECCIÓN TRANSVERSAL No. 4 |
| FIGURA No. 3.1 | RELACIÓN NIVEL VS. TIEMPO – EMBALSE DE CÓRDOBA CRECIENTES TRANSITADAS |
| FIGURA No. 3.2 | RELACIÓN NIVEL VS. TIEMPO – HUMEDAL JUAN AMARILLO - CRECIENTES TRANSITADAS |
| FIGURA No. 3.3 | ÍNDICE DE AMENAZA CON BASE EN LA FRECUENCIA |
| FIGURA No. 3.4 | AMENAZA CON BASE EN LA DURACIÓN DE LA INUNDACIÓN – EMBALSE DE CÓRDOBA |
| FIGURA No. 3.5 | AMENAZA CON BASE EN LA DURACIÓN DE LA INUNDACIÓN – HUMEDAL JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. 3.6 | AMENAZA CON BASE EN LA DURACIÓN DE LA INUNDACIÓN POR DESBORDE – HUMEDAL JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. 3.7 | AMENAZA CON BASE EN LA DURACIÓN Y LA FRECUENCIA - EMBALSE DE CÓRDOBA |
| FIGURA No. 3.8 | AMENAZA CON BASE EN LA DURACIÓN Y LA FRECUENCIA - HUMEDAL JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. 3.9 | AMENAZA CON BASE EN LA DURACIÓN Y LA FRECUENCIA POR DESBORDE – HUMEDAL JUAN AMARILLO |

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO No. 1 CURVAS DE ISOYETAS MEDIAS MENSUALES – CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO.
- ANEXO No. 2 CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS PRINCIPALES QUEBRADAS Y CORRIENTES DE AGUA - CUENCA DEL RÍO JUAN MARILLO
- ANEXO No. 3 CARTERAS DE TOPOGRAFÍA – HUMEDAL JUAN AMARILLO
- ANEXO No. 4 VULNERABILIDAD – IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS POR ESTRATO PARA DIFERENTES LÁMINAS DE AGUA
- ANEXO No. 5 MEMORIAS DE CÁLCULO – EVALUACIÓN DEL RIESGO
- ANEXO No. 6 REGISTRO FOTOGRÁFICO

LISTA DE PLANOS

1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO (ESC 1:25.000)
2. MAPA DE PENDIENTES (ESC 1:25.000)
3. USOS DEL SUELO (ESC 1:25.000)
4. ISOLINEAS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm) – DURACIÓN 24 HORAS
TR = 10 AÑOS (ESC 1:25.000)
5. ISOLINEAS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm) – DURACIÓN 24 HORAS
TR = 100 AÑOS (ESC 1:25.000)
6. MAPA HIDROLÓGICO Y DE RENDIMIENTO (ESC 1:25.000)
7. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA (ESC 1:25.000)
8. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA (ESC 1:25.000)
- 9 a 12 MAPA DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENO DE
INUNDACIÓN – 4 PLANOS (ESC 1:10.000)
- 13 MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA – TR = 10 AÑOS (ESC 1:10.000)
- 14 MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA – TR = 100 AÑOS (ESC 1:10.000)
- 15 a 16 MAPA DE ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENO DE
INUNDACIÓN – 2 PLANOS (ESC 1:5.000)

RESUMEN EJECUTIVO

• INTRODUCCIÓN

HIDROTEC LTDA – Ingenieros Consultores, mediante el Contrato No. G-901-117-98 realizó para la UNIDAD DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – UPES de la Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, D.C., el estudio para la “Zonificación de Riesgos por Inundación del Río Juan Amarillo y Acciones para su Mitigación”. El desarrollo del contrato se realizó entre los meses de Diciembre de 1998 y Marzo de 1999. La Interventoría del estudio la realizó la Firma HIDROCONSULTA LTDA y la Supervisión por parte de las UPES, la realizaron los Ingenieros. MARTHA GONZÁLEZ y FERNANDO PROAÑO.

En este capítulo se resumen los principales resultados del estudio y se proponen las acciones o medidas de mitigación que permitirán de acuerdo a las características de amenaza y vulnerabilidad obtenidas, reducir el riesgo estableciendo soluciones a corto, mediano y largo plazo.

• OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO

Los objetivos específicos del estudio se relacionan a continuación:

- Identificación y caracterización de aspectos hidrológicos y climáticos de la cuenca del Río Juan Amarillo.
- Análisis de características hidráulicos de los cauces y la influencia de las obras de control existentes.
- Definición y delimitación de las zonas de amenaza de inundación por efectos del desbordamiento del Río Juan Amarillo.
- Evaluación de la vulnerabilidad de la población, la vivienda y la infraestructura de servicios públicos en el área de amenaza.
- Zonificación y evaluación de riesgo por fenómenos de inundación.

• ACTIVIDADES REALIZADAS

En desarrollo del estudio se realizaron las siguientes actividades:

- Reuniones periódicas de control e información con participación de la UPES; Interventoría y Consultor.
- Recopilación y análisis de información disponible.
- Levantamiento y actualización de la información básica requerida para la ejecución del estudio (topografía, hidrología, geología, geomorfología, usos del suelo, etc).
- Análisis hidráulico de las corrientes de interés para eventos de crecientes y niveles máximos esperados.
- Zonificación de amenaza por inundación, estableciendo categorías de amenaza alta, media y baja.
- Análisis de vulnerabilidad física por sectores homogéneos de exposición dentro del área de amenaza establecida.
- Análisis y zonificación de riesgo de acuerdo a las características de amenaza y vulnerabilidad obtenidas.
- Evaluación de mitigabilidad, estableciendo soluciones a corto, mediano y largo plazo.

• RESULTADOS DEL ESTUDIO

Como resultado del estudio se puede citar el desarrollo de una metodología de evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos para el caso específico de un fenómeno de inundación.

- Análisis de Amenaza

El análisis de amenaza determina la probabilidad de ocurrencia de una inundación, su intensidad, cobertura, recurrencia y la delimitación de áreas de susceptibilidad a inundaciones dentro de un área de estudio, estableciendo categorías de amenaza alta, media a baja de acuerdo a unos criterios de evaluación definidos.

La cuenca del Juan Amarillo para efectos del estudio se dividió en tres (3) sectores, uno alto en el cual se localizan las quebradas principales y corrientes menores afluentes que se encuentran en condición de cauce natural, un sector medio constituido básicamente por canalizaciones y colectores con los cuales la EAAB-ESP atiende el drenaje pluvial y un sector bajo donde se localizan el

Embalse de Córdoba y el Humedal de Juan Amarillo, encargados finalmente de amortiguar las crecientes de los sectores alto y medio antes de la entrega al Río Bogotá.

En el sector alto y su transición con el sector medio se consideró como variable para la evaluación: el período de tiempo en el cual la infraestructura de la EAAB-ESP no tiene la capacidad hidráulica para conducir los caudales de drenaje estimados para un tiempo de retorno determinado, esto se traduce en una lámina de agua que tiene que transitar por las vías con unas velocidades tales que producen de acuerdo al caudal, la lámina de agua y la pendiente, una fuerza por metro de ancho que establece una categoría de amenaza. En el sector medio la amenaza está determinada por la capacidad de la infraestructura de drenaje la cual ha sido dimensionada en el tiempo teniendo en cuenta unos parámetros hidráulicos fijados a través de la Normatividad de la EAAB-ESP, para este estudio específico se acordó no efectuar los análisis de amenaza en este sector dada la complejidad del sistema pluvial de la EAAB-ESP.

En el sector bajo el análisis buscó definir y delimitar zonas de amenaza de inundación como una posibilidad de ocurrencia producida por un período de retorno considerado (Frecuencia), el análisis requiere adicionalmente un estudio de tiempo de inundación y evacuación de aguas (Duración), la combinación de éstos dos criterios permite la obtención final de los resultados de amenaza como una medida relativa y no absoluta para la interpretación de los resultados.

- **Análisis de Vulnerabilidad**

El análisis de vulnerabilidad fue efectuado únicamente a las áreas perimetrales determinadas en la zonificación de la amenaza en cercanías al Embalse de Córdoba y al Humedal Juan Amarillo.

El criterio de evaluación establecido fue el de la “Resistencia” esto es la evaluación de la capacidad que tienen los escenarios de interés (población, edificaciones e infraestructura de servicios públicos) en la zona de exposición para enfrentar una inundación y su predisposición intrínseca a ser afectada o a ser susceptible de sufrir una pérdida.

Para los escenarios definidos y para los períodos de retorno de 10 y 100 años; se caracterizaron e identificaron las pérdidas económicas, las cuales se establecieron cualitativamente en términos de nivel de lámina de agua y en función de la duración de la inundación, discriminándolas y tipificándolas en función del estrato, éstas variables permitieron cuantificar unos costos o pérdidas representativas por unidad de vivienda para cada una de las áreas expuestas, con las cuales se realizó el mapa de vulnerabilidad física.

- Análisis y Zonificación de Riesgo

Para el análisis y zonificación de riesgo se determinó el sistema como la iteración que produce una inundación del Río Juan Amarillo con las zonas desarrolladas con uso en vivienda en los límites definidos como expuestos a inundación de acuerdo a las características de amenaza y vulnerabilidad obtenidas.

El riesgo se definió como “una probabilidad **X** que la zona **I** Sufra unas pérdidas económicas directas de \$ **Y** en caso que se presente una inundación como resultado de una creciente del **Río Juan Amarillo** que ocurre en promedio cada **T** años.

El procedimiento de evaluación determinó para cada uno de los escenarios los índices y niveles de riesgo (bajo, medio, alto) en términos relativos, con los cuales se elaboró el mapa de zonificación, los índices de riesgo para cada estrato fueron obtenidos al ponderar los costos o pérdidas determinadas para cada período de retorno teniendo en cuenta el índice de amenaza obtenido en cada uno de ellos.

La evaluación fue realizada a partir de la “Definición del Sistema” desde el punto de vista puramente técnico, no evaluándose las consecuencias sociales y se enfoca principalmente a la zona residencial (viviendas).

- Evaluación de Mitigabilidad

Con el fin de determinar la reducción del riesgo, se plantean unas medidas de mitigación a corto, mediano y largo plazo, direccionadas especialmente a la reubicación o desalojo de viviendas y su población detectada dentro de la limitación de áreas expuestas y en el planeamiento y ejecución de las obras y acciones.

El capítulo seis (6) del Informe Final presenta para los tres sectores (alto, medio y bajo) en que fue dividida el área en estudio las medidas de mitigación particulares propuestas a cada uno de ellos; en forma general y a manera de resumen se citan entre otras las siguientes medidas que garantizan la reducción del riesgo:

- * Evitar el desarrollo urbano subnormal, reubicar viviendas y familias ubicadas en áreas determinadas como zonas de riesgo.
- * Definir las rondas de las diversas quebradas, impidiendo invasión de vivienda en estas zonas.
- * Construir obras de rehabilitación, rezago y expansión del sistema de alcantarillado, así como las estructuras de captación, entrega y sedimentación que sean requeridas.

- * Realizar mantenimiento preventivo y rutinario a los cauces de las quebradas y a la infraestructura de alcantarillado.
- * Realizar las obras denominadas por la EAAB-ESP como Troncal Salitre, con las cuales se mejorarán las condiciones de drenaje y de saneamiento de la cuenca.
- * Dragado y restitución de los volúmenes de amortiguación en los Humedales de Córdoba y Juan Amarillo, realizando las obras de control y paso que permitan su correcta operación.
- * Realce de los jarillones del los Humedales y del Río Bogotá de acuerdo a unos estudios que determinen condiciones de cimentación y estabilidad para las diferentes láminas de agua que se puedan presentar para períodos de retorno extremos, teniendo en cuenta el borde libre requerido.
- * Programar y desarrollar actividades educativas y de comunicación social a fin de enterar a la comunidad de las diversas obras o acciones de mitigación que permitan reducir el riesgo en las áreas de exposición de amenaza establecidas.

• PRODUCTOS DEL ESTUDIO

El producto del estudio realizado se presenta a continuación a este capítulo, en el se describen los aspectos básicos, hidrológicos de la cuenca, las áreas determinadas de inundación, la evaluación de riesgos y las medidas de mitigación.

Adicionalmente y como complemento al Informe Final se elaboraron los planos y mapas que se relacionan a continuación.

- LOCALIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO (ESC 1:25.000)
- MAPA DE PENDIENTES (ESC 1:25.000)
- USOS DEL SUELO (ESC 1:25.000)
- ISOLINEAS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm) – DURACIÓN 24 HORAS TR = 10 AÑOS (ESC 1:25.000)
- ISOLINEAS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm) – DURACIÓN 24 HORAS TR = 100 AÑOS (ESC 1:25.000)
- MAPA HIDROLÓGICO Y DE RENDIMIENTO (ESC 1:25.000)
- GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA (ESC 1:25.000)
- ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA (ESC 1:25.000)

- MAPA DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENO DE INUNDACIÓN (ESC 1:10.000)
- MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA – TR = 10 AÑOS (ESC 1:10.000)
- MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA – TR = 100 AÑOS (ESC 1:10.000)
- MAPA DE ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENO DE INUNDACIÓN (ESC 1:5.000)

REGISTRO DE REVISIÓN DE DOCUMENTOS

• LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Las copias de este documento han sido entregadas a las siguientes dependencias de la UPES, HIDROCONSULTA LTDA e HIDROTEC LTDA. Todas aquellas observaciones que resulten de su revisión y aplicaciones, deben ser informadas al Director del Proyecto para proceder a ejecutar sus modificaciones.

| ÁREA O DEPENDENCIA | | No. DE COPIAS |
|--------------------|------------------------------------|---------------|
| Copia No. 1 | UPES | 1 |
| Copia No. 2 | Interventoría – Hidroconsulta Ltda | 1 |
| Copia No. 3 | Biblioteca Hidrotec Ltda | 1 |

• ÍNDICE DE MODIFICACIONES

| ÍNDICE REVISIÓN | CAPÍTULO MODIFICADO | FECHA DE MODIFICACIÓN | OBSERVACIONES |
|-----------------|---------------------|-----------------------|--------------------|
| 0 | | 99-02-26 | Versión de Avance |
| 1 | TODOS | 99-03-30 | Versión Preliminar |
| 2 | TODOS | 99-06-01 | Versión Final |
| 3 | | | |

• ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

| TÍTULO DOCUMENTO: INFORME FINAL | | DOCUMENTO No.: 65-IF01-2 | | | |
|--|---------------------------|--------------------------|-------------|--------------|-------------------|
| NUMERO DE REVISIÓN | | | 0 | 1 | 2 |
| A P R O B A C I O N | RESPONSABLE ELABORACIÓN | NOMBRE: | GL, AG, JEM | G.L.G, J.E.M | G.L.G, J.E.M, JGM |
| | (JEFES DE ÁREA) | FIRMA: | | | |
| | | FECHA: | 99-02-26 | 99-03-30 | 99-06-01 |
| B A C I O N | RESPONSABLE POR REVISIÓN | NOMBRE: | G.L.G | G.L.G | G.L.G |
| | (ASEGURAMIENTO CALIDAD) | FIRMA: | | | |
| | | FECHA: | 99-02-26 | 99-03-30 | 99-06-01 |
| C A L I D A D | CONTROL CALIDAD | NOMBRE: | C. M. | C. M. | C. M. |
| | (ASEGURAMIENTO CALIDAD) | FIRMA: | | | |
| | | FECHA: | 99-02-26 | 99-03-30 | 99-06-01 |
| D I R E C T O R | Vo. Bo. DIRECTOR PROYECTO | NOMBRE: | G.T.M. | G.T.M. | G.T.M. |
| | | FIRMA: | | | |
| | | FECHA: | 99-02-26 | 99-03-30 | 99-06-01 |

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO DEL ESTUDIO

Este informe describe los aspectos básicos, los aspectos hidrológicos de la cuenca, áreas de inundación y la Evaluación de Riesgos con sus medidas de mitigación desarrolladas por HIDROTEC LTDA durante la ejecución del contrato G-901-117-98 por medio del cual se realiza para la “Unidad de Prevención y Atención de Emergencias” (UPES) de la Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá D.C., el estudio para la “Zonificación de Riesgos por Inundaciones del Río Juan Amarillo y Propuesta de Acciones para su mitigación.

La ejecución del contrato se realiza en el 1^{er} Trimestre del año 1999, la Interventoría la ejecuta la Firma HIDROCONSULTA LTDA, la supervisión por parte de la UPES la realiza la Ingeniera Martha González.

1.2 ANTECEDENTES

La cuenca del Río Juan Amarillo abarca una extensión aproximada de 12.892 ha del centro y norte de la ciudad de Santa Fe de Bogotá. (Localidades de Usaquén, Suba, Engativá, Chapinero, Barrios Unidos y una pequeña parte de Teusaquillo y Santa Fe).

Topográficamente la cuenca comprende tres (3) sectores bien definidos:

- La zona alta correspondiente a los Cerros Nororientales, donde nacen las corrientes de agua que dan origen al Río Juan Amarillo.
- La zona media que corresponde a la planicie donde se ha desarrollado la ciudad y en donde todas las corrientes provenientes de los Cerros Orientales se han canalizado y entubado y se han incorporado al Sistema de Alcantarillado de la Ciudad a Cargo de la EAAB-ESP.
- La zona Baja, donde se encuentra el Humedal o Laguna de Juan Amarillo, la descarga de esta al Río Bogotá, corresponde a una antigua planicie de inundación de este Río, que históricamente se ha poblado en forma clandestina con desarrollos habitacionales que se han consolidado en el tiempo y que han sido legalizados.

Esta zona topográficamente es más baja que los niveles de los cuerpos de agua circundantes (Río Bogotá, Humedal de La Conejera y Humedal de Juan Amarillo) por lo cual está protegido por un jarillón longitudinal que lo separa y lo

protege del Río Bogotá y un jarillón transversal que evita que el Humedal de Juan Amarillo lo inunde por desbordamiento.

Por esta razón en esta zona baja se tienen graves problemas de drenaje pues por el origen clandestino de la urbanización, aún no se posee en toda el área Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial.

2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

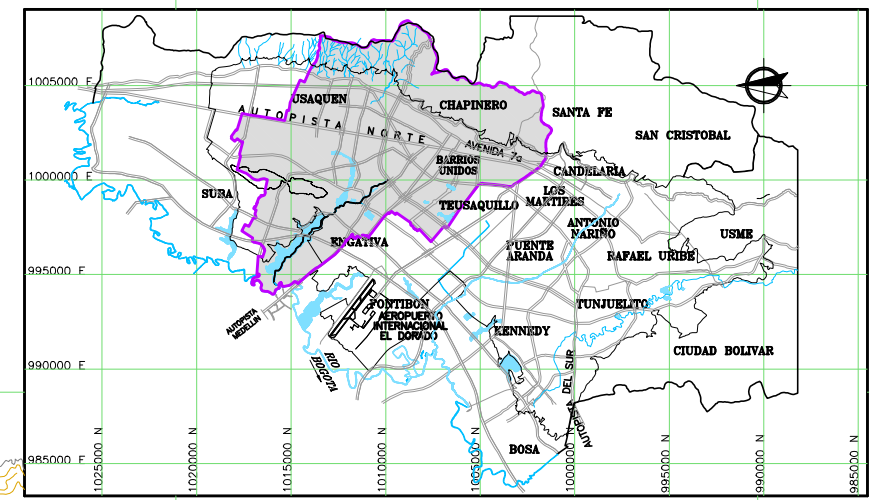
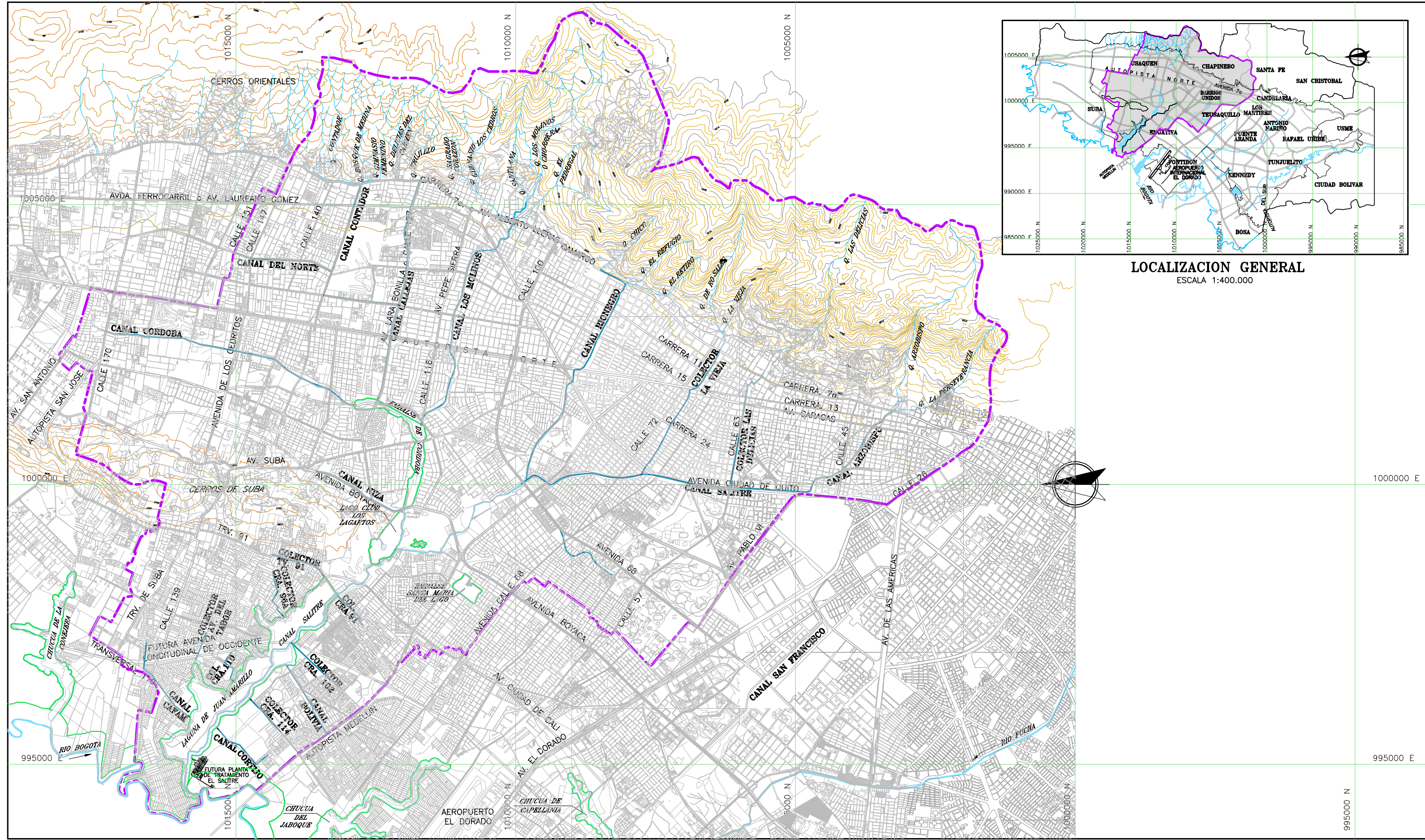
2.1 UBICACIÓN

La cuenca hidrográfica del Río Juan Amarillo, abarca una parte importante del sector Centro y Norte de la ciudad de Santa Fe de Bogotá; limita al oriente por la divisoria de aguas del Río Teusacá, al sur con la Calle 26, Carrera 30, Diagonal 53, Avenida de la Constitución, Avenida 68, Avenida Ciudad de Cali y Calle 80 hasta el Río Bogotá; por el occidente la Calle 80 y el Río Bogotá y por el norte con la divisoria de aguas de la cuenca de Córdoba, la Calle 151, la Autopista Norte, la Avenida San Antonio, Calle 170, divisoria Cerros de Suba, Calle 140, Calle 153, Transversal 119 y Calle 136 hasta el Río Bogotá. El área en estudio ocupa parte de las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, Suba, Engativá, Barrios Unidos y Teusaquillo. Las [Figuras Nos. 1 y 2](#) presentan la localización general de la cuenca y las localidades que la conforman.

2.2 RELIEVE

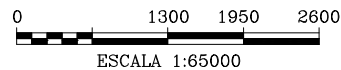
El relieve en la cuenca del Río Juan Amarillo se puede dividir básicamente en tres (3) zonas: la parte alta que corresponde a las áreas comprendidas entre las estribaciones montañosas del oriente de la ciudad y la Carrera 7ª, en ella se presentan de la Calle 100 hacia el norte elevaciones que fluctúan entre las cotas 2.600 m a la 3.130 m (Sistema Bogotá) y de la Calle 100 hacia el sur elevaciones entre las cotas 2.600 m a la 3.300 m (Sistema Bogotá), la parte media que corresponde básicamente a los Cerros de Suba los cuales están localizados al Norte y cuyos niveles fluctúan entre las cotas 2.600 m y 2.750 m y por último un área relativamente plana que se inicia al occidente de la Carrera 7ª abarcando la zona delimitada como área de estudio hasta la confluencia del Río Salitre al Río Bogotá, en la cual las elevaciones superiores son del orden de 2.600 m en la Carrera 7ª y en la parte baja de los Cerros de Suba y las elevaciones inferiores al occidente de la laguna de Juan Amarillo a la cota 2.572 m (Sistema Bogotá), nivel que básicamente se presenta en los barrios Santa Cecilia, Lisboa, San Pedro y Berlín los cuales fueron desarrollados en forma subnormal presentando condiciones topográficas críticas con respecto a los niveles de los cuerpos de agua colindantes (Río Bogotá, Río Salitre y Laguna de Juan Amarillo).


Como complemento a la identificación del relieve la [Figura No. 2.3](#) presenta el mapa de pendientes elaborado a partir de la información cartográfica y de curvas de nivel obtenidas en el IGAC para la zona, en ella se puede identificar en forma global y por rangos la variación de pendientes y algunos puntos con inclinaciones críticas.



LOCALIZACION GENERAL
ESCALA 1:400.000

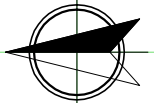
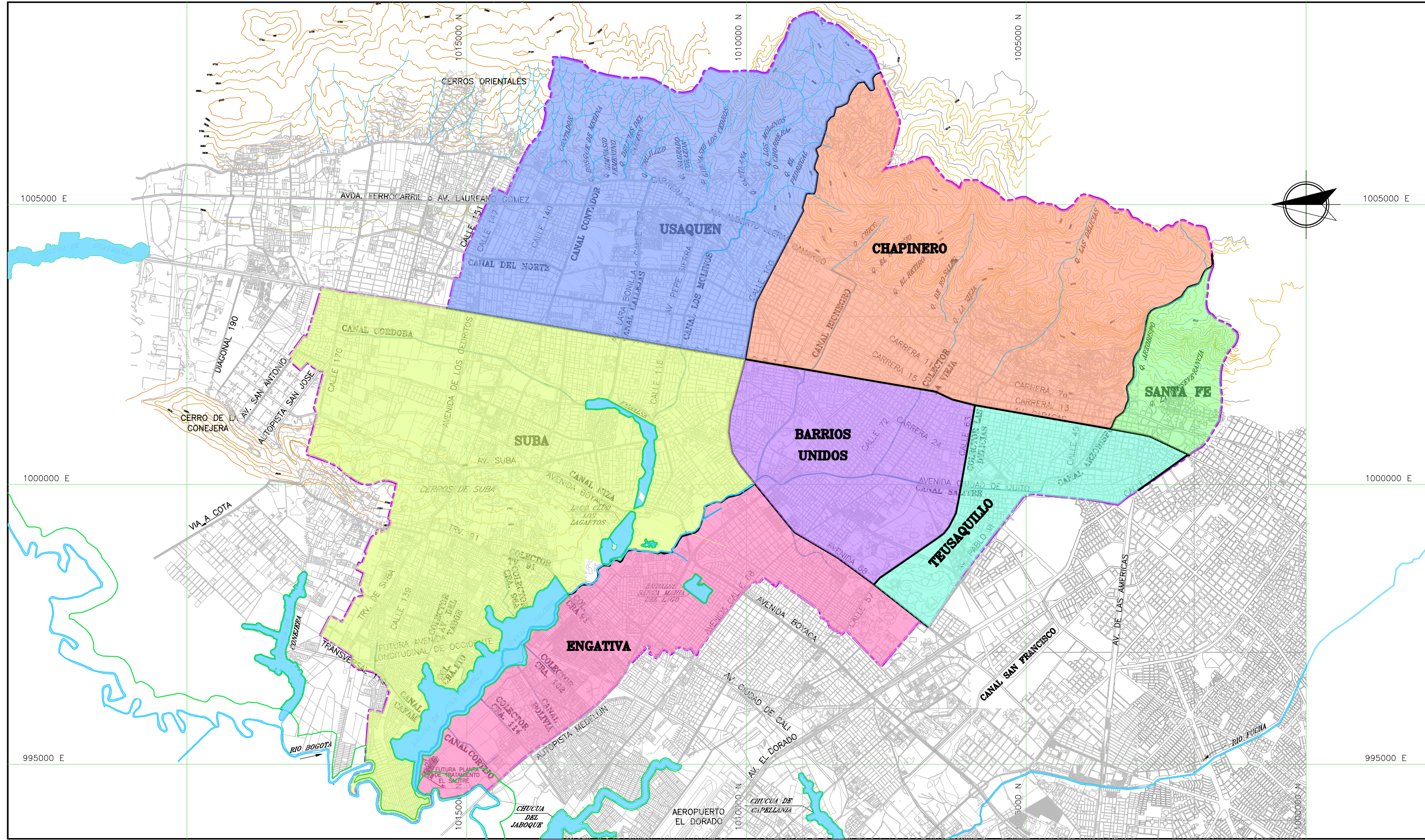
| CONVENCIONES | |
|--------------|--------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | SISTEMA PLUVIAL |
| | RONDA HIDRAULICA |
| | CURVA DE NIVEL |



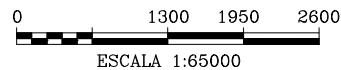

 Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá
UPES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias



IDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

| | |
|--|-----------------|
| ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO | FIGURA N° 2.1 |
| LOCALIZACION GENERAL CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO | REF: 65-IFF01-0 |



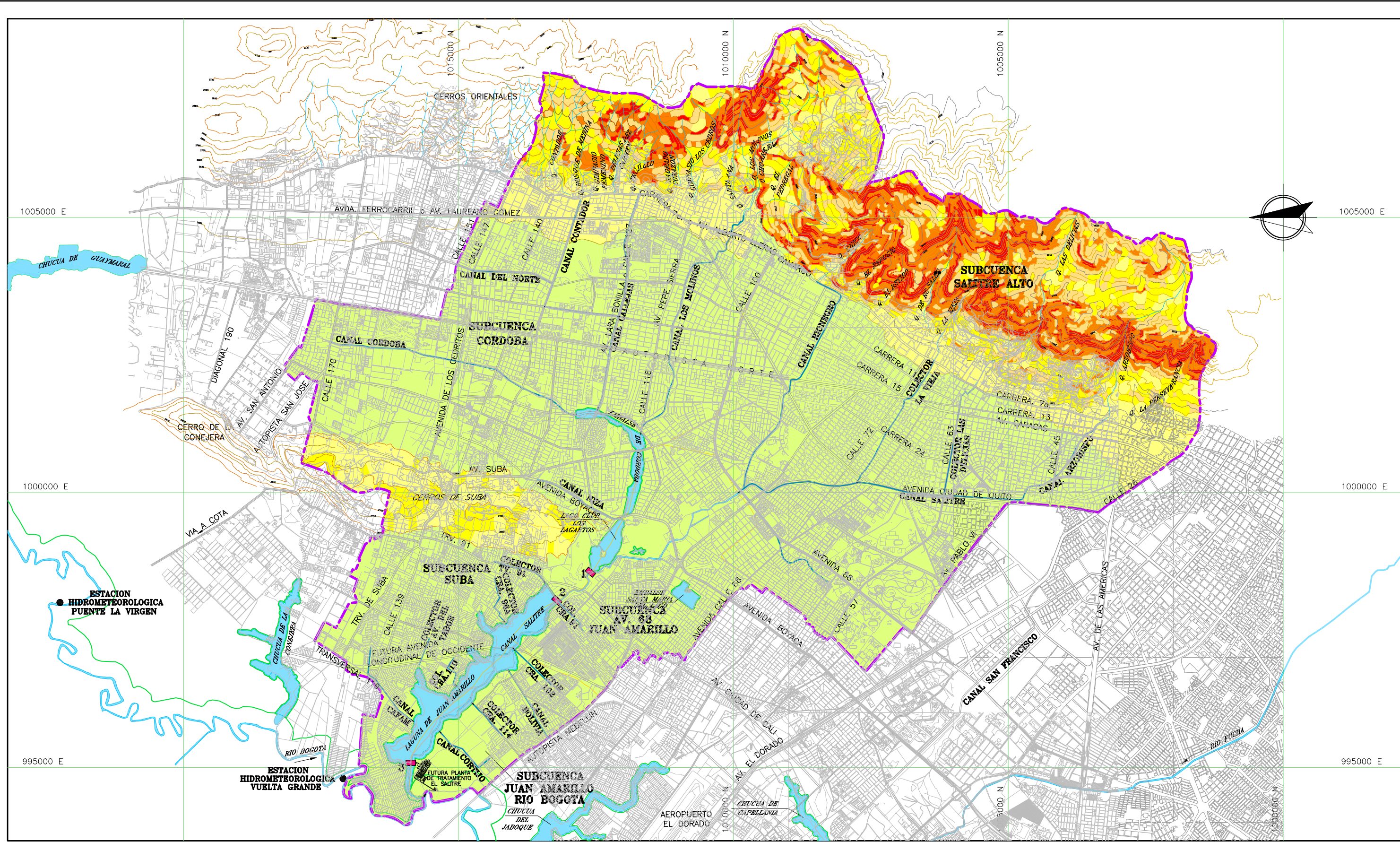
| CONVENCIONES | |
|--------------|--------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA |
| | SISTEMA PLUVIAL |
| | LIMITE LOCALIDAD |
| | LOCALIDAD |
| | CURVA DE NIVEL |
| | CUERPOS DE AGUA |



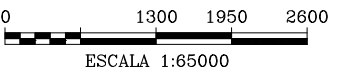

 Alcaldía Mayor
 de Santa Fe de Bogotá
UPES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias


HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

| | |
|---|--------------------|
| ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO | FIGURA N° 2-2 |
| LOCALIDADES CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO | REF: 65-IFF02-0 |



| CONVENCIONES | | | |
|--------------|---------------------------|--|--|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO | | PENDIENTES <math>< 3^\circ</math> |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA | | PENDIENTES ENTRE 4° A 14° |
| | SISTEMA PLUVIAL | | PENDIENTES ENTRE 15° A 24° |
| | CURVA DE NIVEL | | PENDIENTES ENTRE 25° A 34° |
| | CUERPOS DE AGUA | | PENDIENTES ENTRE 35° A 45° |
| | | | PENDIENTES > A 45° |



Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá
UPES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO
 MAPA DE PENDIENTES CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA N° 2.3
 REF: 65-IF-03-0

2.3 USOS DE LA TIERRA

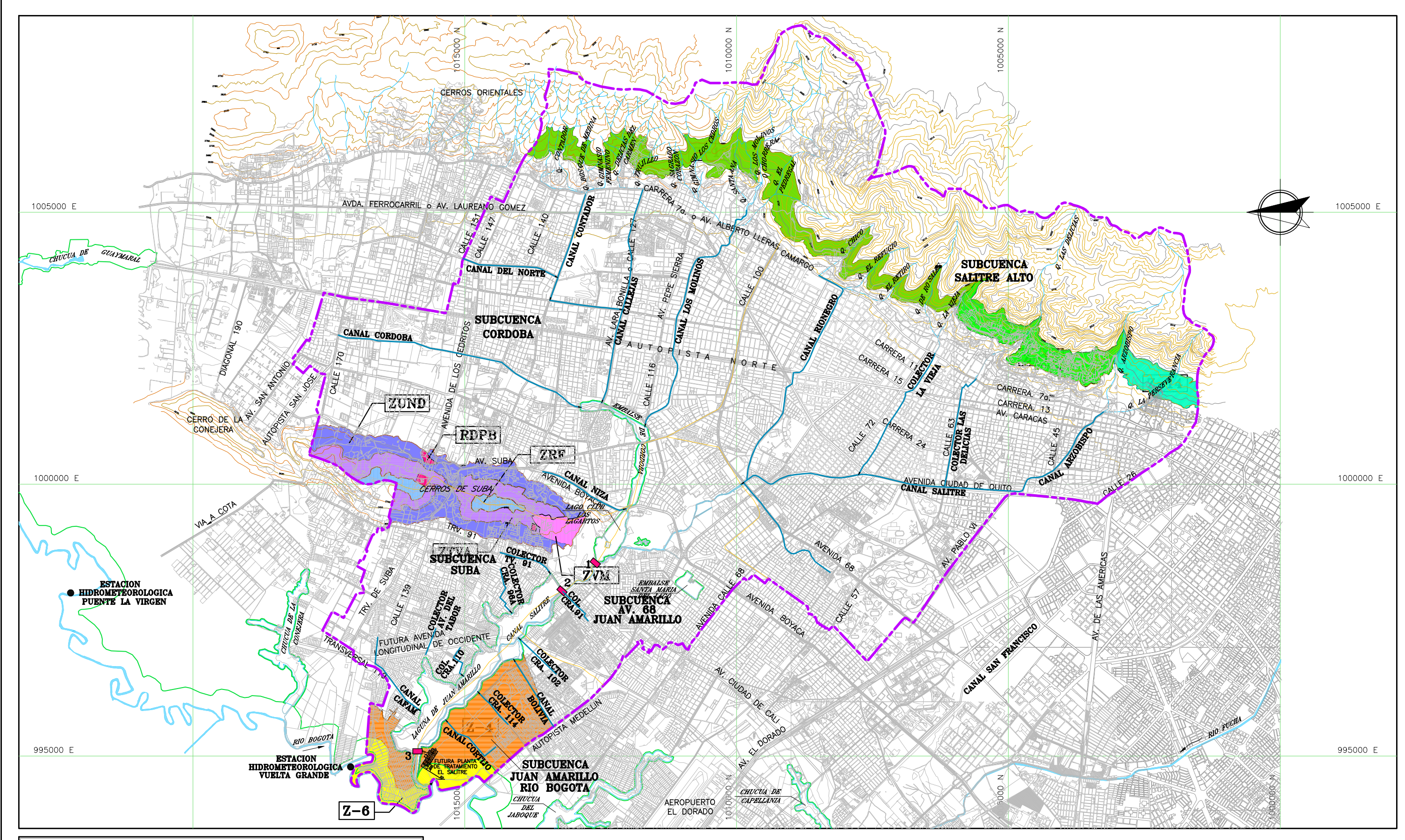
2.3.1 Normatividad

La normatividad aplicable a la zona en estudio está contenida en el Acuerdo No. 6 de 1990 “Estatuto de Ordenamiento Físico del Distrito Especial de Bogotá”, el cual regula aspectos pertenecientes a los elementos que son propios del Plan General de Desarrollo de Bogotá y adopta las reglamentaciones urbanísticas orientadas a ordenar el cambio y el crecimiento físico de la ciudad y de su espacio público. Igualmente se tiene el Acuerdo No. 26 y el Acuerdo No. 31 de 1996 los cuales adoptan el Plan de Ordenamiento Físico del Borde Occidental y el Borde Norte y Nororiental respectivamente de la ciudad de Santa Fe de Bogotá, D.C., estableciendo las normas urbanísticas y las medidas para la preservación, protección y adecuado uso de las áreas.

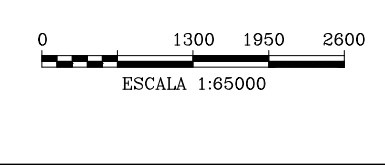
Adicionalmente el Decreto 0484 del 30 de Mayo de 1988 reglamenta áreas ubicadas en el área de reserva forestal protectora, productora y en el área de densidad restringida con tratamiento de desarrollo en los Cerros de Suba.

La mayor parte de la zona en estudio se encuentra desarrollada urbanísticamente, existiendo unos pocos sectores con posibilidad de desarrollo y los cuales tienen una reglamentación sobre Plan de Ordenamiento Físico, estos sectores se localizan en los denominados Bordes de la ciudad; la [Figura No. 2.4](#) delimita las zonas reglamentadas a través de los Acuerdos y Decretos mencionados.

El [Cuadro No. 2.1](#) resume los Acuerdos y Decretos reglamentarios para los sectores con posibilidad de desarrollo, determinando el número y zona de manejo y sus límites de aplicación y los [cuadros Nos. 2.2, 2.3 y 2.4](#) presentan las Normas generales permitidas en cada una de las zonas de manejo involucradas.



| CONVENCIONES | |
|--------------|----------------------|
| | ACUERDO 6 DE 1990 |
| | ACUERDO 26 DE 1996 |
| | ACUERDO 31 DE 1996 |
| | DECRETO 0484 DE 1988 |
| | ACUERDO 6 DE 1990 |
| | ACUERDO 26 DE 1996 |
| | ACUERDO 31 DE 1996 |
| | DECRETO 0484 DE 1988 |



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

NORMATIVIDAD CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA N° 2.4

REF: 65-IFT04-0

04/2016

CUADRO No. 2.1

**NORMATIVIDAD PARA SECTORES CON POSIBILIDAD DE DESARROLLO
DE LA CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO**

| ACUERDO No. | ZONA DE MANEJO (ZM) | ZM No. | LÍMITES DENTRO DEL ÁREA EN ESTUDIO |
|-----------------|--|-----------------------------|---|
| 26/96 | Engativá y Suba Ronda y zona de manejo y preservación del Río Bogotá | 4 6 | Por el occidente: Zona de manejo y preservación del Río Bogotá Por el oriente: Perímetro de servicios Por el Norte: Calle 136 Por el Suroccidente: Autopista Medellín La zona de manejo y preservación ambiental del Río Bogotá es de 270 m y la de ronda hidráulica de 30 m, las que formarán una franja de 300 m a lo largo del Río Bogotá medida desde la línea del borde del cauce natural permanente o del rectificado cuando el se produzca. Por el norte: Proyección de la calle 136 Por el Suroccidente: Autopista Medellín En las localidades de Suba y Fontibón donde existen asentamientos humanos, dentro de esta zona de manejo (aerofotografía tomada el 31 de diciembre de 1996), la ronda hidráulica del Río Bogotá será de 30 m, medida desde la línea de borde del cauce natural existente y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental es de 20 m a partir de esta ronda hidráulica, como mínimo según lo señalado por el desarrollo de los asentamientos |
| 31/96 | | 12 13 14 | Calle 151 a quebrada La Vieja Quebrada La Vieja a Río Arzobispo Río Arzobispo a la divisoria de aguas con el Río San Francisco |
| Decreto 0484/88 | Cerros de Suba RDDR-1 RDDR-2 FT-1 FT-2 ZCF-1 ZCF-2 | ZUND ZTUA ZRF | Zona urbana no desarrollada Zona de transición urbana ambiental, comprendida entre las cotas 2.650 y 2.700 m.s.n.m de los Cerros Norte y Sur de Suba Zona de reserva forestal protectora - productora comprende las áreas por encima de la cota 2.700 m.s.n.m de los Cerros Norte y Sur de Suba |

CUADRO No. 2.2

**NORMAS GENERALES DE LAS ZONAS DE MANEJO
CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO**

BORDE OCCIDENTAL (ACUERDO 26 DE 1996)

| ZONA DE MANEJO | ÁREA DE ACTIVIDAD | ZONA | USO PRINCIPAL | USO COMPLEMENTARIO | USO COMPATIBLE | CESIÓN TIPO A SOBRE A.N.U. | DENSIDAD Viv/ha NETA | | | ÍNDICE DE OCUPACIÓN | | |
|----------------|---------------------------------|---------------------|--|---|---------------------------|----------------------------|----------------------|-----|-----|---------------------|-----|-----|
| | | | | | | | Bas | A | B | Bas | A | B |
| 4 | ESPECIALIZADA | RESIDENCIAL GENERAL | VIVIENDA | COMERCIO CLASE I Y II INSTITUCIONAL CLASE I Y II | INDUSTRIA DE BAJO IMPACTO | 25% | 60 | 120 | 180 | 50% | 60% | 75% |
| | MÚLTIPLE | | VIVIENDA COMERCIO CLASE I Y II Y III INSTITUCIONAL CLASE I Y II INDUSTRIA DE BAJO IMPACTO | | | 25% | 60 | 120 | 180 | 50% | 60% | 75% |
| 6 | NO SE INCORPORA EN USOS URBANOS | | | | | | | | | | | |

CUADRO No. 2.3

**NORMAS GENERALES DE LAS ZONAS DE MANEJO
CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO**

BORDE NORORIENTAL (ACUERDO 31 DE 1996)

| ZONA DE REGLAMENTACIÓN | USO PRINCIPAL | USO COMPLEMENTARIO | USO COMPATIBLE | CESIÓN TIPO A SOBRE A.N.U. | DENSIDAD Viv/ha NETA | | | ÍNDICE DE OCUPACIÓN | | |
|------------------------|------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|----------------------|----|----|---------------------|----|----|
| | | | | | Bas | A | B | Bas | A | B |
| 12 | FORESTAL Y RECREATIVO PASIVO | VIVIENDA DEL CELADOR O DEL PROPIETARIO | VIVIENDA INSTITUCIONAL RECREATIVO | 35% | 4 | 8 | 16 | 10 | 15 | 20 |
| 13 | FORESTAL Y RECREATIVO PASIVO | VIVIENDA DEL CELADOR O DEL PROPIETARIO | VIVIENDA INSTITUCIONAL RECREATIVO | 35% | 15 | 25 | 30 | 20 | 25 | 30 |
| 14 | FORESTAL Y RECREATIVO PASIVO | VIVIENDA DEL CELADOR O DEL PROPIETARIO | | | | | | | | |

CUADRO No. 2.4

**NORMAS GENERALES DE LAS ZONAS DE MANEJO
 CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO**

CERROS NORTE Y SUR DE SUBA (Decreto No. 0484 de 1988)

| REGLAMENTACIÓN | | CESIÓN | | USO PRINCIPAL | USO COMPLEMENTARIO | USO RESTRINGIDO | DENSIDADES MÁXIMAS Viv/ha | | | INDICE DE OCUPACIÓN AN = Área Neta AB = Área Bruta |
|----------------|---------|--------------------|---|---|---|--|---------------------------|---------------|-------------|---|
| ZONA | SUBZONA | TIPO A | TIPO B | | | | Corto Plazo | Mediano Plazo | Largo Plazo | |
| ZUND | RDDR1 | 25% del área neta | 15 m ² por cada 80 m ² de área construida | Vivienda en agrupación ó conjunto | Institucional Recreacional | | 20 | 20-60 | 60 | 25% - 15% del AN 30% - 20% del AN |
| | RDDR2 | | | | | | 20 | 20-60 | 60 | |
| FTUA | FT-1 | 25% del área bruta | 25% del área bruta | FT = Franja de transición Urbano Ambiental Forestal Protector Productor | Vivienda en Agrupación o conjunto Institucional Grupo 1 | Recreacional Comercio Tipo A - Grupo 2 únicamente hoteles | 5 | 5-20 | 20 | 15% - 6% del AB 30% - 10% del AB |
| | FT-2 | | | | | | 5 | 5-20 | 20 | |
| ZCF | ZCF1 | 25% del área bruta | 25% del área bruta | ZCF = zona de Conservación Forestal Forestal Protector | Vivienda en agrupación o conjunto | Institucional Recreacional | 0,3 | 1 | 1 | 10% del AB 10% del AB |
| | ZCF2 | | | | | | 3 | 3 | 5 | |

2.3.2 Usos Actuales

La mayor parte de la zona en estudio tiene un uso principal permitido y ya conformado como de actividad múltiple, esto es vivienda, comercio, institucional e industrial de bajo impacto.

En la zona oriental los usos predominantes son forestal y recreativo pasivo, se observan bosques naturales primarios y secundarios y potreros con vegetación en rastrojo, el uso de vivienda o uso urbano se localiza principalmente sobre la vía que conduce de Bogotá al Municipio de La Calera entre las localidades de Usaquén y Chapinero donde se encuentran entre otros los barrios San Luis, San Isidro, La Sureña, San Antonio Morasi y Canteras, barrios y conjuntos habitacionales ubicados entre la Carrera 7ª y el límite oriental del perímetro urbano.

Los Cerros de Suba presentan usos en vivienda, Institucional, Recreacional y Forestal, acentuándose el uso de vivienda.

La [Figura No. 2.5](#) fue elaborada a partir de fotografías aéreas tomadas por el INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI y SADEC, en los años 1994, 1996 y 1997, en escalas entre 1:30.000 a 1:42.000 correspondientes a los vuelos C 2546, C 2612 y SAT 404, con base en este material se adelantó un análisis fotointerpretativo consistente en la identificación, clasificación y delimitación de los usos existentes, este ejercicio fue comprobado y complementado en campo y se enfocó básicamente a determinar la cobertura vegetal y las áreas urbanas sin discriminar el tipo de actividad.

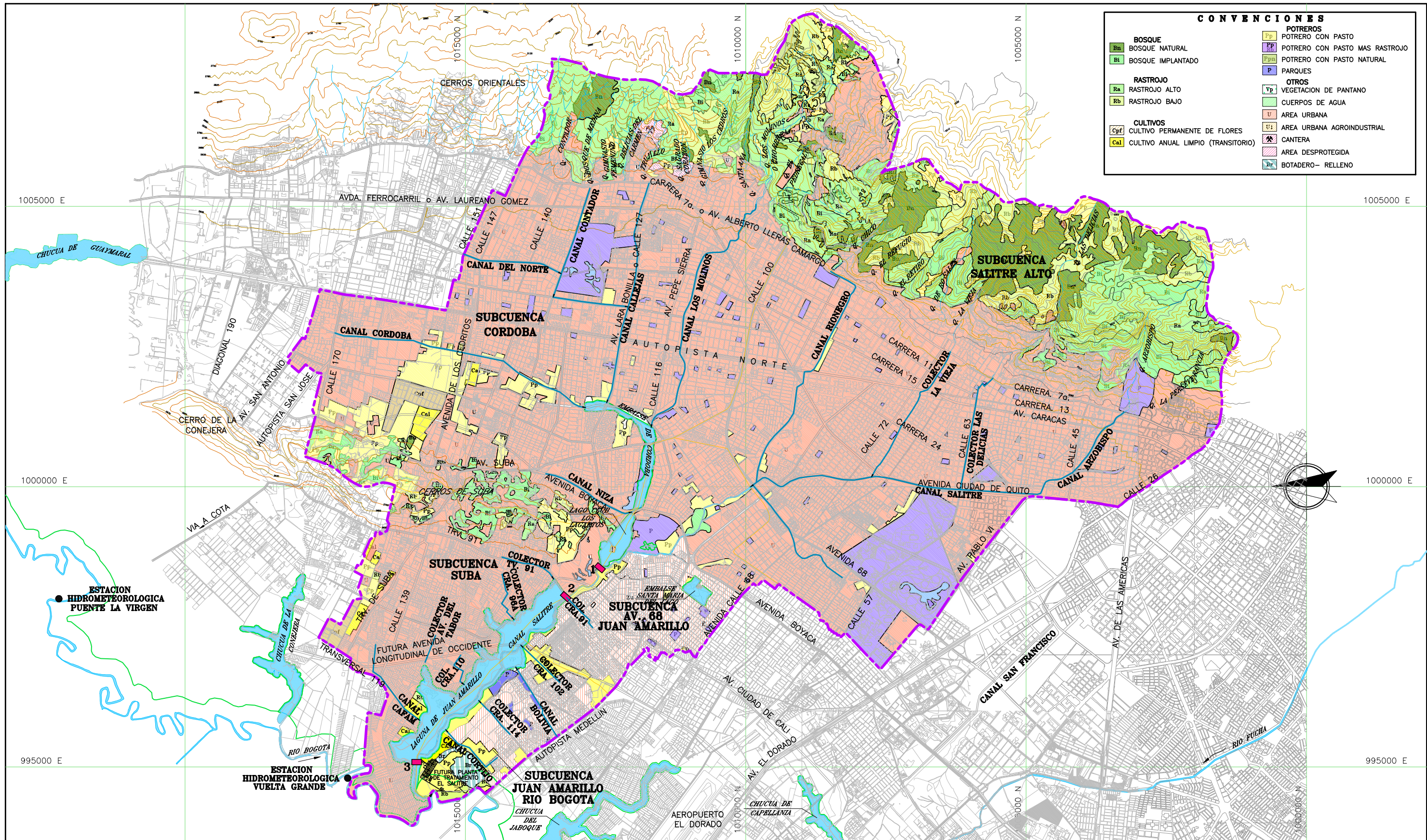
2.4 INFRAESTRUCTURA BÁSICA

2.4.1 Sistema Vial

El sistema vial está conformado por tres (3) tipos de vías, así: vías regionales, vías arteriales y vías locales que a título enunciativo se mencionan a continuación:

- **Vías Regionales**

Son la Avenida Longitudinal de Occidente (proyectada), la Autopista Norte y la Autopista Medellín que por su complejidad e impacto ambiental y urbanístico requieren un especial manejo ambiental.

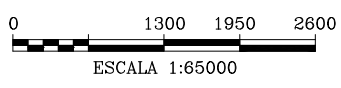


CONVENCIONES

| | |
|--|-------------------------------|
| BOSQUE | POTREROS |
| Bn BOSQUE NATURAL | Pp POTRERO CON PASTO |
| RASTROJO | Ppn POTRERO CON PASTO NATURAL |
| Ra RASTROJO ALTO | P PARQUES |
| Rb RASTROJO BAJO | OTROS |
| CULTIVOS | Vp VEGETACION DE PANTANO |
| Cpf CULTIVO PERMANENTE DE FLORES | C CUERPOS DE AGUA |
| Cal CULTIVO ANUAL LIMPIO (TRANSITORIO) | U AREA URBANA |
| | Ua AREA URBANA AGROINDUSTRIAL |
| | C CANTERA |
| | Ad AREA DESPROTEGIDA |
| | Ba BOTADERO- RELLENO |

CONVENCIONES

| | |
|--|--------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA |
| | CURVA DE NIVEL |



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

USOS ACTUALES DEL SUELO CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA N° 2.5

REF: 65-1FF05-0

PLOTTEO FEB.24/99

- **Vías Arteriales**

Son las vías del sistema vial arterial metropolitano y zonal que requieren una franja de control ambiental de por lo menos diez (10) metros.

- **Vías Locales**

Son aquellas que se inician en el sistema vial urbano y dan acceso a los diferentes barrios, este sistema está integrado por:

- Vías Locales Existentes

Corresponden a la malla vial vehicular y peatonal, constituida por los desarrollos o urbanizaciones existentes, sus secciones transversales corresponden a los anchos mínimos necesarios para el correcto desarrollo de las mismas.

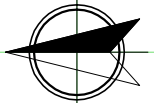
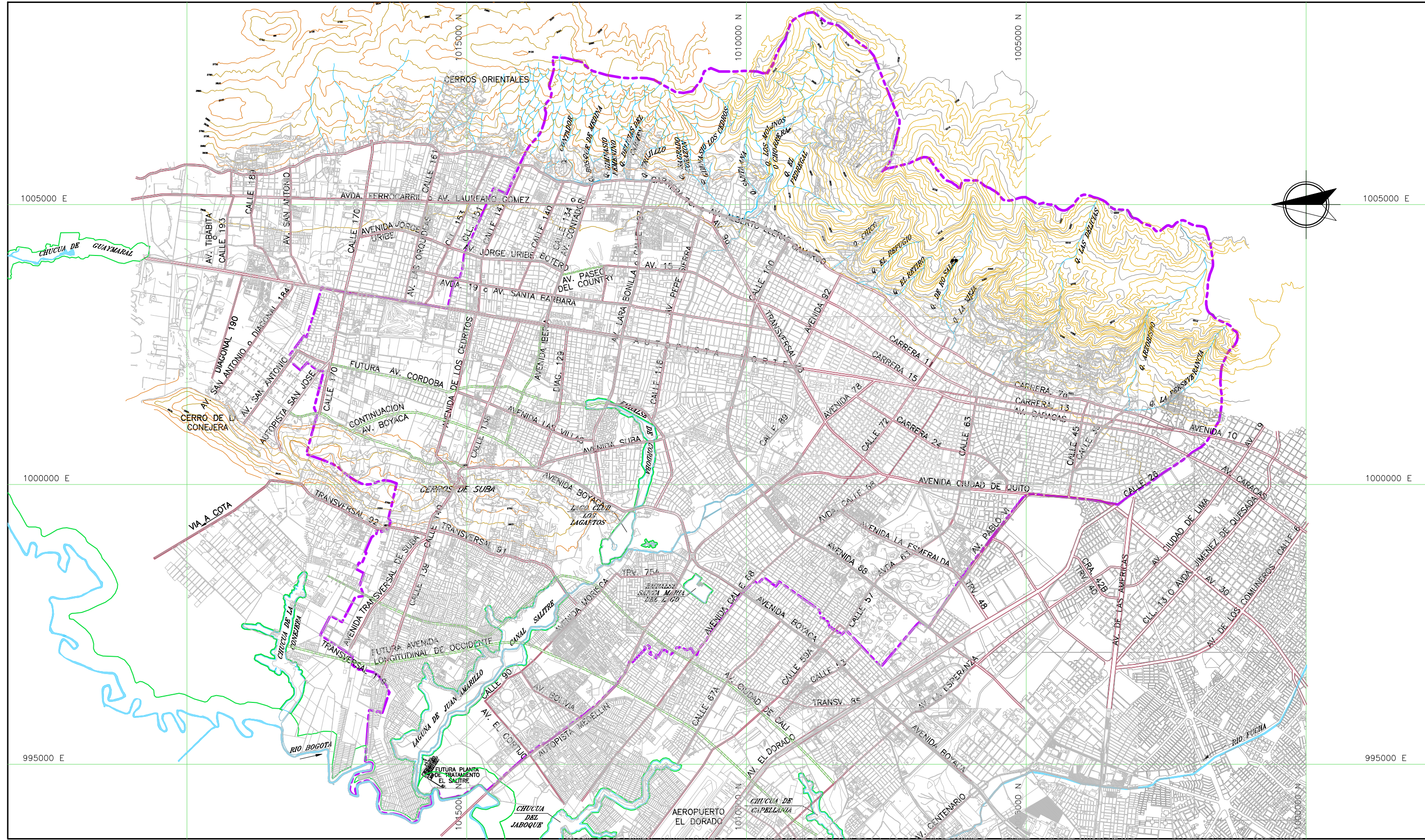
- Vías Locales para Nuevos Desarrollos

Son las diseñadas en las unidades mínimas de acción y serán las requeridas para el normal funcionamiento de los usos urbanos.

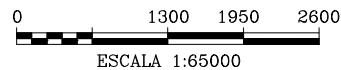
Se enumeran a continuación las principales vías existentes y proyectadas dentro del área en estudio, las cuales se pueden observar en la [Figura No. 2.6](#).


En sentido Norte a Sur:

- Carrera 7ª o Av. Alberto Lleras Camargo
- Av. Ferrocarril o Av. Laureano Gómez
- Carreras 11, 13 y 15
- Autopista Norte y/o Av. Caracas
- Carrera 24
- Carrera 30 o Av. Ciudad de Quito
- Av. Suba
- Av. Boyacá
- Av. 68
- Transversal 91
- Av. Ciudad de Cali
- Futura Av. Longitudinal de Occidente
- Av. Bolivia
- Av. El Cortijo



| CONVENCIONES | |
|---|--------------------------|
|  | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
|  | RONDA HIDRAULICA |
|  | CURVA DE NIVEL |
|  | VIAS EXISTENTES |
|  | VIAS PROYECTADAS |




 Alcaldía Mayor
 de Santa Fe de Bogotá
UPES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias


IDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

| | |
|---|--------------------|
| ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO | FIGURA N° 2.6 |
| RED VIAL EXISTENTE Y PROYECTADA CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO | REF: 65-IFF06-0 |

En sentido Oriente – Occidente

- Calle 170 ó Av. San José
- Calle 147 ó Av. de Los Cedritos
- Transversal de Suba
- Calle 140, 139 y 134
- Calle 127 ó Avenida Lara Bonilla
- Calle 116 ó Avenida Pepe Sierra
- Calle 100
- Calle 80 ó Autopista a Medellín
- Avenida Calle 68
- Calle 72 ó Av. Chile
- Calles 63, 57, 45, 39, 34
- Calle 26 ó Av. El Dorado

2.4.2 Servicio de Acueducto

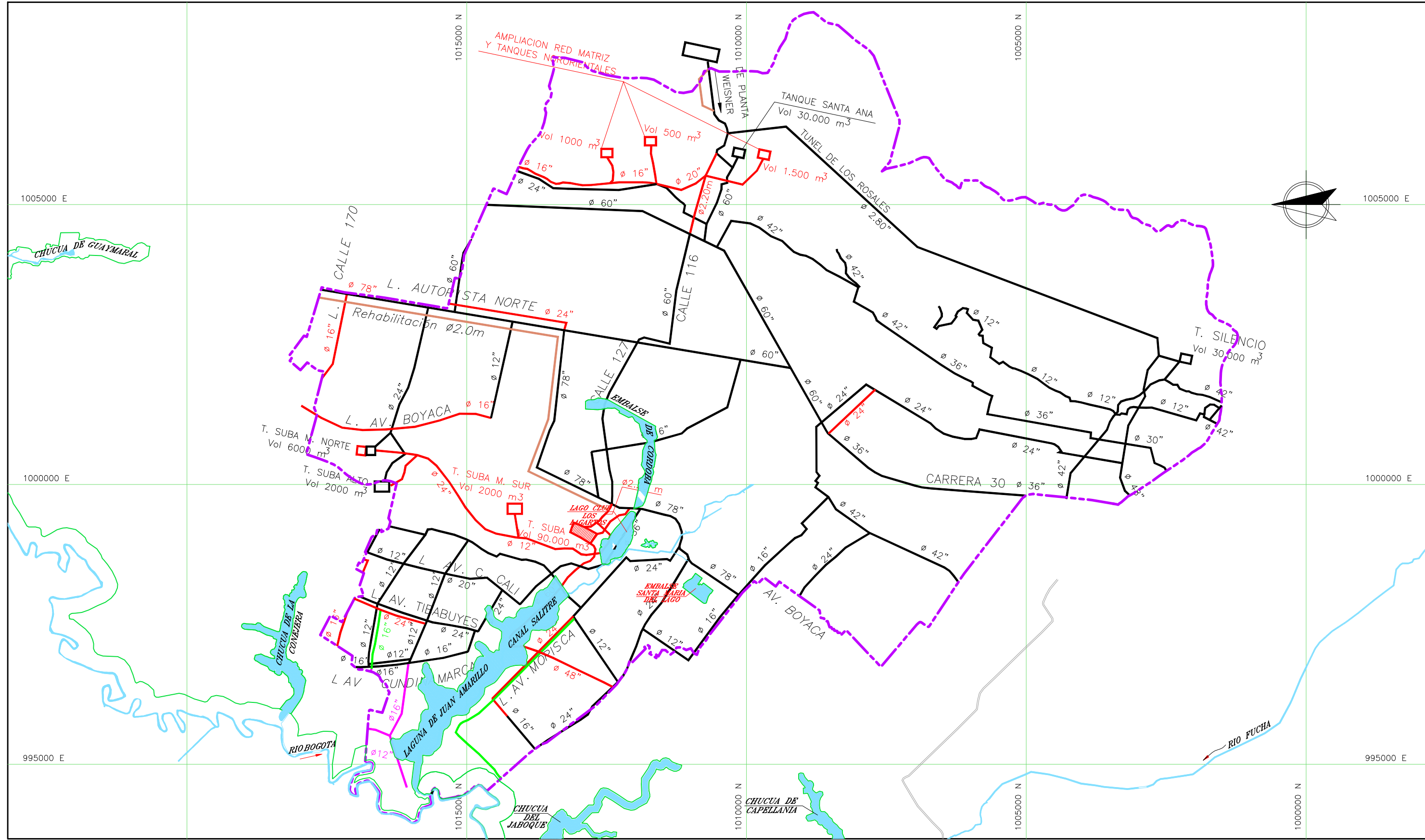
La [Figura No. 2.7](#) presenta la infraestructura de acueducto matriz y secundaria actual y proyectada localizada dentro de la zona en estudio.

Es de anotar que por el área determinada como cuenca del Río Juan Amarillo y por la estructura que tiene la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de distribución del sistema de acueducto la zona es atravesada por redes matrices provenientes de la planta Tibitoc y de la Planta Wiesner las cuales abastecen una gran parte de la ciudad.

Actualmente dentro del área delimitada se realizan obras dentro del Programa Santa Fe encaminadas a optimizar y garantizar la prestación del servicio de acueducto, se citan entre otras la construcción del Tanque de Suba ($V = 90.000 \text{ m}^3$) y redes anexas de alimentación y distribución, redes y tanques para atender el servicio al Sector Nororiental, la rehabilitación de la tubería en $\varnothing 2,00 \text{ m}$ Tibitoc – Casablanca y obras en proceso de concertación en el sector Suba Bajo encaminadas a atender las fallas de servicio que se presentan actualmente en los barrios localizados al occidente de la Laguna Juan Amarillo (Barrios Bilbao, Santa Cecilia, Lisboa y Berlín).

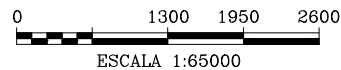
2.4.3 Servicio de Alcantarillado

El área en estudio tiene una infraestructura existente de canales, colectores e Interceptores que permiten en una forma más o menos adecuada drenar las aguas hasta verterlas finalmente al Río Bogotá.



CONVENCIONES

| | | | |
|--|--------------------------|--|----------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO | | OBRAS CONCERTACION |
| | RED EXISTENTE | | RONDA HIDRAULICA |
| | PROGRAMA SANTAFE I | | OBRAS VULNERABILIDAD |
| | OBRAS SEGUNDA ETAPA | | RIO |



Alcaldía Mayor
 de Santa Fe de Bogotá
UPES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

| | |
|---|-------------------|
| ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO | FIGURA N° 2.7 |
| INFRAESTRUCTURA DE ACUEDUCTO CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO | REF: 651FF07-0 |

PLOTTEO FEB.22/99

007.DWG

El sistema pluvial y sanitario está concebido en forma separada pero la realidad es que los sistemas presentan un alto porcentaje de conexiones erradas.

- **Alcantarillado Sanitario**

Lo conforman varios interceptores secundarios y redes menores que drenan finalmente hacia el Interceptor Salitre el cual es el elemento ordenador del Sistema Sanitario.

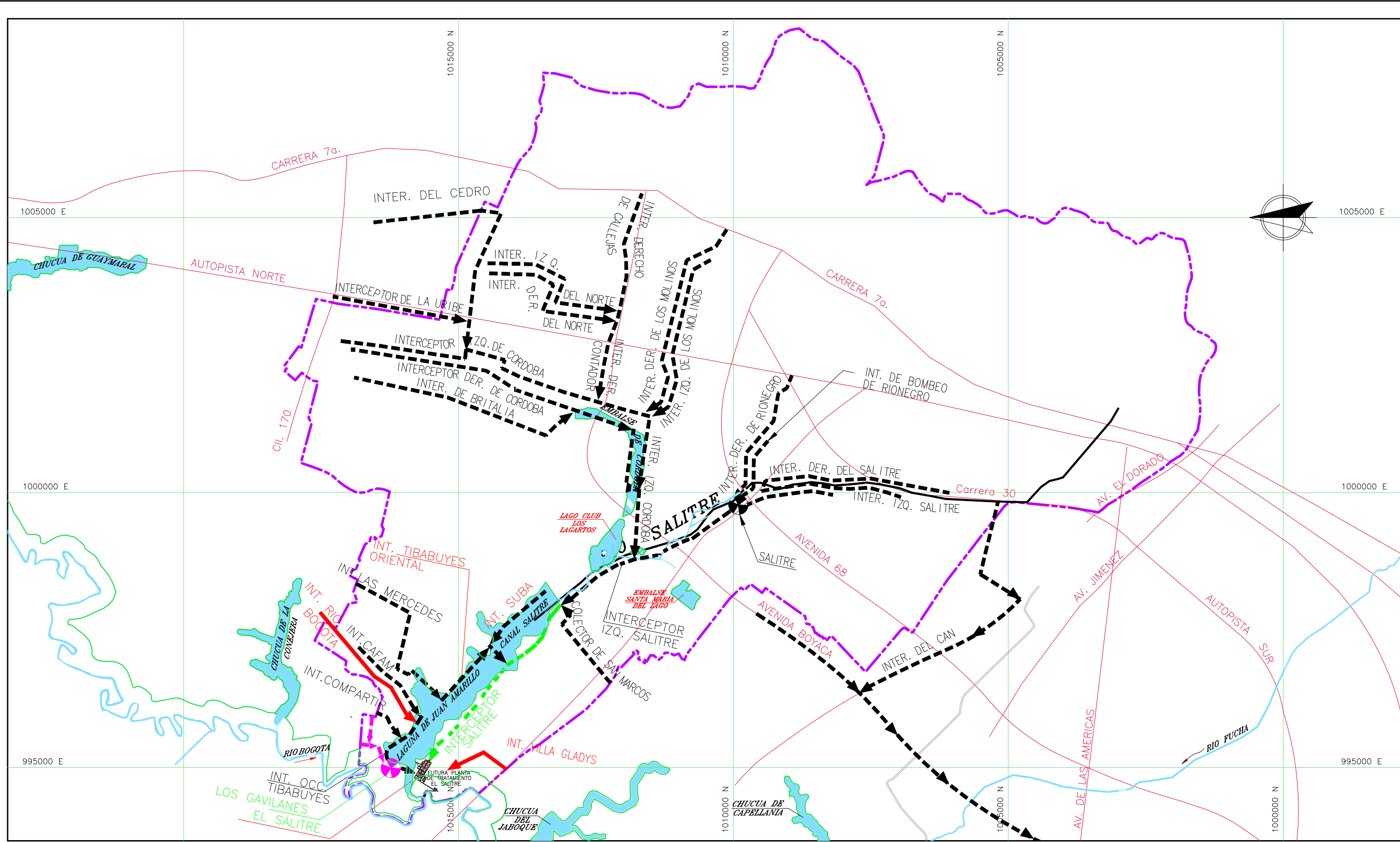
Actualmente la EAAB-ESP construye entre la estación elevadora El Salitre (Calle 80 Av. 68) y la Carrera 91, la prolongación en conducto cerrado de un box de dos celdas que permitirá la separación de los vertimientos pluviales y sanitarios en este trayecto de la ciudad.

De la Carrera 91 al Río Bogotá las aguas sanitarias se transportan a través de un canal provisional en tierra, perimetral al humedal de Juan Amarillo que en un futuro llevará todos los vertimientos a la futura planta de tratamiento El Salitre (actualmente en construcción) ubicada en el lote El Cortijo en inmediaciones al Río Bogotá con Autopista Medellín.

El drenaje sanitario se muestra en la [Figura No. 2.8](#) y en términos generales se describe a continuación:

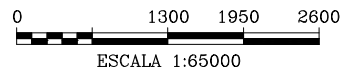
El área comprendida al Norte del Río Salitre y al Oriente de los Cerros de Suba drena a través de Interceptores Secundarios en sentido Oriente – Occidente y Norte y Sur, buscando el Interceptor Izquierdo del Córdoba, principal conducto que entrega al Interceptor Salitre. Entre los principales interceptores secundarios se mencionan: El Cedro, La Uribe, Derecho de Córdoba, Britalia, Callejas, Contador y Los Molinos.

- El área al occidente de los Cerros de Suba el drenaje se realiza mediante redes que entregan a los Interceptores Compartir, Cafam, Las Mercedes, Suba, Tibabuyes Oriental y Occidental y al futuro Interceptor Río Bogotá; vale la pena destacar que los últimos cuatro Interceptores citados permitirán en un futuro cercano evitar descargas sanitarias al Humedal de Juan Amarillo, drenando directamente al canal en tierra que conduce las aguas sanitarias a la Planta de Tratamiento El Salitre.
- El sur del área en estudio que drena hacia el Interceptor Salitre lo hace a través de los Interceptores de Rionegro, Derecho e Izquierdo del Salitre, la Estación Elevadora El Salitre ubicada en la Calle 80 con Av. 68, y el Colector San Marcos.



CONVENCIONES

| | | | |
|--|---------------------------------|--|------------------------------------|
| | LIMITE AREA DE ESTUDIO | | RONDA HIDRAULICA |
| | TRONCALES EXISTENTES | | VIAS EXISTENTES |
| | TRONCALES PROGRAMA SANTAFE I | | LAGUNA O EMBALSE |
| | TRONCALES PROYECTADAS | | RIO |
| | TRONCALES PROGRAMA CONCERTACION | | ESTACION ELEVADORA |
| | | | (PERIODO DE EJECUCION SEGUN COLOR) |



Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá

UPES

 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

HIDROTEC

 INGENIEROS CONSULTORES

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

 INFRAESTRUCTURA DE ALCANTARILLADO SANITARIO CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA N° 2.8

 REF: 65-IFF08-0

PLOTTEO FEB.22/99

009.DWG

- **Alcantarillado Pluvial**

El sistema de redes de alcantarillado pluvial que da cobertura a la cuenca del Río Salitre tiene como elemento ordenador el Canal Salitre y el Humedal de Juan Amarillo, la [Figura No. 2.9](#) presenta la infraestructura pluvial existente y proyectada.

Los canales Norte, Camino de Contador, Callejas, Contador y Córdoba drenan sus aguas al embalse Córdoba y éste a su vez las conduce al Canal Salitre, recibiendo un caudal adicional en su recorrido de los canales Niza y Córdoba Bajo. Estos canales drenan el área comprendida entre los Cerros Orientales, los Cerros de Suba, Calles 170 y 151 hasta la Calle 100.

El sector Suroriental del área en estudio está delimitado por los Cerros Occidentales, la Avenida 68, la Calle 100 y la Avenida El Dorado, su drenaje es atendido por los canales Chico, Los Rosales, La Vieja, Las Delicias, Arzobispo, Sears, Rionegro, Castellana, Río Nuevo y Salitre, al cual llegan todas las aguas lluvias y cuyo drenaje se realiza de Oriente a Occidente.

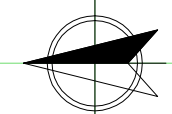
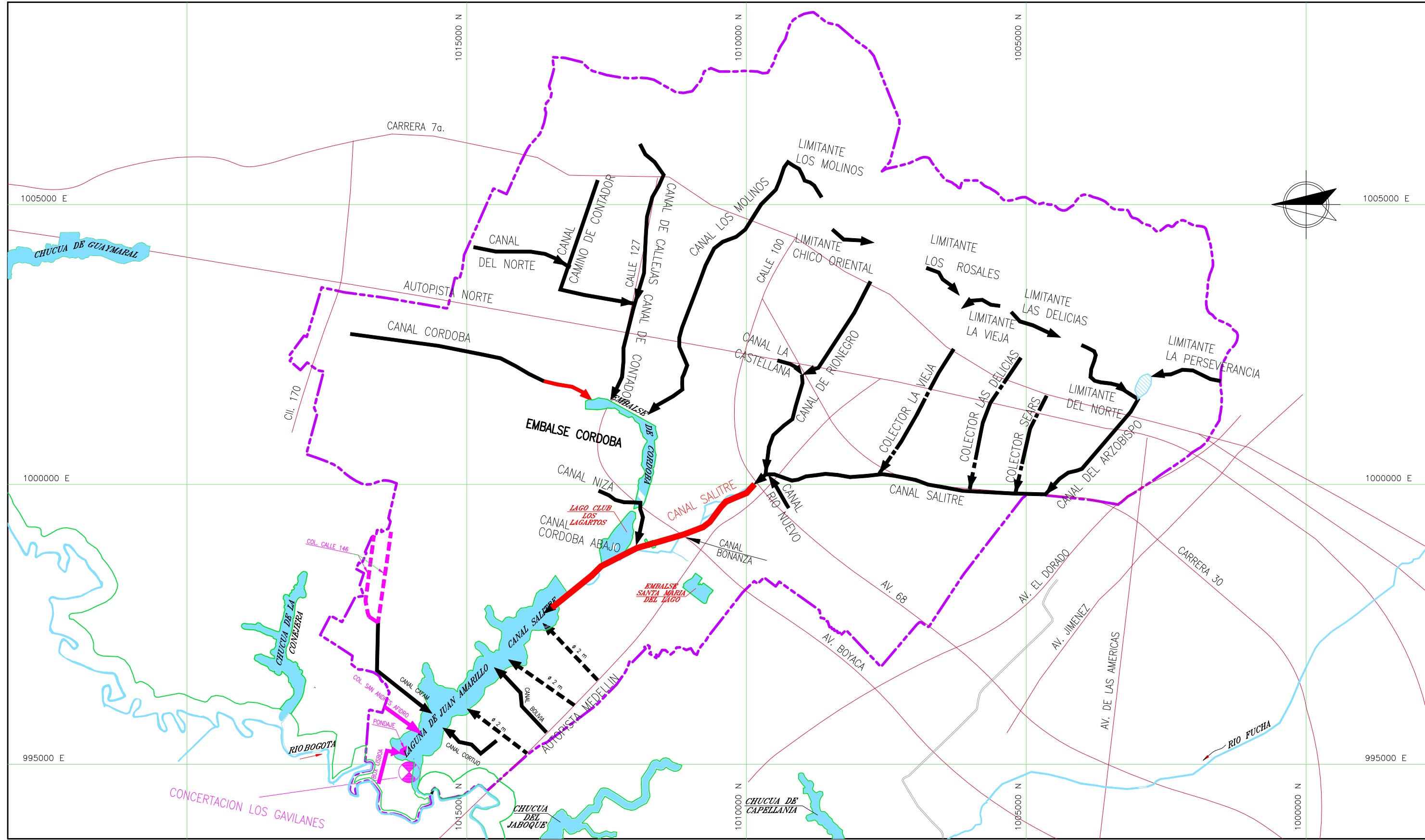
En la parte Occidental está el Humedal de Juan Amarillo el cual recibe descargas directas por su parte Suroccidental a través de tres (3) colectores principales y de los canales Bonanza, Bolivia y Cortijo, atendiendo el área comprendida entre la Avenida Boyacá, el Río Bogotá, la Calle 80 y el Humedal de Juan Amarillo.

Por último el área localizada al norte del Humedal de Juan Amarillo drena en sentido Norte – Sur a través del Canal Cafam y de varios colectores de diámetros menores, los cuales descargan directamente al Humedal, el área se encuentra delimitada por la parte occidental de los Cerros Norte y Sur de Suba, la Transversal de Suba, Transversal 110, Calle 156 y Río Bogotá.

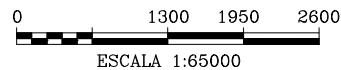
El Canal Salitre se encuentra revestido desde su punto de inicio en la Calle 48 con Carrera 30 hasta la Avenida 68, en la actualidad la EAAB-ESP adelanta trabajos de revestimiento entre la Avenida 68 y la Transversal 91, donde el canal descarga al Humedal de Juan Amarillo; el Humedal hace las funciones de embalse amortiguador cuyo caudal de salida es gobernado por una estructura de control localizada aguas arriba de la descarga del Río salitre al Río Bogotá.


- **Tratamiento de Aguas Servidas**

Actualmente está en construcción la primera etapa de la Planta de Tratamiento del Río Juan Amarillo, en este lugar se efectuará inicialmente un tratamiento preliminar y primario a un caudal promedio de aguas servidas de 4 m³/s.



| CONVENCIONES | |
|--------------|---|
| | LIMITE AREA DE ESTUDIO |
| | CANAL EXISTENTE |
| | COLECTOR EXISTENTE |
| | TRONCALES PROGRAMA SANTA FE I |
| | TRONCALES PROGRAMA CONCERTACION |
| | RONDA HIDRAULICA |
| | VIAS EXISTENTES |
| | LAGUNA O EMBALSE |
| | RIO |
| | ESTACION ELEVADORA (PERIODO DE EJECUCION SEGUN COLOR) |




 Alcaldía Mayor
 de Santa Fe de Bogotá
UPES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias


HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO
 INFRAESTRUCTURA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL
 CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA N°
 2.9
 REF:
 65-IFF09-0

PLOTTEO FEB.22/99
 008.DWG

La Planta de Tratamiento tratará aguas residuales domésticas producidas en las cuencas sanitarias de Torca y Salitre, en su primera fase el Tratamiento Primario deberá garantizar al Distrito Capital una remoción de un 40% de la DBO₅ y un 60% de sólidos suspendidos.

La construcción y puesta en operación de esta planta al igual que las redes troncales sanitarias descritas anteriormente beneficiarán en forma especial a las comunidades circunvecinas al Humedal Juan Amarillo y a las del Río Bogotá situadas aguas abajo de la descarga de la planta.

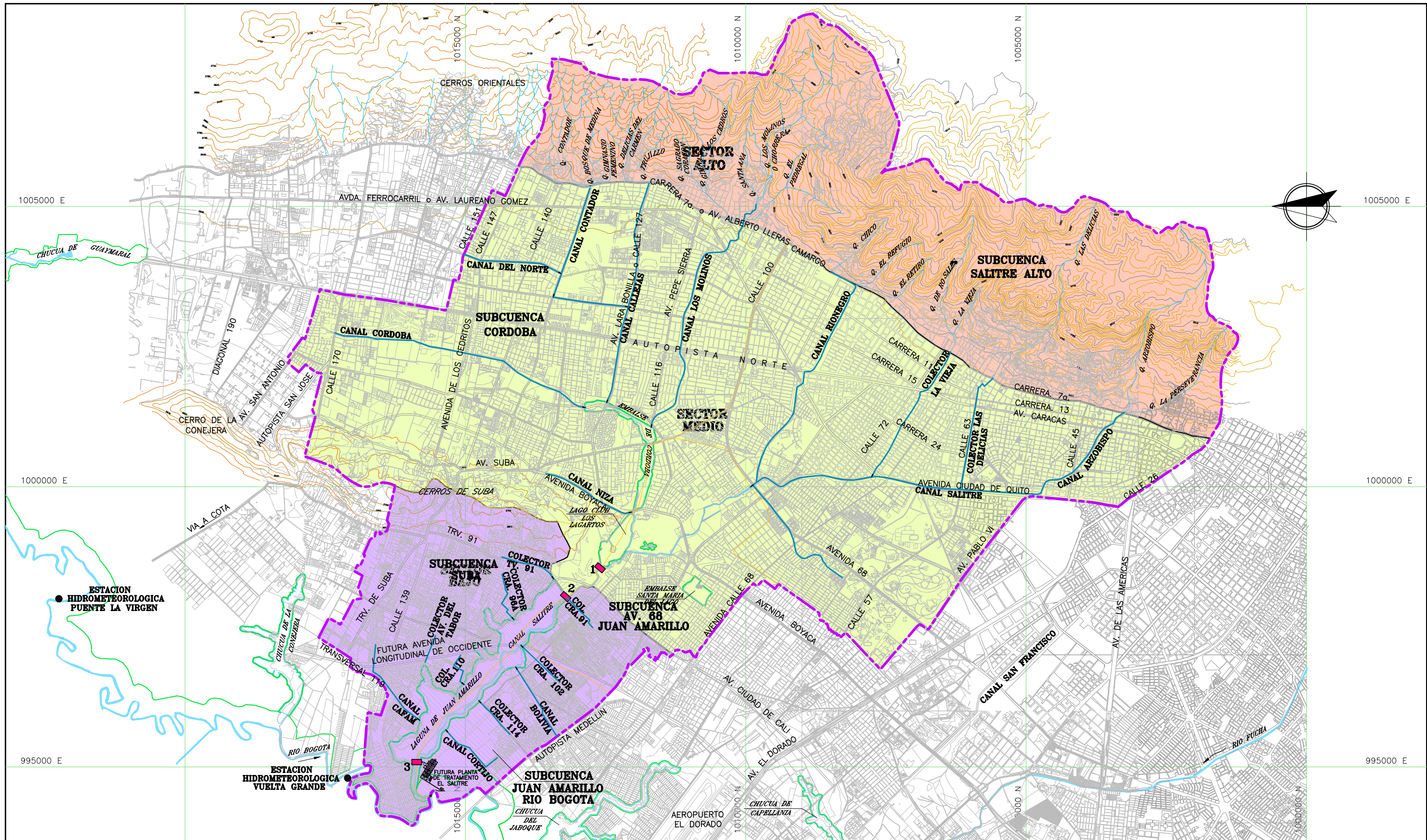
2.5 HIDROLOGÍA

2.5.1. Cuencas, Corrientes y Cuerpos de Agua

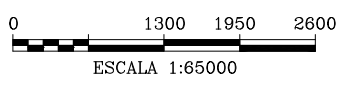
La cuenca del Río Juan Amarillo comprende un área de 12.892 ha, distribuidas en un sector alto que presenta corrientes naturales de agua de alta pendiente sobre los Cerros Orientales de la ciudad; un sector medio que es plano y comprende gran parte del sistema pluvial de la ciudad donde se han canalizado, entubado y rectificado los cursos naturales y un sector bajo donde se encuentran cuerpos amortiguadores naturales que entregan al Río Bogotá y han sido reducidos en su capacidad por acción antrópica. En la [Figura No. 2.10](#) se presenta la sectorización efectuada de la cuenca.

La red hidrógrafica del Río Juan Amarillo está compuesta por los canales de Córdoba, Callejas y Rionegro que entregan al embalse de Córdoba y el Canal Salitre que recibe los caudales amortiguados del Canal Córdoba y entrega al embalse de Juan Amarillo. En la [Figura No. 2.11](#) se presenta la configuración de la red de drenaje de la ciudad que es tributaria del Río Juan Amarillo.

En el sector alto de la cuenca se encuentran las Quebradas Callejas, Contador, Los Molinos, Chico, Rionegro, Los Rosales, Las Delicias, Arzobispo y otras corrientes menores. Las principales características morfométricas del sector hasta los sitios donde se encuentran canalizadas o entubadas las corrientes se presentan en el [Cuadro No. 2.5](#).



| CONVENCIONES | |
|--------------|---|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA |
| | SISTEMA PLUVIAL |
| | LIMITE SECTOR |
| | CURVA DE NIVEL |
| | SECTOR |
| | ESTACION HIDROMETEOROLOGICA |
| | PUNTOS DE ANALISIS EN LA CUENCA: |
| | 1-CONFLUENCIA DE LAS SUBCUENCAS CORDOBA Y SALTRE ALTO |
| | 2-ENTREGA AGUAS LLUVIAS AL HUMEDAL J. AMARILLO |
| | 3-ESTRUCTURA DE CONTROL DE ENTREGA DEL J. AMARILLO AL RIO BOGOTA (BOX COULVERT) |



Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá

 UPIES

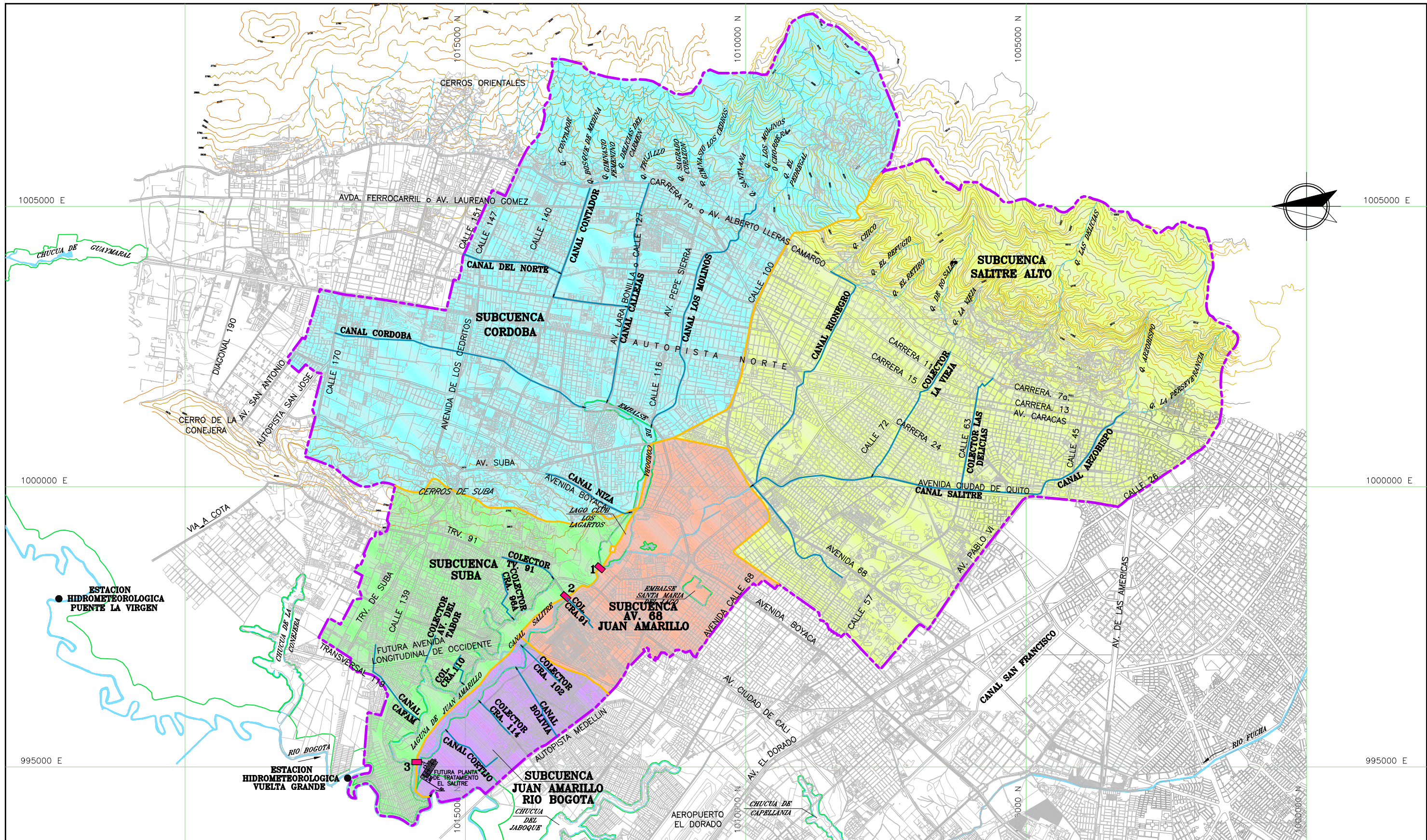
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

HIDROTEC

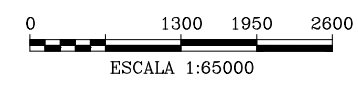
 INGENIEROS CONSULTORES

| | |
|--|-----------------|
| ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO | FIGURA N° 2-10 |
| SECTORES DE LA CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO | REF: 65-1FF10-0 |

PLOTTEO FEB.22/99
 006.DWG



| CONVENCIONES | |
|--------------|--------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA |
| | SISTEMA PLUVIAL |
| | LIMITE SUBCUENCA |
| | CURVA DE NIVEL |
| | SUBCUENCA |



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
DEL RIO JUAN AMARILLO

SUBCUENCAS DE DRENAJE, SISTEMA PLUVIAL, CORRIENTES
Y CUERPOS DE AGUA
CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA N°
2.11

REF:
65-IFF11-0

PLOTTEO FEB.26/99

005.DWG

CUADRO No. 2.5

**PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS
DE LAS CORRIENTES DEL SECTOR ALTO**

| CORRIENTE | ÁREA km² | LONGITUD CORRIENTE PRINCIPAL (m) | ELEVACIÓN MÁXIMA * (m) | ELEVACIÓN MÍNIMA * (m) | PENDIENTE MEDIA (%) |
|---------------------------------------|--------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Q. Contador | 1,37 | 2.550 | 3.040 | 2.575 | 18,24 |
| Bosque Medina | 0,37 | 940 | 2.824 | 2.590 | 24,89 |
| Gimnasio Femenino | 0,17 | 470 | 2.700 | 2.570 | 27,66 |
| Las Delicias del Carmen ó Q. Trujillo | 1,66 | 1.930 | 3.075 | 2.573 | 26,01 |
| Sagrado Corazón | 0,67 | 750 | 2.900 | 2.625 | 36,67 |
| Gimnasio Los Cerros | 1,69 | 2.330 | 3.000 | 2.574 | 18,28 |
| Santa Ana | 1,45 | 1.500 | 3.050 | 2.663 | 25,80 |
| La Chorrera ó Q. Molinos | 7,09 | 4.400 | 3.030 | 2.554 | 10,81 |
| El Pedregal (CAI oriente) | 0,79 | 450 | 2.756 | 2.600 | 34,67 |
| Chico Alto | 2,69 | 1.770 | 3.130 | 2.662 | 26,44 |
| El Refugio | 0,71 | 840 | 2.923 | 2.665 | 30,71 |
| El Retiro (Oriente) | 0,63 | 560 | 2.863 | 2.660 | 36,25 |
| Los Rosales | 2,17 | 2.450 | 3.170 | 2.668 | 20,49 |
| La Vieja | 3,43 | 2.860 | 3.192 | 2.640 | 19,30 |
| Las Delicias | 4,97 | 3.890 | 3.238 | 2.594 | 16,56 |
| Arzobispo | 4,22 | 4.200 | 3.200 | 2.590 | 14,52 |
| La Perseverancia | 2,44 | 1.290 | 3.070 | 2.705 | 28,30 |

* Cotas Sistema Bogotá.

** Áreas de cuencas aferentes naturales hasta la Carrera 7ª.

En el sector medio las quebradas se encuentran canalizadas o entubadas y el dimensionamiento de las secciones han sido desarrolladas según las normas de la EAAB-ESP.

Las corrientes del sector alto en su recorrido presentan velocidades altas, las cuales se ven considerablemente disminuidas en el momento que ingresan al sector medio, debido a la notable diferencia de pendientes entre los sectores, ocasionando la disminución de la capacidad de arrastre y presencia de sedimentos los cuales disminuyen la sección hidráulica de los conductos.

La parte baja amortigua las crecientes generadas en los sectores medio y alto en los embalses de Córdoba y Juan Amarillo antes de su entrega al Río Bogotá, lo cual protege de inundaciones a sectores aguas abajo (Engativá y Fontibón) pero crea localmente condiciones de niveles altos de agua en inmediaciones de los embalses de amortiguación.

En el numeral 3 se describen en detalle las principales características hidráulicas de cada quebrada y de las lagunas.

2.5.2 Análisis de Precipitación

Los estudios de precipitación se orientan a determinar para cada una de las subcuencas los análisis de precipitación siguientes: media mensual, total multianual, y la máxima en 24 horas y las precipitaciones de diseño requeridas para evaluar crecientes en diferentes períodos de retorno, ante la ausencia de registros de medición directa de caudales.

El análisis de precipitación se apoya en resultados de estudios desarrollados por la EAAB-ESP. El documento “Estudio para Análisis de Caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá” elaborado por IRH LTDA para la EAAB-ESP en 1995 determina las relaciones de Intensidad – Frecuencia – Duración que son utilizadas en este estudio. El documento “Diseño Conceptual de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial en Varios Sectores de la Ciudad” elaborado por HIDROTEC LTDA para la EAAB-ESP en 1998 suministra información de la lluvia media multianual, a nivel mensual.

El análisis se complementó con el trazado de líneas isoyetas para precipitaciones máximas en 24 horas, mensuales y totales anuales promedio.

2.5.2.1 Lluvia Media Multianual

El comportamiento de la lluvia media multianual se extrae de estudios recientes antes mencionados¹. Los criterios y resultados que se presentan en tales estudios se resumen a continuación:

- **Información Pluviométrica**

Se contó con información de dieciocho (18) estaciones registradoras de precipitación cuyos datos se presentan en el [cuadro No. 2.6](#). Se realizó el análisis y complementación de los resultados de las series de los últimos 20 años. Aunque estos períodos para el conjunto de estaciones no son cronológicamente simultáneos, con la selección de los períodos individuales mencionados, se asegura que las isoyetas que se obtengan con base en los valores de precipitación media de cada estación, corresponden a precipitaciones normales en toda el área de estudio.

Para cada estación seleccionada el estudio citado¹ obtuvo, las series mensuales de precipitación en las entidades operadoras (EAAB-ESP, CAR). Estos registros tienen vacíos de información para algunos meses, en el estudio mencionado fue necesario llevar a cabo el proceso de complementación y del cual se presenta un resumen a continuación:

¹ Diseño Conceptual de Alcantarillado en Varios Sectores de la Ciudad – Memorando Técnico 31MT03-1, EAAB-ESP, Hidrotec Ltda – Junio 1997.

CUADRO No. 2.6

VALORES ANUALES DE LA PRECIPITACIÓN EN LAS ESTACIONES

| ESTACION | PRECIPITACION (mm/año) | PERIODO | Nº. de Años |
|------------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Cerros de Suba | 859 | 1975 - 1994 | 20 |
| Lab. Hormona | 932 | 1971 - 1990 | 20 |
| Usaquén Sta. Ana | 957 | 1975 - 1994 | 20 |
| Contador | 931 | 1975 - 1994 | 20 |
| Camavieja | 808 | 1975 - 1996 | 22 |
| El Verjón | 1.184 | 1975 - 1995 | 21 |
| La Vieja | 1.016 | 1971 - 1990 | 20 |
| San Luis | 969 | 1975 - 1995 | 21 |
| Techo | 594 | 1972 - 1971 | 20 |
| La Cabaña | 770 | 1976 - 1995 | 20 |
| San Rafael | 731 | 1976 - 1995 | 20 |
| San Diego | 957 | 1973 - 1993 | 21 |
| La Ramada | 717 | 1976 - 1995 | 20 |
| La Lumbre | 627 | 1969 - 1988 | 20 |
| Tibaitatá | 653 | 1996 - 1995 | 20 |
| A. Guaymaral | 754 | 1996 - 1995 | 20 |
| Jardín Botánico | 912 | 1975 - 1993 | 19 |
| A. El Dorado | 795 | 1994 - 1995 | 22 |

- **Complementación de las Series Mensuales de Precipitación**

Esta complementación se realizó mediante análisis de regresión entre las series mensuales de precipitación de estaciones vecinas, estableciendo ecuaciones de regresión lineal del tipo.

$$P1 = A \cdot P2 + B$$

en donde:

P1 es el valor mensual (en mm) de la precipitación en la estación para la cual se complementa la información mensual (variable dependiente).

P2 es el valor mensual (en mm) de la precipitación con base en el cual se complementa la información mensual (variable independiente).

A y B son parámetros de la ecuación.

En el [Cuadro 2.7](#) se presentan las estaciones dependientes e independientes que fueron sometidas al análisis de regresión con los parámetros de las ecuaciones y los coeficientes de correlación obtenidos.

CUADRO No. 2.7
ECUACIONES DE REGRESIÓN PARA COMPLEMENTACIÓN DE SERIES
MENSUALES $PI=A*P2+B^1$

| P1 | P2 | A | B | R ² |
|-------------------|-------------------|--------|--------|----------------|
| San Diego | Camavieja | 0,9879 | 14,65 | 0,6793 |
| La Vieja | San Luis | 0,861 | 9,4836 | 0,7026 |
| Techo | Tibaitatá | 0,7152 | 9,565 | 0,6141 |
| Contador | Usaquén Santa Ana | 0,8059 | 13,262 | 0,6249 |
| Usaquén Santa Ana | Contador | 0,7755 | 19,837 | 0,6249 |
| Lab. Hormona | Cerros de Suba | 0,8421 | 16,401 | 0,6129 |
| Camavieja | Jardín Botánico | 0,7588 | 9,0472 | 0,7432 |
| Jardín Botánico | Camavieja | 0,9794 | 10,8 | 0,7432 |
| La Lumbre | Tibaitatá | 0,7703 | 5,959 | 0,5215 |
| Tibaitatá | La Lumbre | 0,677 | 21,565 | 0,5215 |
| Aerp. El Dorado | La Ramada | 0,9872 | 6,8355 | 0,822 |
| La Ramada | Aeropuerto | 0,3326 | 5,021 | 0,822 |

NOTA : Las estaciones San Luis, Cerros de Suba, La Cabaña y San Rafael no requirieron complementación. Los muy pocos meses faltantes en los registros mensuales de las estaciones El Verjón y Aeropuerto Guaymaral fueron calculados con la media mensual.

Aunque aparentemente la dispersión es alta debido a la naturaleza misma del fenómeno de precipitación, los coeficientes de correlación son aceptables especialmente teniendo en cuenta que las series mensuales son considerablemente largas.

• **Análisis de la Precipitación Media**

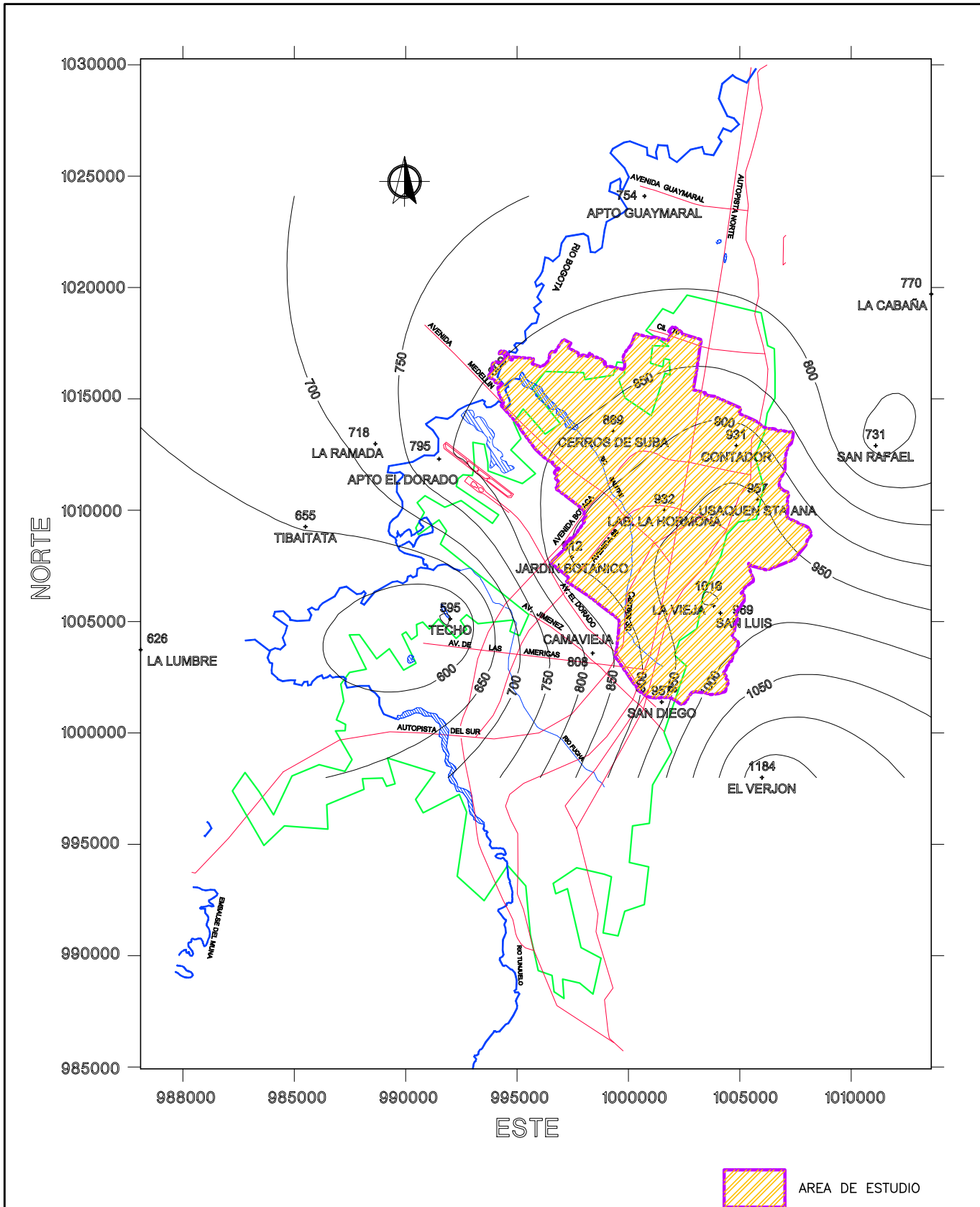
En el [Cuadro 2.6](#) se presentan los valores multianuales obtenidos, de los totales mensuales y anuales de la precipitación en todas las estaciones consideradas. La precipitación media en la cuenca es de 910 mm/año, con una variación espacial de 1.000 mm/año en el sector sur, y hasta 800 mm/año en el sector norte ([Figura 2.12](#)), esta información que se consigna en este informe a manera de resumen fue desarrollado por HIDROTEC LTDA para la EAAB-ESP. (Ref 1)¹.

Con base en la información obtenida de la EAAB-ESP y la CAR y mediante el uso del paquete de computador SURFER se establecieron las isoyetas medias multianuales mensuales y anuales cuyos cálculos y esquemas se presentan en el anexo al final de este informe.

Las isoyetas medias multianuales mostradas en el [Figura Nº. 2.12](#) muestran una disminución de la lluvia hacia el norte y el occidente de la estación El Verjón, entre valores de 1.150 mm/año a 550 mm/año en las vecindades de la estación Techo. En la cuenca del Juan Amarillo la lluvia media anual sobre el área es del orden de 950 mm/año.

En cuanto a las isoyetas medias mensuales, puede observarse en general, que durante el período seco común (Diciembre a Febrero y aún en Marzo) la precipitación más alta se presenta a lo largo de un eje coincidente con los cerros

¹ Diseño Conceptual de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial en Varios Sectores de la Ciudad EAAB-ESP Hidrotec Ltda, Ingenieros Consultores.



Tomada del Diseño conceptual de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial en varios sectores de la ciudad, elaborado para la EAAB-ESP por la firma Hidrotec Ltda Ingenieros Consultores.

| | | | |
|--|--|---|----------------------|
| <p>Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá</p> <p>UPES</p> <p>Unidad de Prevención y Atención de Emergencias</p> | | ZONIFICACION DE REGISTROS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO | FIGURA No. 2.12 |
| | | CURVAS ISOYETAS TOTALES ANUALES CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO | REF. : 65-IFF12-0 |

PLOTEADO FEB.23/99
 011.DWG

orientales (estaciones Contador, Usaquén - Santa Ana, La Vieja y San Luis) disminuyendo en todas direcciones. Este patrón es diferente en Abril y Mayo : (primer período de lluvias en el año) la mayor precipitación ocurre en ejes con otras direcciones al anterior (Jardín Botánico, Usaquén - Santa Ana y Jardín Botánico - El Verjón), Durante los meses secos de Junio a Septiembre los valores de precipitación disminuyen desde la zona de El Verjón hacia el nor-occidente, mientras que en el segundo período de lluvias altas (Octubre y Noviembre) la distribución de la precipitación tiene un patrón concéntrico, disminuyendo en todas direcciones desde los puntos de precipitación más alta localizados en las estaciones de Lab. La Hormona y San Diego, respectivamente.

2.5.2.2 Precipitación Máxima

En esta sección se presenta la caracterización de las precipitaciones máximas en la cuenca del Río Juan Amarillo, tanto temporal como espacialmente.

- **Relaciones Intensidad - Frecuencia - Duración**

Para establecer estas relaciones, necesarias para evaluar el caudal de diseño de los colectores, se utilizó el sistema de información de tormentas (SISTORM) de la EAAB-ESP (Ref. 1)¹, con el cual se determinan las ecuaciones IDF para un punto dado mediante una ecuación de la forma:

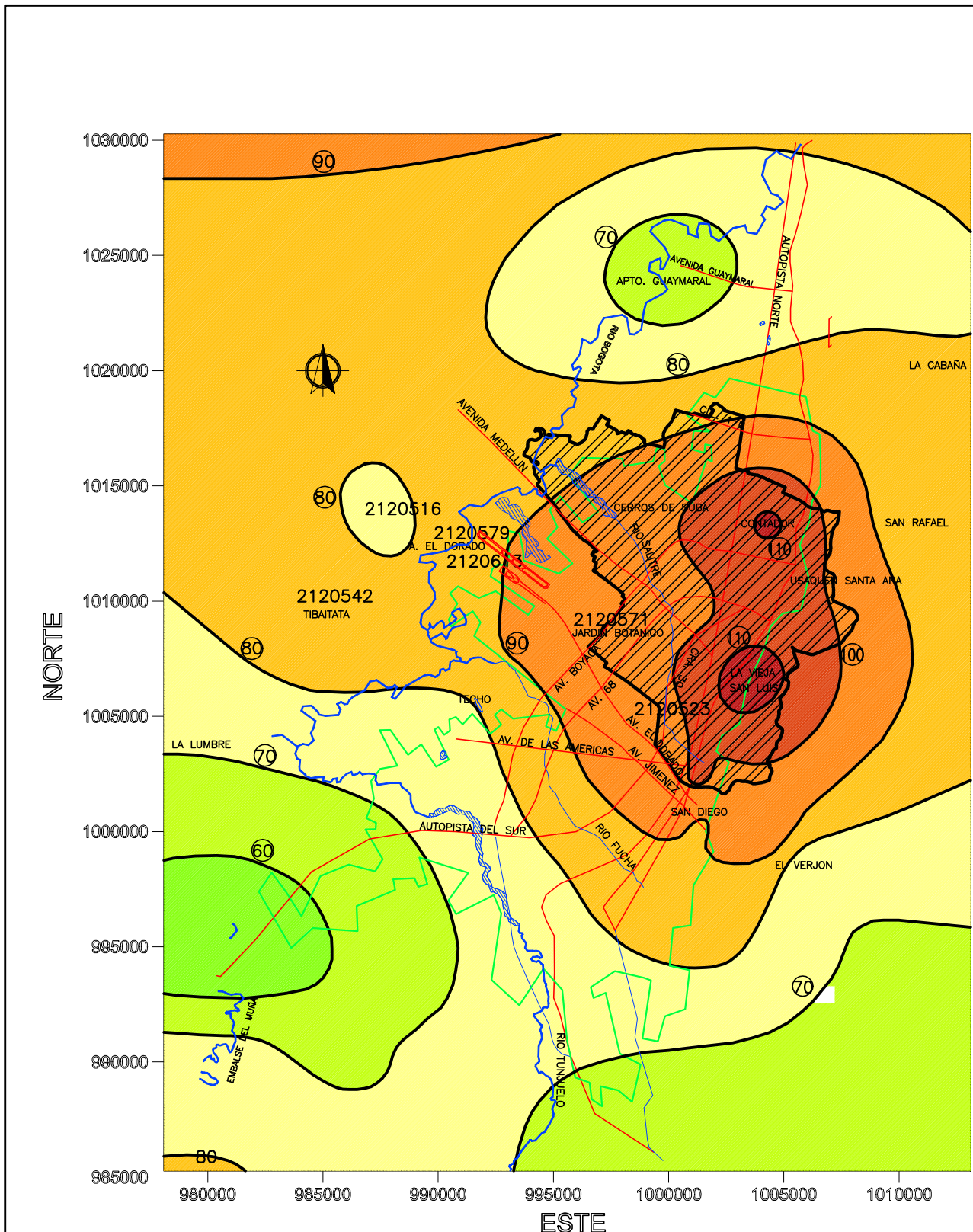
$$I (D,T) = C_1 (D + D_0) ^{-C_2}$$

En I la Intensidad en mm/h correspondiente a una duración, D en minutos y un período de frecuencia T en años, y D_0 , C_1 y C_2 son parámetros de la ecuación.

La variación espacial de estas relaciones en el área de estudio se pueden apreciar en las [Figuras Nos. 2.13 a 2.17](#) que muestran las isoclinas de intensidad en Bogotá correspondientes a T = 10 años y D = 15 min, 30 min, 60 min y diaria, respectivamente.

En las [Figuras Nos. 2.18 y 2.19](#) se presentan las curvas evaluadas para duraciones de 1, 3, 6 y 9 horas de lluvia. En la Figura No. 2.18 se obtiene de la curva P.A.D.F de duración igual a 1 hora y un período de retorno $T_r = 10$ años que para áreas de 100 y 800 ha la precipitación máxima en el área es de 40 mm y 37 mm respectivamente, y de las curvas de duración de 3 horas de 64 y 57 mm (Intensidad de 22 mm/hora y 19 mm/hora).

¹ "Estudio para el Análisis de Caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá", EAAB. - IRH Ltda, Noviembre de 1995.



Tomado del Estudio para el análisis y caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá, elaborado para la E.A.A.B. – E.S.P. por la firma I.R.H. Ingeniería y Recursos Hídricos Ltda. Ingenieros Consultores.

CONVENCIONES
 —56— Intensidad (mm/hora)
 2120571 Código Estación

 AREA DE ESTUDIO


 Alcaldía Mayor
 de Santa Fe de Bogotá
UIPES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

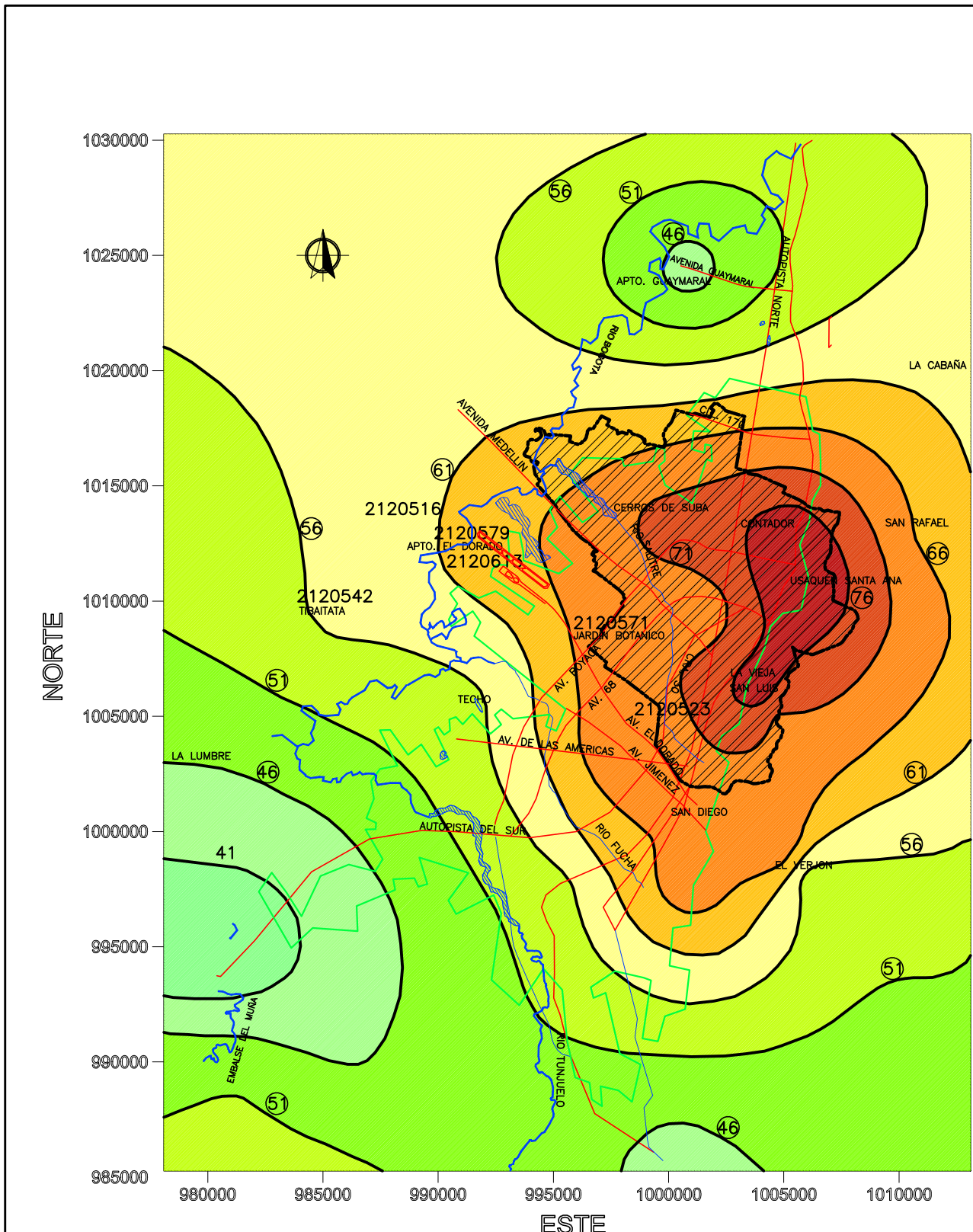

HI DROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

ZONIFICACION DE REGISTROS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO

ISOLINEAS DE INTENSIDAD PUNTUAL (mm/h)
 DURACION 15 MINUTOS T:10 AÑOS
 CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA No.
 2.13

REF.:
 65-IFF13-0



Tomado del Estudio para el análisis y caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá, elaborado para la E.A.A.B. – E.S.P. por la firma I.R.H. Ingeniería y Recursos Hídricos Ltda. Ingenieros Consultores.

CONVENCIONES
 —56— Intensidad (mm/hora)
 2120571 Código Estación

 AREA DE ESTUDIO


 Alcaldía Mayor
 de Santa Fe de Bogotá
UPES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias


HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

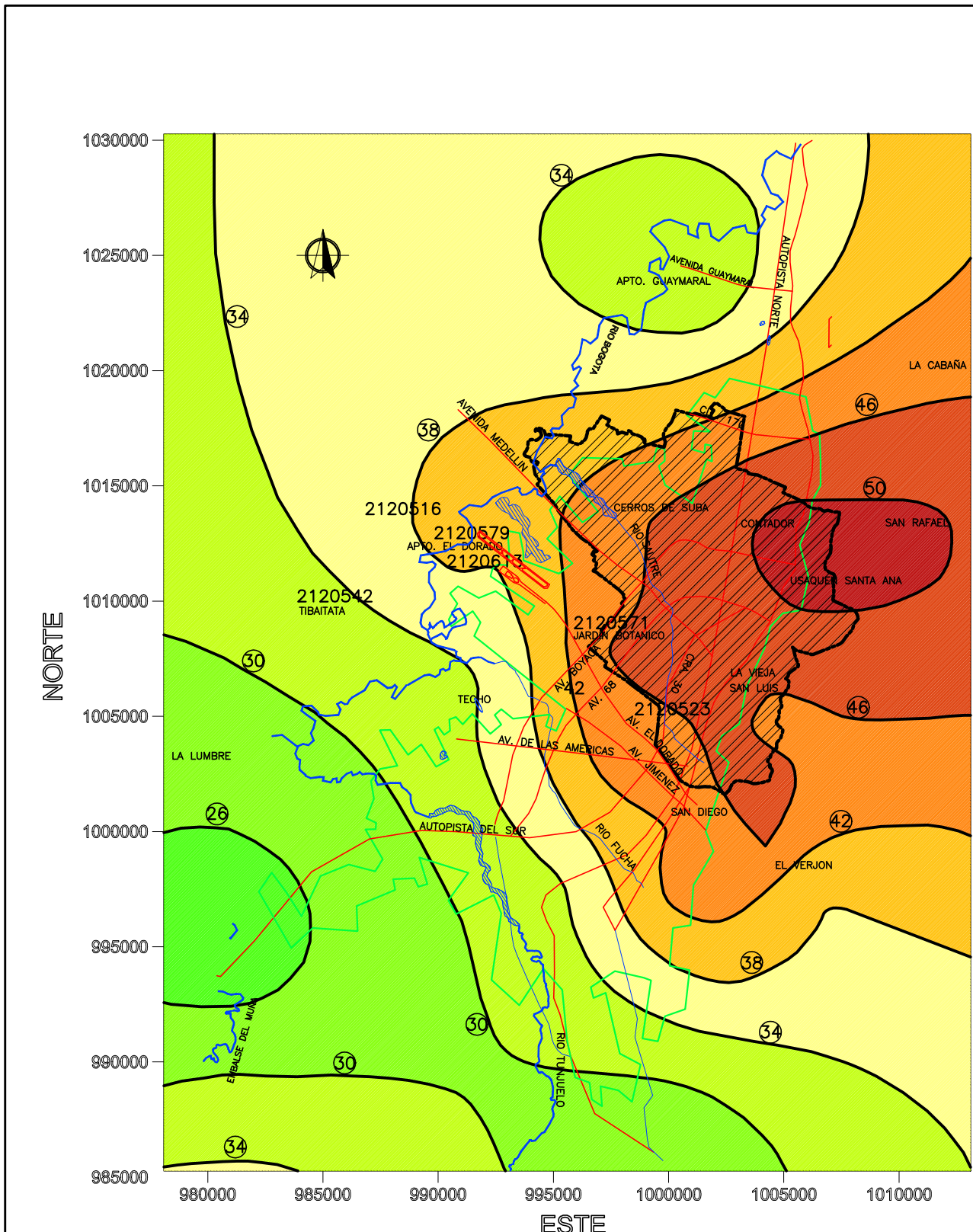
ZONIFICACION DE REGISTROS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO

ISOLINEAS DE INTENSIDAD PUNTUAL (mm/h)
 DURACION 30 MINUTOS T:10 AÑOS
 CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA No.
2.14

REF.:
65-IFF14-0

PLOTADO FEB/26/99
 013.DWG

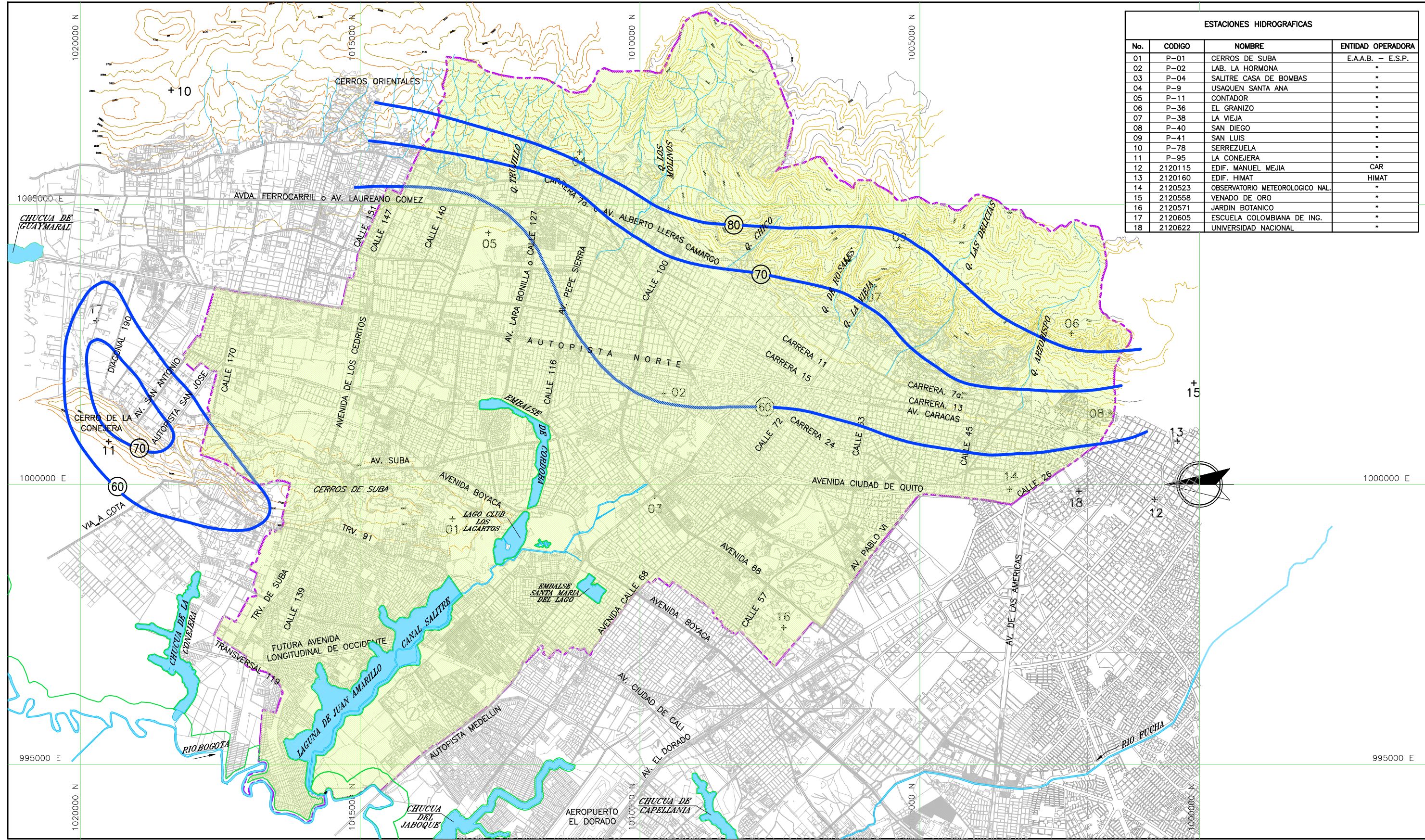


Tomado del Estudio para el análisis y caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá, elaborado para la E.A.A.B. – E.S.P. por la firma I.R.H. Ingeniería y Recursos Hídricos Ltda. Ingenieros Consultores.

CONVENCIONES
 —56— Intensidad (mm/hora)
 2120571 Código Estación

 AREA DE ESTUDIO

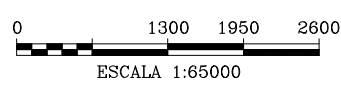
| | | | |
|---|---|---|------------------|
|  Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá UPIES Unidad de Prevención y Atención de Emergencias |  | ZONIFICACION DE REGISTROS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO | FIGURA No. 2.15 |
| | | ISOLINEAS DE INTENSIDAD PUNTUAL (mm/h) DURACION 60 MINUTOS T:10 AÑOS CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO | REF.: 65-IFF15-0 |



| ESTACIONES HIDROGRAFICAS | | | |
|--------------------------|---------|---------------------------------|-------------------|
| No. | CODIGO | NOMBRE | ENTIDAD OPERADORA |
| 01 | P-01 | CERROS DE SUBA | E.A.A.B. - E.S.P. |
| 02 | P-02 | LAB. LA HORMONA | " |
| 03 | P-04 | SALITRE CASA DE BOMBAS | " |
| 04 | P-9 | USAQUEN SANTA ANA | " |
| 05 | P-11 | CONTADOR | " |
| 06 | P-36 | EL GRANIZO | " |
| 07 | P-38 | LA VIEJA | " |
| 08 | P-40 | SAN DIEGO | " |
| 09 | P-41 | SAN LUIS | " |
| 10 | P-78 | SERREZUELA | " |
| 11 | P-95 | LA CONEJERA | " |
| 12 | 2120115 | EDIF. MANUEL MEJIA | CAR |
| 13 | 2120160 | EDIF. HIMAT | HIMAT |
| 14 | 2120523 | OBSERVATORIO METEOROLOGICO NAL. | " |
| 15 | 2120558 | VENADO DE ORO | " |
| 16 | 2120571 | JARDIN BOTANICO | " |
| 17 | 2120605 | ESCUELA COLOMBIANA DE ING. | " |
| 18 | 2120622 | UNIVERSIDAD NACIONAL | " |

| CONVENCIONES | |
|--------------|--------------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA |
| | CURVA DE NIVEL |
| | ISOLINEA DE PRECIPITACION (mm) |

NOTA:
 LAS ISOLINEAS INDICADAS FUERON ELABORADAS A PARTIR DE RESULTADOS DE CURVAS DE INTENSIDAD FRECUENCIA - DURACION EXTRACTADAS DEL "ESTUDIO DE TORMENTAS PARA LA SABANA DE BOGOTA" IRIH LTDA, E.A.B ESP, COMPLEMENTADA CON ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES MAXIMAS DIARIAS DE LAS ESTACIONES LA VIEJA, SALITRE CASA DE BOMBAS, CERROS DE SUBA Y SANTA ANA.



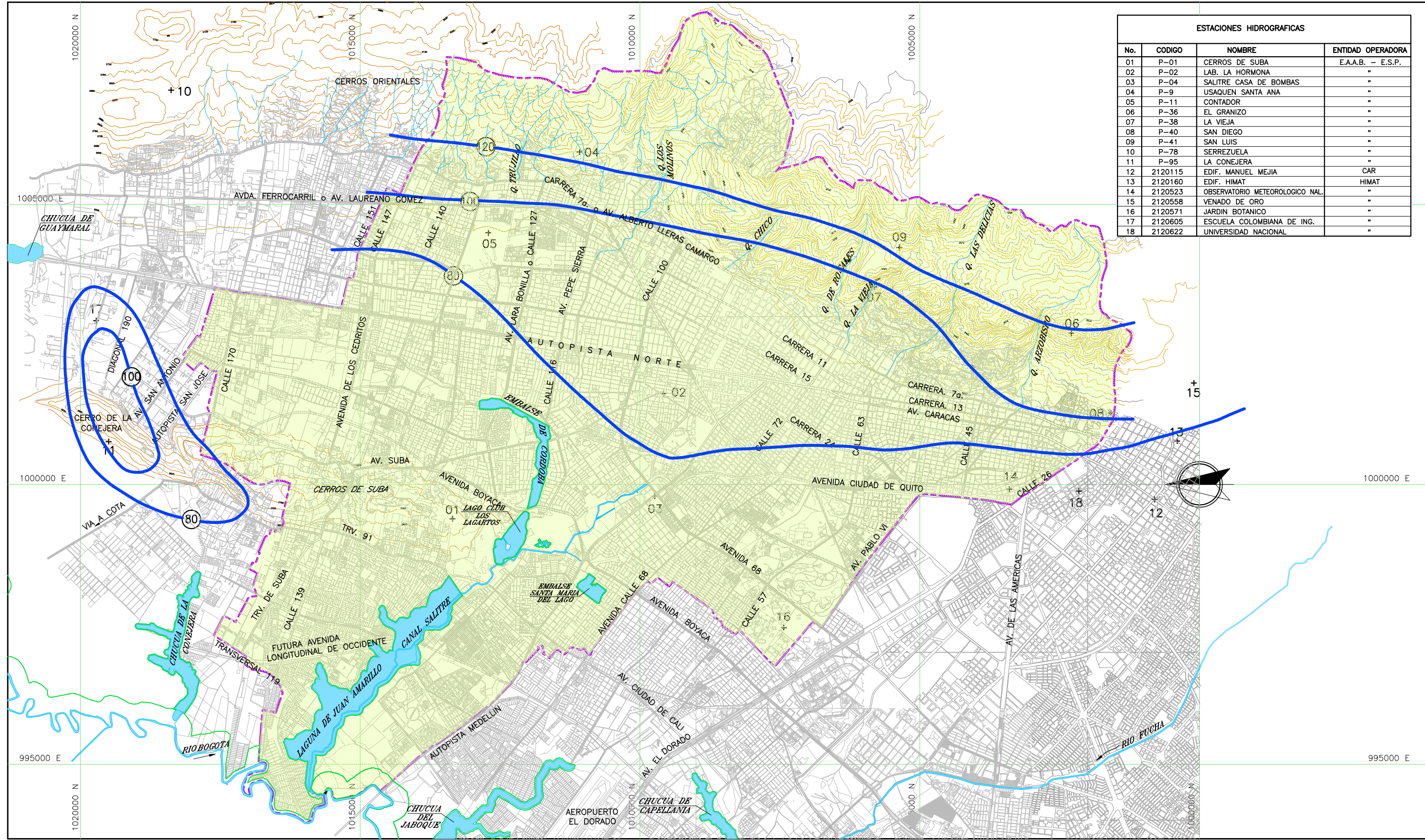
Alcaldía Mayor
 de Santa Fe de Bogotá
UPES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO
 ISOLINEAS DE PRECIPITACION MAXIMA (mm)
 DURACION 24 HORAS T:10 AÑOS
 CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

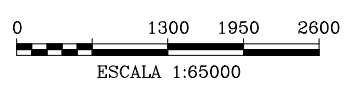
FIGURA N°
 2.16
 REF:
 65-IFF16-0

| ESTACIONES HIDROGRAFICAS | | | |
|--------------------------|---------|---------------------------------|-------------------|
| No. | CODIGO | NOMBRE | ENTIDAD OPERADORA |
| 01 | P-01 | CERROS DE SUBA | E.A.A.B. - E.S.P. |
| 02 | P-02 | LAB. LA HORMONA | " |
| 03 | P-04 | SALITRE CASA DE BOMBAS | " |
| 04 | P-9 | USAQUEN SANTA ANA | " |
| 05 | P-11 | CONTADOR | " |
| 06 | P-36 | EL GRANIZO | " |
| 07 | P-38 | LA VIEJA | " |
| 08 | P-40 | SAN DIEGO | " |
| 09 | P-41 | SAN LUIS | " |
| 10 | P-78 | SERREZUELA | " |
| 11 | P-95 | LA CONEJERA | " |
| 12 | 2120115 | EDIF. MANUEL MEJIA | CAR |
| 13 | 2120160 | EDIF. HIMAT | HIMAT |
| 14 | 2120523 | OBSERVATORIO METEOROLOGICO NAL. | " |
| 15 | 2120558 | VENADO DE ORO | " |
| 16 | 2120571 | JARDIN BOTANICO | " |
| 17 | 2120605 | ESCUELA COLOMBIANA DE ING. | " |
| 18 | 2120622 | UNIVERSIDAD NACIONAL | " |



| CONVENCIONES | |
|--------------|--------------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA |
| | CURVA DE NIVEL |
| | ISOLINEA DE PRECIPITACION (mm) |

NOTA:
 LAS ISOLINEAS INDICADAS FUERON ELABORADAS A PARTIR DE RESULTADOS DE CURVAS DE INTENSIDAD FRECUENCIA - DURACION EXTRACTADAS DEL "ESTUDIO DE TORMENTAS PARA LA SABANA DE BOGOTÁ" IRH LTDA, E.A.B ESP, COMPLEMENTADA CON ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES MAXIMAS DIARIAS DE LAS ESTACIONES LA VIEJA, SALITRE CASA DE BOMBAS, CERROS DE SUBA Y SANTA ANA.



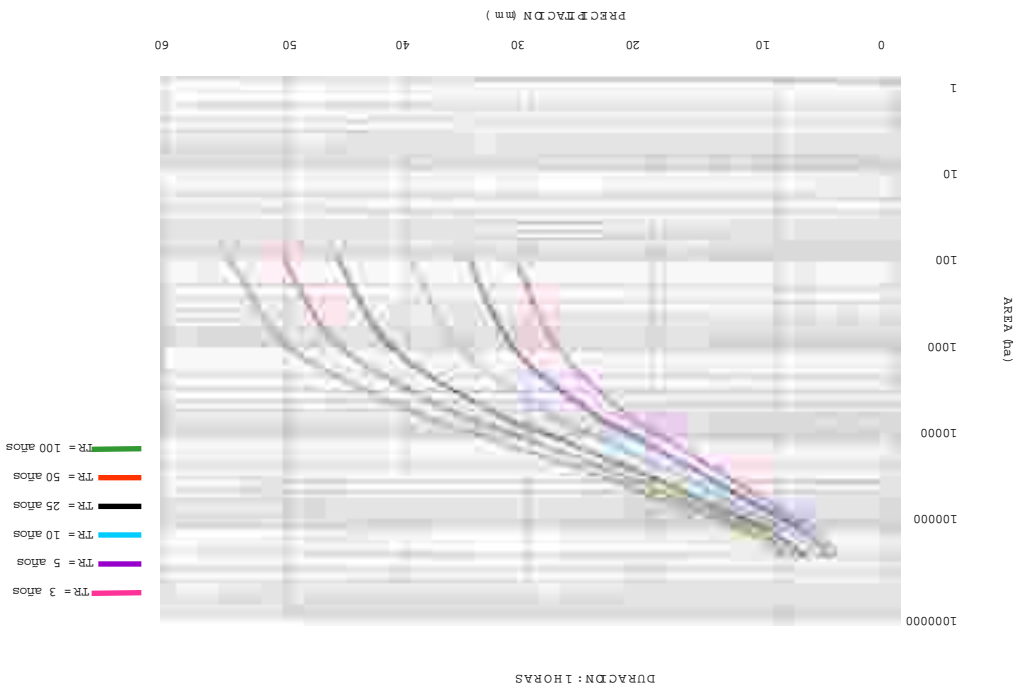
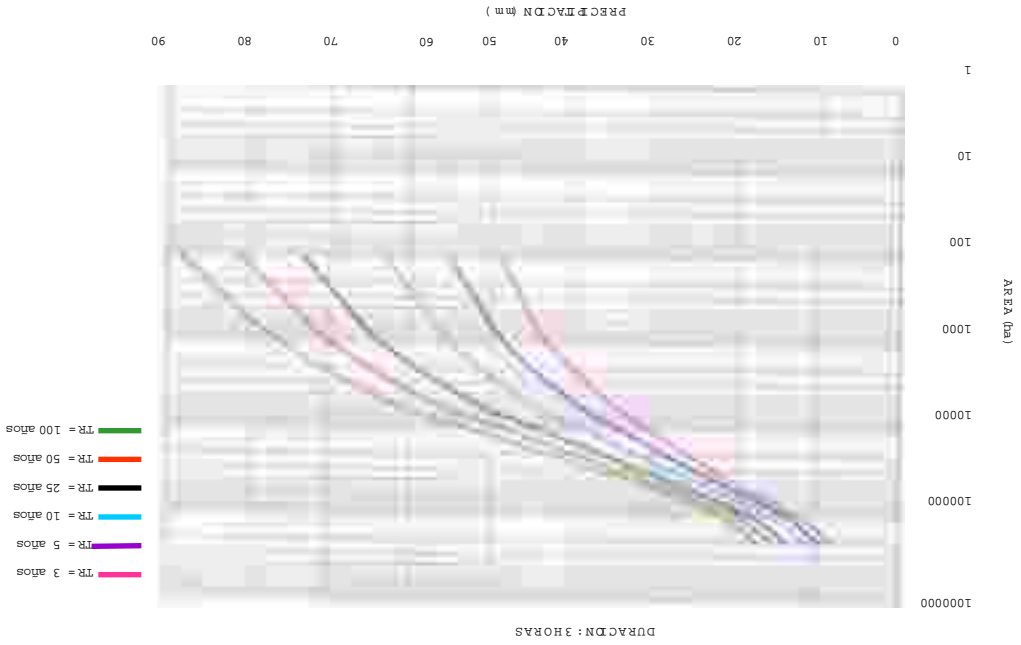
Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá
UPES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

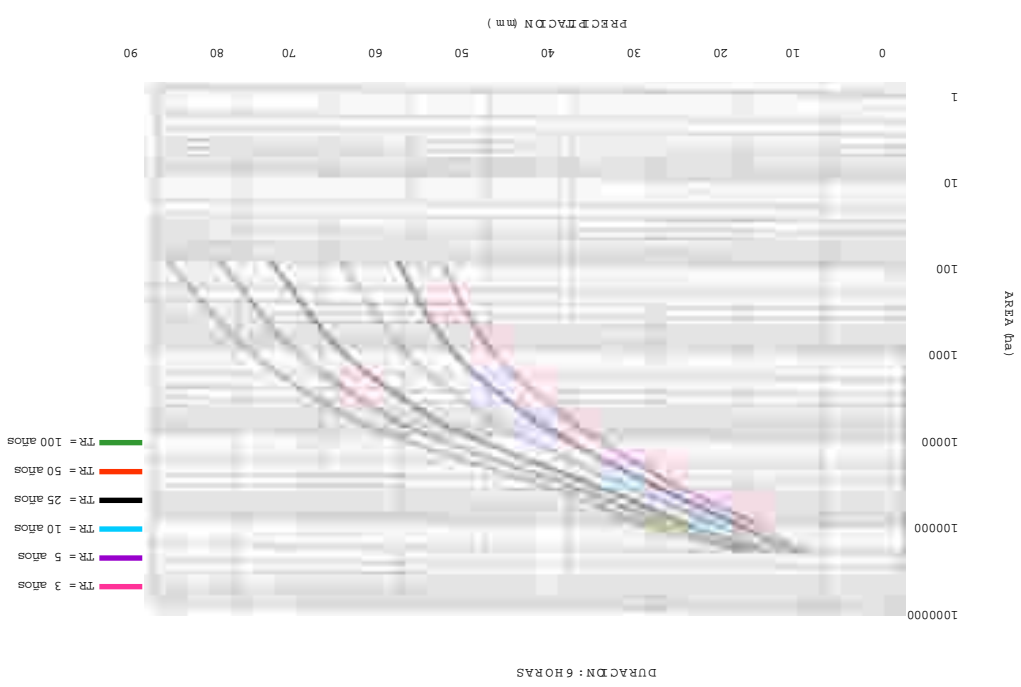
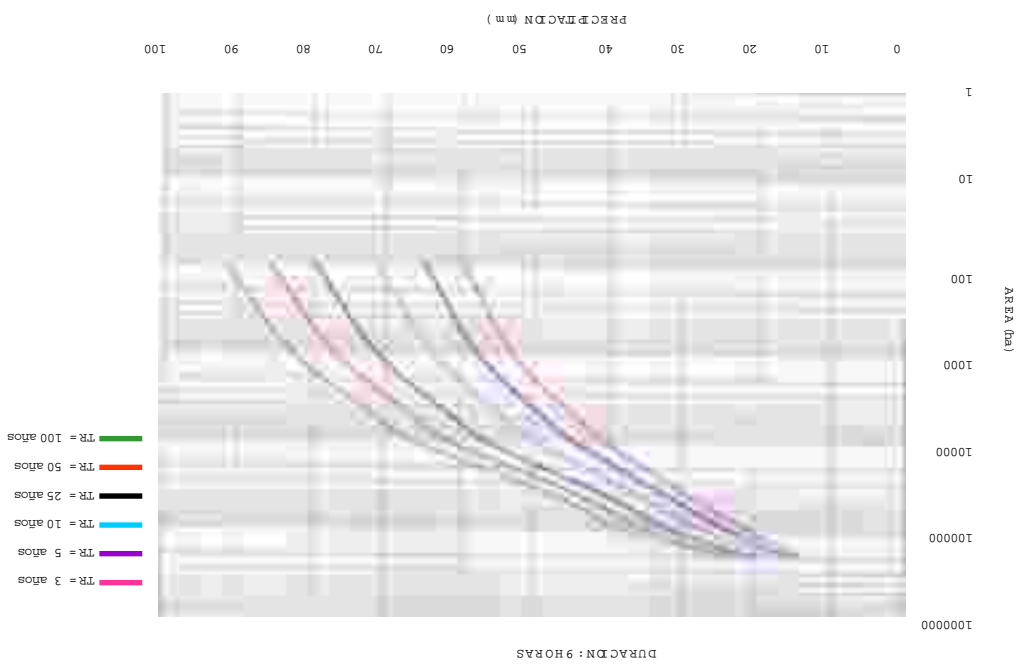
ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO
 ISOLINEAS DE PRECIPITACION MAXIMA (mm) DURACION 24 HORAS T:100 AÑOS CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA N° 2.17
 REF: 65-IFF17-0

NOTA: Tomado del Estudio para el análisis y características en la Sabana de Bogotá, elaborado para la E.A.A.B. E.S.P. por la firma IRH Ingeniería y Recursos Hídricos Ltda. Ingenieros Consultores.



NOTA: Tomado del Estudio para el análisis y características en la Sabana de Bogotá, elaborado para la E.A.A.B. E.S.P. por la firma IRH Ingeniería y Recursos Hídricos Ltda. Ingenieros Consultores.



Estos valores indican una reducción de las intensidades máximas puntuales respecto a la intensidad máxima sobre la cuenca.

En el [anexo No. 2](#) se muestra el cálculo de caudales máximos en las principales corrientes del sector alto del área de estudio, teniendo en cuenta los anteriores resultados. En el numeral 2.5.3.1 se presenta la metodología y criterios adoptados para la evaluación de los caudales de este sector.

2.5.3 Características Hidrológicas del Río Juan Amarillo

Para evaluar las características hidrológicas del Río Juan Amarillo relacionadas con eventos asociados a riesgos de inundación se han realizado las siguientes consideraciones:

- En el cambio de pendiente que ocurre entre el sector alto y el sector medio se consideran las variables de caudal y tiempo caracterizándose el comportamiento hidrológico con el fin de evaluar las obras de drenaje existente y definir la amenaza.
- En el sector de los humedales se considera como variables el nivel y el tiempo en las áreas adyacentes a los embalses.

2.5.3.1 Análisis de Caudales

La evaluación de los caudales máximos de las obras se determinó mediante el método del hidrograma unitario triangular¹ desarrollado por el SCS para cuencas pequeñas a media (< 250 km²) y cuencas urbanas de menor extensión, que se consideró apropiada para la evaluación dadas las características de las cuencas que se estudian.

Se establece a partir de este análisis el caudal máximo para diferentes duraciones de la lluvia.

Las ecuaciones utilizadas se resumen así:

$$q_p = 0,555 \frac{A}{t_p} \text{ (Ref. 1)}^1 \quad (\text{m}^3/\text{s mm de lluvia efectiva en el área de la cuenca})$$

¹ Fundamentos de Hidrología de superficie – Francisco Javier Aparicio Mijares Limusa Editores 1989

Donde:

- A = Área de drenaje en km²
t_p = Tiempo al Pico en horas
q_p = Caudal pico (m³/s – mm de lluvia en el área de la cuenca)
t_b = 2,67 t_p
t_p = d_e/2 + t_r
d_e = Duración en exceso de la lluvia
t_r = Tiempo de retraso = 0,6 t_c
T_c = Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se estima por la fórmula de Kirpich que fue desarrollada a partir de monitoreo de 6 pequeñas cuencas rurales con un canal principal de drenaje natural cuyos valores de longitud y pendiente definen el tiempo de concentración. Esta fórmula empírica es de amplia aplicación y por las características de las cuencas estudiadas se consideró apropiada para el análisis.

$$t_c = 0,000325 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

- L = Longitud de la corriente principal (m)
S = Pendiente (%)

Así se determinan caudales picos para diferentes duraciones. La lluvia efectiva se determina por el método del número de escurrimiento del “Soil Conservation Service” que tiene las siguientes ecuaciones:

$$P_e = \frac{\left(p - \frac{508}{N} + 5,08\right)^2}{\left(p + \frac{2032}{N} - 20,32\right)}$$

- P_e = Lluvia efectiva (cm)
p = Lluvia total (cm)
N = Número de escurrimiento que depende del tipo de suelo, cobertura y condiciones de humedad antecedente.

La lluvia puntual para diferentes períodos de retorno se determinó a partir del estudio de tormentas de Santa Fe de Bogotá¹, con la información de la estación más representativa según las líneas isoyetas para los propósitos de este estudio.

¹ “Estudio para el Análisis de Caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá”, EAAB-ESP – IRH LTDA, Noviembre de 1995.

La evaluación de la lluvia sobre cada cuenca para diferentes duraciones se calculó involucrando un factor de reducción de la intensidad puntual para cuencas mayores de 100 ha (Ver [Anexo No. 2](#) y [Figura No. 2-18](#)).

Al hidrograma de escorrentía superficial directa se sumó un caudal base estimado considerando que el 70% de la infiltración fluye como escorrentía subsuperficial en un período de seis (6) horas.

En el capítulo 3 se describen los resultados de los caudales obtenidos para las diferentes corrientes, y el comportamiento hidráulico de los conductos para estos caudales.

2.5.3.2. Análisis de Niveles

El Río Juan Amarillo drena un total de 12.892 ha, de las cuales 5.388 ha, corresponden a la subcuenca El Salitre Alto, 5.094 ha corresponden a la subcuenca del Canal Córdoba (que entrega sus aguas transitadas a través del embalse Córdoba al Río Juan Amarillo) y las 2.410 ha restantes drenan directamente al Río Juan Amarillo.

El Plan Maestro de Alcantarillado realizado en 1995 para la EAAB-ESP por las Firmas Gómez Cajiao y Asociados Ltda Ingenieros Consultores y James M. Montgomery Consulting Engineers, Inc. efectuó los estudios hidrológicos de la cuenca del Río Juan Amarillo, determinando los caudales de entrada y salida en los embalses a partir del comportamiento de las estructuras de control previstas.

Con la adecuación del Río Salitre el cual actualmente está en proceso de construcción se han elaborado estudios con el fin de evaluar el comportamiento del Río Salitre y del humedal en el transcurso de la construcción y una vez estén terminadas las obras¹.

En la determinación de las características hidrológicas del embalse Juan Amarillo se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Niveles en el Río Bogotá.
- Caudales, volúmenes y niveles de entrada y salida en el Humedal de Córdoba.
- Caudales volúmenes, niveles y configuración física del embalse del Humedal de Juan Amarillo.

¹ Estudio Hidrológico e Hidráulico Canal Temporal de desvío del Río Juan Amarillo Ing. Germán Monsalve Constructora Norberto Odebrecht de Colombia Ltda.

• Niveles en el Río Bogotá

Se dispone de información de niveles en la estación Vuelta Grande ubicada en proximidad del sitio de entrega del Río Juan Amarillo al Río Bogotá. Se cuenta con los de niveles máximos y medios diarios, entre los años 1965 a 1995 y la curva de caudal - altura de mira de la sección.

Los registros fueron tomados de los estudios efectuados en el Plan Maestro de Alcantarillado de 1995 y complementados con los realizados recientemente en los análisis de verificación elaborados durante la construcción de las obras¹.

Los resultados de los ajustes de las series a las distribuciones probabilísticas Pearson tipo III y Gumbel indican que los niveles determinados en el estudio del Plan Maestro de Alcantarillado (1995) son conservadores.

En el cuadro No. 2.8 se presentan los niveles y caudales del Río Bogotá, de acuerdo al período de retorno.

CUADRO No. 2.8

NIVELES Y CAUDALES DEL RÍO BOGOTÁ

| PERÍODO DE RETORNO | NIVELES (*) (m) | CAUDALES ** (m³/s) |
|---------------------------|----------------------------|--|
| 2 | 2.571,8 | 40 |
| 5 | 2.572,5 | 67 |
| 10 | 2.573,0 | 90 |
| 20 | 2.573,4 | 116 |
| 25 | 2.573,6 | 125 |
| 50 | 2.574,1 | 155,7 |
| 100 | 2.574,5 | 191,0 |

* Sistema Bogotá, Nivel Cero de Mira = 2.568,31m.

** Evaluado a partir de la curva de calibración, ecuación $Q = 1,5213 (H)^{2,6513}$ (H = Lectura de mira).

• Embalse Córdoba

El embalse Córdoba amortigua los caudales de la cuenca de Córdoba (5.094 ha) antes de entrar al canal Córdoba Bajo el cual entrega al Río Juan Amarillo.

Los hidrogramas de entrada calculados para crecientes de períodos de retorno de 10 y 100 años, para los caudales de entrada de acuerdo al Plan Maestro de Alcantarillado (1995) son:

| | | |
|-------------------------------|----|-----|
| T_R (años) | 10 | 100 |
| Duración de la lluvia (horas) | 9 | 9 |

¹ Estudio Hidrológico e Hidráulico Canal Temporal de desvío del Río Juan Amarillo Ing. Germán Monsalve Constructora Norberto Odebrecht de Colombia Ltda.

| | | |
|--|-----------|-----------|
| Precipitación total (mm) | 53 | 73 |
| Caudal máximo de entrada (m ³ /s) | 111 | 180 |
| Volumen de la creciente (m ³) | 1'516.063 | 2'461.584 |
| Volumen de la creciente / área de la cuenca (mm) | 30 | 49 |

De acuerdo con los estudios de Tormentas efectuados recientemente, las lluvias para diferentes períodos de retorno estimadas para un área de 5.000 ha, son las siguientes:

**CUADRO No. 2.9
PRECIPITACIONES MÁXIMAS SOBRE LA CUENCA**

| T _R (años) | 10 | | | | 100 | | | |
|-----------------------|----|----|----|----|-----|----|----|----|
| | 1 | 3 | 6 | 9 | 1 | 3 | 6 | 9 |
| Duración (h) | | | | | | | | |
| Precipitación (mm) | 29 | 45 | 52 | 55 | 39 | 52 | 67 | 72 |

Las precipitaciones sobre la cuenca resultan de orden similar en los estudios efectuados en los Planes Maestros de la EAAB-ESP y en el reciente estudio de Tormentas elaborado para la Sabana de Bogotá.

El embalse de Córdoba presenta un área de 343.705,9 m² en su zona de ronda. El volumen del embalse ha sido evaluado en dos (2) estudios de la EAAB-ESP así: En el Plan Maestro de Alcantarillado (1995) se obtuvo un volumen de 1'000.000 m³ para la cota 2.576,50, y en un reciente estudio de alternativas de saneamiento y control de crecientes el volumen resultante es de 500.000 m³ para la misma cota.

Los resultados comparativos de los dos estudios se presentan en el Cuadro No. 2.10.

**CUADRO No. 2.10
RESULTADOS COMPARATIVOS DE LOS ESTUDIOS DE
CRECIENTES DEL EMBALSE CÓRDOBA**

| DESCRIPCIÓN | PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO * | | ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE SANEAMIENTO Y CONTROL DE CRECIENTES ** | |
|--|-------------------------------------|-----------|---|---------|
| | 10 | 100 | 10 | 100 |
| TR (Período de Retorno) | | | | |
| Caudal Entrada (m ³ /s)* | 111 | 180 | 59 | 138 |
| Caudal de Salida por la sección (m ³ /s)* | 56 | 48 | 9 | 88 |
| Volumen total almacenado (m ³) * | 1'000.000 | 1'500.000 | 280.000 | 440.000 |
| Volumen creciente almacenado (m ³) | 870.000 | 1'370.000 | ---- | ---- |
| Elevación Máxima * (m) Sistema Bogotá | 2.576,5 | 2.577,0 | 2.575,6 | 2.576,3 |

* Datos extractados del Plan Maestro de Alcantarillado EAAB-ESP Gómez Cajiao, Asociados James M. Montgomery C E, Inc. 1995 .

** Datos extractados del Plan de Manejo Ambiental de Humedales EAAB-ESP Ecology and Enviroment Inc. Hidromecánicas Ltda 1997.

Para efecto del presente informe se considera los máximos niveles de salida correspondientes a los evaluados según el Plan Maestro de Alcantarillado.

El diseño del Plan Maestro de Alcantarillado prevé un control definido por una estructura de cajón de 6 m de ancho por 2,55 m de altura, y los niveles en el canal Salitre. Para 100 años se muestra un mayor control por los niveles en el Canal Salitre y un menor caudal evacuado.

Lo anterior permite a los Consultores recomendar a la UPES sea solicitado un estudio a través de la EAAB-ESP para verificar el volumen real del embalse ya que los dos estudios difieren y los niveles obtenidos podrían llegar a ser superiores presentándose de ser así rebose aún para caudales de período de retorno de 10 años.

- **Embalse Juan Amarillo**

Este embalse amortigua los caudales de la cuenca alta del Río Salitre y recibe los caudales amortiguados de la cuenca de Córdoba que son conducidos hacia el embalse por medio del Canal Salitre.

Localmente recibe conductos y canales menores del área adyacente de las localidades de Suba y Engativá.

Las características de los hidrogramas de creciente calculados en el Plan Maestro de Alcantarillado (1995) son:

| | | |
|--|-----------|-----------|
| T _R (años) | 10 | 100 |
| Duración de las lluvias (horas) | 9 | 9 |
| Precipitación total (mm) | 53 | 73 |
| Caudal máximo de entrada (m ³ /s) | | |
| - Por el Canal Salitre (m ³ /s) | 213 | 297 |
| - De conductos locales (m ³ /s) | 13 | 18 |
| Volumen de la creciente (m ³) | | |
| - Por el Canal Salitre (m ³) | 4'012.608 | 5'994.000 |
| - De conductos Locales (m ³) | 108.046 | 324.000 |
| Volumen de la creciente (mm) | 33,4 | 52,7 |
| <hr/> | | |
| Área de la cuenca | | |
| Caudal máximo de salida | 42,0 | 49,5 |
| Volumen total máximo de almacenamiento (m ³) | 4'631.500 | 5'644.788 |
| Cota embalse (m) | 2.574,70 | 2.575,30 |
| Nivel inicial laguna (m) | 2.573,10 | 2.573,10 |
| Volumen inicial (m ³) | 1'884.000 | 1'884.000 |

La información anterior en conjunto con las inspecciones de campo realizadas concluyen en la necesidad de verificar la capacidad actual del embalse por encima de la cota 2.573,10 m, ya que se observan zonas de potrero y de depósito de escombros en el área, presencia de diques y rellenos en sus márgenes.

La estructura de control que regula los caudales de salida del humedal construida recientemente corresponde a una sección rectangular en canal de ancho de 2,25 m y 52 m de longitud. En el cuadro No. 2.11 se presentan las cotas calculadas a partir de resultados de estudios recientemente efectuados sobre el comportamiento de las obras a raíz de problemas locales presumiblemente ocasionados por construcciones de obras dentro del cauce.

**CUADRO No. 2.11
NIVELES EN EL HUMEDAL JUAN AMARILLO CON CONTROL**

| CAUDAL (m ³ /s) | NIVELES DEL RÍO BOGOTÁ (m) | | | |
|-------------------------------|----------------------------|----------|----------|----------|
| | 2.571,00 | 2.572,00 | 2.573,00 | 2.573,50 |
| 5 | 2.571,36 | 2.572,07 | 2.573,05 | 2.573,52 |
| 20 | 2.573,44 | 2.573,44 | 2.573,57 | 2.573,89 |
| 30 | 2.574,50 | 2.574,50 | 2.574,50 | 2.574,51 |
| 42,5 (Tr= 10 años) | 2.575,67 | 2.575,67 | 2.575,67 | 2.575,67 |
| 49,5 (Tr = 100 años) | 2.576,28 | 2.576,28 | 2.576,28 | 2.576,28 |

Nota: Calculado a partir de los resultados del estudio, de verificación de la estructura realizados por el DAMA en Nov – Dic de 1998.

La estructura funciona sin control del Río Bogotá (a la cota 2.573,50 m) con caudales de 30 m³/s a 50 m³/s, para caudales menores se presenta control por los niveles del río principalmente por niveles altos del Río Bogotá.

Debido a la baja capacidad de la estructura para que el embalse opere a las cotas proyectadas para las crecientes de diseño se ha dispuesto un canal adicional de evacuación de carácter temporal mientras la EAAB-ESP adelanta los estudios de reevaluación de la estructura de control.

2.6 CONDICIONES GEOLOGICAS Y GEOMORFOLOGICAS DE LA CUENCA

2.6.1 Geología

2.6.1.1 Introducción

En la cuenca del Juan Amarillo se distinguen dos áreas geológicas: El área oriental en donde afloran rocas sedimentarias de edades que van desde el Cretáceo superior hasta finales del Terciario y que constituyen los Cerros Orientales que delimitan la zona plana, y la propia Sabana formada por depósitos Cuaternarios. El límite occidental de la cuenca es el curso del Río Bogotá. En la parte central se destaca la presencia de una serranía algo abrupta, que forma los Cerros de Suba y Conejera y en la cual afloran rocas del Cretácico - Terciario, la [Figura No. 2.20](#) y el plano No. 7 presentan el mapa con la geología y geomorfología del área en estudio.

2.6.1.2 Estratigrafía

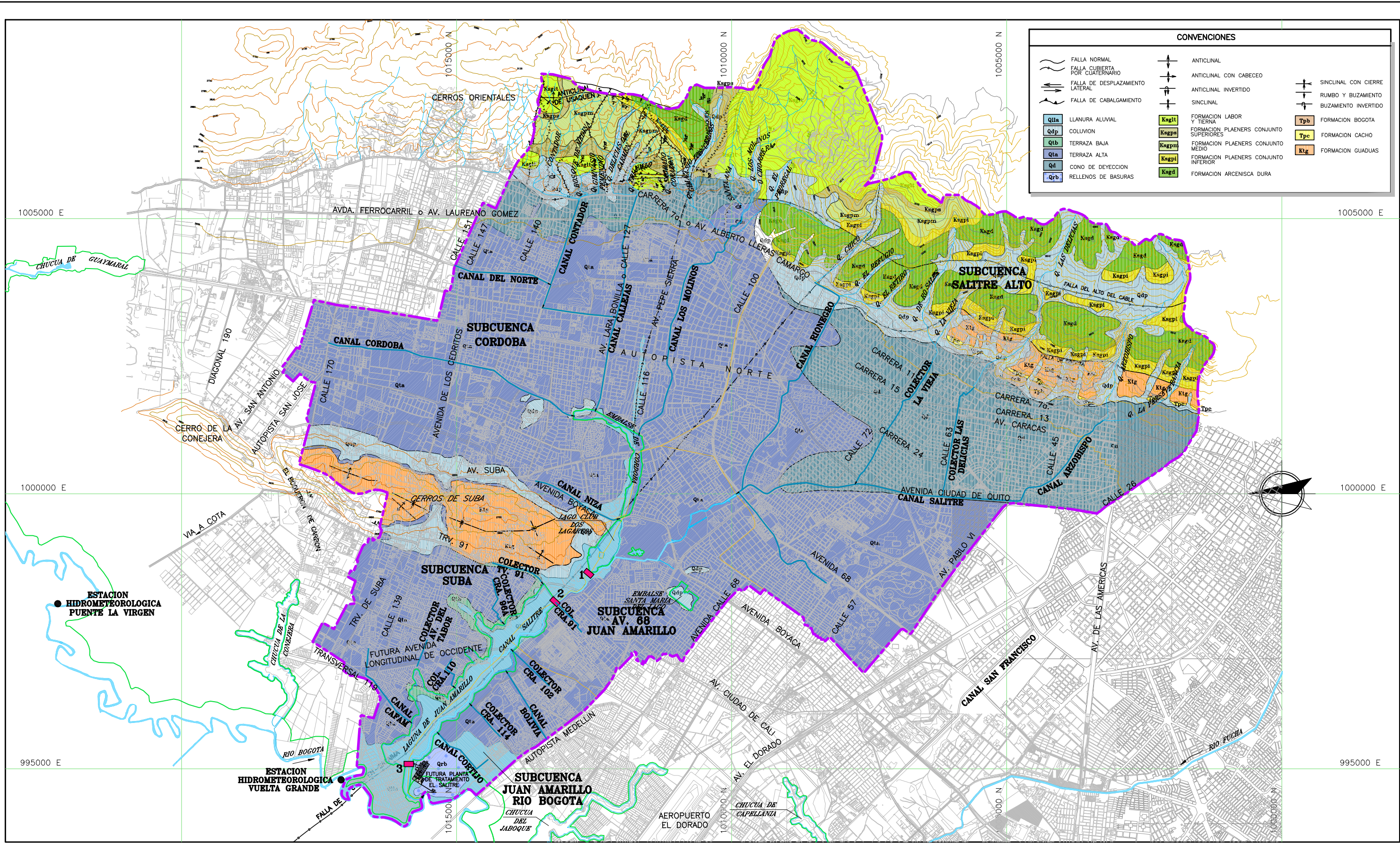
Las rocas aflorantes en los Cerros Orientales y en los Cerros de Suba y Conejera, se agrupan en formaciones o grupos estratigráficos. Conjuntamente con los depósitos Cuaternarios se describen de los más antiguos a los más recientes:

- **Grupo Guadalupe**

Se subdivide en varias formaciones así:

- **Formación Arenisca Dura (Ksgd)**

Está constituida por areniscas de color gris claro; de grano fino, compactas, en algunos sitios cuarcíticas; bien cementadas; con la presencia de niveles de lutitas y arcillolitas silíceas. El espesor es de unos 300 m pero puede alcanzar hasta 460 m. Aflora en la parte más alta de los Cerros Orientales en el área cartografiada, desde el sur de la cuenca hasta la altura de Usaquén.

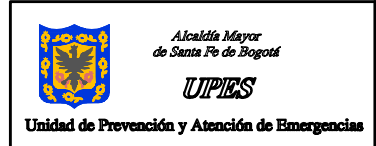
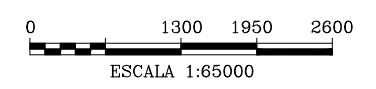


CONVENCIONES

| | | | | | |
|--|---------------------------------|--|--|--|-----------------------|
| | FALLA NORMAL | | ANTICLINAL | | SINCLINAL CON CIERRE |
| | FALLA CUBIERTA POR CUBIERTARIO | | ANTICLINAL CON CABECED | | RUMBO Y BUZAMIENTO |
| | FALLA DE DESPLAZAMIENTO LATERAL | | ANTICLINAL INVERTIDO | | BUZAMIENTO INVERTIDO |
| | FALLA DE CABALGAMIENTO | | SINCLINAL | | FORMACION BOGOTA |
| | Q1a LLANURA ALUVIAL | | Kaglt FORMACION LABOR Y TIERRA | | Tpc FORMACION CACHO |
| | Qdp COLUVION | | Kagpu FORMACION PLAENERS CONJUNTO SUPERIORES | | Ktg FORMACION GUADUAS |
| | Qtb TERRAZA BAJA | | Kagpm FORMACION PLAENERS CONJUNTO MEDIO | | |
| | Qta TERRAZA ALTA | | Kagpl FORMACION PLAENERS CONJUNTO INFERIOR | | |
| | Qd CONO DE DEYECCION | | Kagd FORMACION ARCENISCA DURA | | |
| | Qrb RELLENOS DE BASURAS | | | | |

CONVENCIONES

| | | | |
|--|-------------------------|--|-----------------|
| | LMITE AREA DEL PROYECTO | | CURVA DE NIVEL |
| | RONDA HIDRAULICA | | CUERPOS DE AGUA |
| | SISTEMA PLUVIAL | | |



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA N° 2.20

REF: 65-1FF20-0

- Formación Plaeners (Kspl)

La constituyen arcillolitas, niveles delgados de porcelanitas, arcillas arenosas y algunas areniscas finísimas en capas delgadas; quebradizas. La formación puede alcanzar 150 m de espesor.

Se han separado tres conjuntos así:

* Plaeners Inferiores (Ksgpli)

Constituidos por niveles de porcelanitas en capas delgadas, (10 a 30 cm), con intercalaciones delgadas de arcillolitas con un espesor de unos 160 m, pero que en algunos sitios puede ser mayor. Forma un nivel característico de capas delgadas que se comporta plásticamente ante los esfuerzos compresionales.

* Plaeners medios (Ksgplm)

Los forman porcelanitas y areniscas de grano fino en capas delgadas y arcillolitas silíceas igualmente en capas delgadas. Tienen un espesor variable entre 70 y 117 m.

* Plaeners Superiores (Ksgpls).

Constituidos principalmente por capas de porcelanitas delgadas, con un espesor de unos 50 m.

La formación aflora sobre los cerros orientales y por su constitución en capas delgadas de arcillolitas silíceas y areniscas, se muestra siempre con alta plasticidad respondiendo a los esfuerzos con fuertes replegamientos y volcamientos, lo cual hace que en un alto porcentaje sus afloramientos constituyan zonas de inestabilidad manifiesta.

- Formación Labor y Tierna (Ksglt)

Comprende la Arenisca de Labor hacia la base, la cual es cuarzosa, de grano constante en el límite medio a fino, de color gris-claro, ligeramente friable, en

ocasiones con delgadas intercalaciones de niveles de porcelanitas. Tiene un espesor de que varía entre 135 y 165 m.

En la parte intermedia se observa un nivel de porcelanitas en capas delgadas que se ha denominado Nivel de Plaeners Superiores por algunos autores. El nivel tiene un espesor variable entre 10 y 15 m.

En la parte superior de la formación se presenta la denominada Arenisca Tierna la cual es de grano fino a muy grueso, cuarzosa, con estratificación cruzada; en estratos de 0,2 a 3,0 m de espesor. Tiene un espesor variable entre 90 a 110 m.

La formación aflora ampliamente sobre los cerros orientales principalmente al norte de la vía a la Calera.

- **Formación Guaduas (Ktg)**

Está formada por tres niveles así: en la base arcillas azuladas predominantes; en la parte media, areniscas muy finas con importantes mantos de carbón; y en el techo arcillolitas con algunas intercalaciones de areniscas. La formación aflora en la parte baja de los Cerros Orientales de Bogotá desde el sur de la cuenca, hasta cerca de la calle 100. Forma igualmente los Cerros de Suba y Conejera. Es de tipo continental, se superpone a la Formación Arenisca Labor y Tierna y está superpuesta por la Formación Cacho. En todo el sector de afloramiento se presenta invertida con inclinaciones hacia el este y separada de las areniscas del Guadalupe por la falla de Bogotá.

- **Formación Cacho (Tpc)**

Está constituida por un nivel importante, pero no muy espeso, de areniscas, que destaca morfológicamente. Aflora desde el sur de la cuenca y se prolonga hacia el norte hasta la Quebrada de Los Rosales aproximadamente frente de la calle 77. Se presenta invertida y aparece topográficamente debajo de la formación Guaduas.

- **Formación Bogotá (Tpb)**

Está constituida esencialmente por arcillolitas de tonos rojizos con algunas intercalaciones de areniscas. Se presenta desde el sur de la cuenca, en el propio borde de los Cerros Orientales y se puede seguir hasta la Quebrada Las Delicias, aproximadamente frente a la calle 53. Al igual que las formaciones Guaduas y Cacho se presenta invertida y aflora topográficamente por debajo del Cacho.

- **Depósitos cuaternarios**

Se identifican conos de deyección como depósitos de ladera y pié de ladera, terrazas de origen aluvial y lagunar y llanuras aluviales como zonas de inundación de las corrientes actuales.

- **Complejo de Conos (Qcc).**

Son depósitos con bloques, cantos y guijos de areniscas y porcelanitas con una matriz de predominio arenoso. Se sitúa al pié de los Cerros Orientales y ocupan áreas de pendientes suaves a lo largo de toda la cuenca.

- **Terraza Alta (Qta)**

Constituida por arcillas plásticas de color gris oscuro, con intercalaciones de lentes de arenas y gravas y ocasionalmente delgadas capas de cenizas y tobas. El espesor de la Terraza Alta no se conoce. Los estudios geofísicos y algunas perforaciones profundas efectuadas en diferentes puntos de la Sabana, dejan presumir espesores de hasta de 190 m, pero en ciertos sitios se llegó a profundidades hasta de 250 m sin encontrar la roca de base.

Constituye la mayor parte de la zona plana de la cuenca.

- **Coluviones (Qdp).**

Formados por los detritos de las areniscas y porcelanitas, desprendidos de las estribaciones de los cerros orientales y transportados pendiente abajo por el agua y por acción de la gravedad. Tapizan la parte media y baja de la ladera de los cerros y se extienden a todo lo largo de las estribaciones de los Cerros Orientales.

- **Llanura Aluvial (Qlla).**

En forma general está constituida por arcillas y limos poco permeables y representa el depósito aluvial más joven. Se extiende a lado y lado de los principales cursos de agua principalmente del Río Bogotá, forma el piso del Humedal de Juan Amarillo y asciende por el curso del río hasta la Autopista Norte.

2.6.1.3 Tectónica

Los Cerros Orientales muestran una estructura anticlinal invertida, con su eje inclinado hacia el este; con su flanco occidental. (ocupado en la zona de estudio por la parte alta de la cuenca), invertido y el oriental desgarrado por una fractura. A lo largo del núcleo de la estructura se presenta la falla del Alto del Cable, que luego de la vía a la Calera pasa hacia el borde de los cerros. La inversión de la estructura anticlinal se termina dentro de la zona estudiada a la altura de la Quebrada de Los Rosales y hacia el norte el flanco occidental se normaliza para ir a describir luego un cierre perianticlinal a la altura de la Quebrada de Los Molinos.

Al occidente del anticlinal descrito aparece una segunda estructura de importancia regional, que es el sinclinal de Usme el cual da origen al amplio valle homónimo en el sur de la ciudad y el cual se prolonga hacia el norte dejando ver únicamente el flanco oriental, invertido, fallado contra el anticlinal de los Cerros (falla de Bogotá) y ocupado por las formaciones Guaduas, Cacho y Bogotá . El núcleo del sinclinal en la cuenca de Juan Amarillo queda cubierto por los sedimentos cuaternarios de la Sabana y el flanco occidental podría ser el Cerro de Suba – la Conejera que se muestran como una pequeña estructura anticlinal rompiendo al menos parcialmente el amplio sinclinal de Usme.

En estudios recientes (INGEOMINAS – U. DE LOS ANDES 1997), se señala la presencia de la falla de Usaquén transversal a las estructuras de la Sabana. La fractura dirige el curso del Juan Amarillo y corta los Cerros Orientales a la altura de Usaquén. Como elementos que explican esta fractura se citan: la culminación hacia el sur, de los anticlinales de Suba, Cota – Chía y Tabio – Tenjo; la dirección del Río Juan Amarillo y la disminución de altura de los Cerros al norte de Usaquén lo cual indicaría que este bloque norte se hundiría con relación al bloque de los Cerros al sur de la falla.

2.6.2 Geomorfología

2.6.2.1 Introducción

Se pueden separar geoformas de origen denudacional-estructural y geoformas de origen denudacional. Las primeras están constituidas por las rocas del Cretácico-Terciario que han sido plegadas y fallas y posteriormente sometidas a denudación y las segundas corresponden a los depósitos cuaternarios es decir son geoformas de acumulación, denudadas por procesos erosivos recientes.

2.6.2.2 Geformas de Origen Denudacional.

- **Vegas actuales de los ríos y quebradas**

Formadas por sedimentos actuales fluviales y algunos depósitos de origen lacustre. Conforman zonas planas, bajas, sujetas a inundaciones. Tienen amplia expresión sobre las dos márgenes del Río Bogotá; y en menor proporción sobre el Río Juan Amarillo

- **Pantanos o humedales**

Corresponde a las zonas bajas pantanosas que se observan sobre la propia Sabana. Son de pendiente muy suave o en forma de cubeta, conformadas por materiales muy finos lo cual las hace impermeables. Corresponde al humedal del Río Juan Amarillo

- **Terraza baja.**

Es una zona de pendiente plana sin evidencias de disección. Representa un rejuvenecimiento de la cuenca del Río Bogotá que permite una acción erosiva lateral, excavando la terraza alta.

Se observan retazos de esta terraza en la margen derecha del Río Juan Amarillo hoy urbanizada en su totalidad.

- **Terraza Alta.**

Es una geoforma de origen denudacional que corresponde a la Terraza Alta (Qta) descrita en el aparte de Geología. Corresponde a una zona muy plana que forma la Sabana de Bogotá sobre la cual se ha construido la mayor parte de la ciudad. Es una zona estable en donde se presentan suelos blandos muy compresibles y de baja capacidad portante.

Ocupa gran parte de la cuenca del Río Juan Amarillo.

- **Conos aluviales**

Son zonas planas o de muy suave pendiente en donde la matriz del depósito es predominantemente arcillosa y en consecuencia la zona es impermeable.

Se presenta en una franja entre la carrera 30 (Avenida Ciudad de Quito) y la carrera 7, desde la calle 100 hacia el sur hasta la Avenida las Américas al sur de la cual se amplía hacia el occidente cubriendo amplias áreas hasta el Río Tunjuelito. La Cuenca del Juan Amarillo corresponde al Complejo de Conos descrito en el aparte de estratigrafía.

- **Conos de deyección y coluviones arenosos**

La geoforma es de origen denudacional y corresponde a la unidad estratigráfica de Conos de Deyección. Es una unidad constituida por depósitos formados por bloques y cantos de arenisca y porcelanitas dentro de una matriz arenosa y sectores en donde predomina la matriz arenosa. La pendiente de la unidad varía de suave a moderada y a abrupta, esta última sobre los coluviones que cubren las laderas de las quebradas que descienden de la parte alta de los Cerros Orientales al norte de la calle 72.

El depósito forma una franja alargada como piedemonte de los Cerros Orientales al norte de la calle 72, se presenta en la parte alta de los Cerros al sur de la vía a la Calera y rodea los Cerros de Suba y la Conejera al norte del Río Juan Amarillo.

2.6.2.3 Geoformas de Origen Denudacional - Estructural

- **Zona de topografía ondulada con pendientes entre 15° y 35°**

La topografía en la parte oriental y alrededor de los Cerros de Suba se caracteriza por pendientes entre 15° y 35° y corresponde a afloramientos de arcillolitas principalmente de la Formación Bogotá, y de suelos residuales.

Se observa en las estribaciones de los Cerros Orientales al sur de la Quebrada las Delicias

- **Zona de topografía ondulada a escarpada.**

Es una geoforma de origen denudacional estructural que se presenta sobre arcillolitas con intercalaciones de arenisca de la Formación Guaduas y Cacho, sobre suelos residuales y coluviones. Las pendientes varían entre 20° y 45°.

Se observa en los Cerros Orientales formando una franja importante y continua al sur de la calle 72 aproximadamente.

- **Zona abrupta a escarpada.**

Corresponde en gran parte a los afloramientos del Grupo Guadalupe, y a algunos afloramientos de la Formación Guaduas. Tiene pendientes que varían entre 25 y 70°.

Forma la parte más importante de los Cerros Orientales, en el borde oriental de la cuenca.

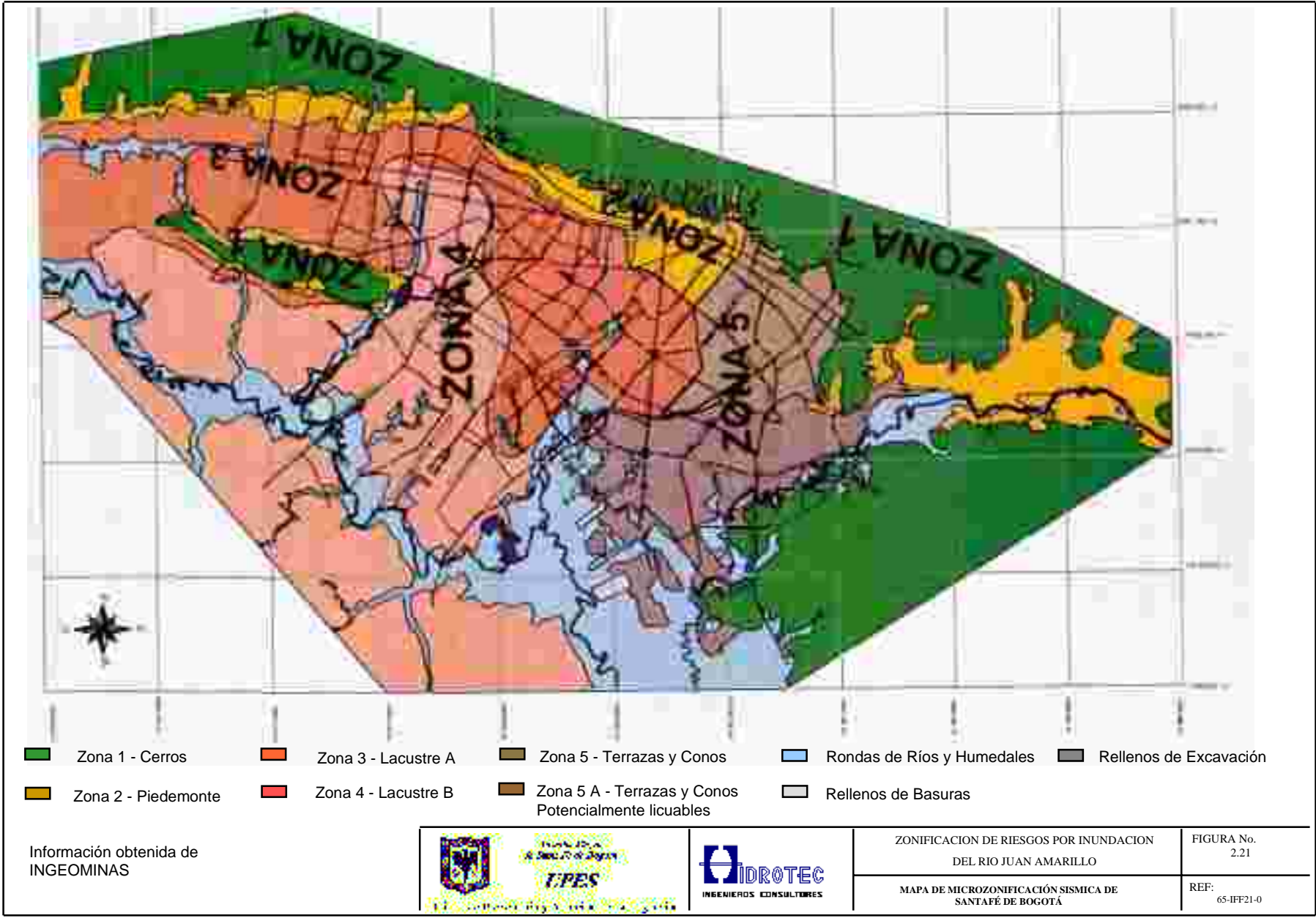
2.6.3 Zonificación Sísmica

Los estudios de microzonificación sísmica de una región consisten en establecer zonas que tengan un comportamiento geomecánico similar ante un sismo. Los efectos de un evento sísmico sobre las construcciones de un área dependen de la respuesta a las ondas sísmicas del sitio afectado lo cual a su vez está directamente ligado a la topografía y a las características geotécnicas. Con base a estas premisas la ciudad de Bogotá se ha dividido en cinco zonas de las cuales cuatro afectan la Cuenca de Juan Amarillo, la [Figura No. 2.21](#) presenta el Mapa de Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Santa Fe de Bogotá.

INGEOMINAS (1997) define estas zonas así:

2.6.3.1 Zona 1

Constituida por formaciones rocosas con capacidad portante alta. Se incluyen los Cerros Orientales y corresponde a la parte más alta de la Cuenca de Juan Amarillo. Indica INGEOMINAS, que para las construcciones en esta zona se debe tomar en cuenta la topografía que puede propiciar ampliaciones locales de la aceleración, que deben ser evaluadas en cada caso. Igualmente se indica que se deben considerar las áreas de inestabilidad determinadas en la zona de los Cerros. Con los estudios



de microsismicidad INGEOMINAS determina los siguientes coeficientes espectrales para el diseño de obras en la zona:

Periodo inicial $T_0 = 0,20$
Periodo corto $T_c = 1,00$
Periodo largo $T_L = 5,00$
Aceleración máxima $A_m = 0,24$
Aceleración nominal $A_n = 0,30$
Factor de la amplificación de la Aceleración $F_a = 1.0$
Factor de la amplificación de la Aceleración en el rango de velocidades constantes $F_v = 2,00$

2.6.3.2 Zona 2

Corresponde a la parte baja de los Cerros Orientales que sirve de transición entre éstos y la zona plana de la Sabana. Se incluye además la parte baja de los Cerros de Suba y Conejera. En el mapa geológico-geomorfológico adjunto son los Coluviones(Qdp) y está constituida por material heterogéneo de gravas, arenas, limos y ocasionales depósitos de arcillas. Presentan en general elevada capacidad portante y se han determinado los siguientes coeficientes espectrales para diseño:

Periodo inicial $T_0 = 0,20$
Periodo corto $T_c = 1,20$
Periodo largo $T_L = 6,00$
Aceleración máxima $A_m = 0,30$
Aceleración nominal $A_n = 0,40$
Factor de la amplificación de la Aceleración $F_a = 1.0$
Factor de la amplificación de la Aceleración en el rango de velocidades constantes $F_v = 2,25$

2.6.3.3 Zona 3

Se le ha denominado Zona Lacustre A y corresponde en gran parte al Complejo de Conos (Qcc) y a sectores de la Terraza Alta (Qta) al oriente de los Cerros de Suba. Se determina como una zona de arcillas blandas de espesores mayores de 50 m y con ocasionales niveles de arenas y turbas de espesor intermedio a bajo. Se dan los siguientes coeficientes espectrales de diseño:

Periodo inicial $T_0 = 0,50$
Periodo corto $T_c = 3,00$
Periodo largo $T_L = 5,71$
Aceleración máxima $A_m = 0,25$
Aceleración nominal $A_n = 0,30$

Factor de la amplificación de la Aceleración $F_a = 1.0$
Factor de la amplificación de la Aceleración en el rango de velocidades constantes
 $F_v = 32,48$

2.6.3.4 Zona 4.

Se le denomina Zona Lacustre B y se diferencia de la Zona Lacustre A por la inconsistencia mayor de los primeros 30 a 50 m y por ser mayores los espesores de los sedimentos de la Sabana. Cubre todo el valle del Juan Amarillo abajo de la Avenida Córdoba al sur de los Cerros de Suba y se extiende ampliamente hacia el sur. Los coeficientes espectrales de diseño son

Periodo inicial $T_o = 0,50$
Periodo corto $T_c = 3.00$
Periodo largo $T_L = 5,71$
Aceleración máxima $A_m = 0,16$
Aceleración nominal $A_n = 0,20$
Factor de la amplificación de la Aceleración $F_a = 1.0$
Factor de la amplificación de la Aceleración en el rango de velocidades constantes
 $F_v = 31,18$

2.6.4 Amenazas

Específicamente para este estudio, las amenazas desde el punto de vista geológico-geomorfológico están relacionadas con los desprendimientos de rocas en la parte superior de los Cerros en donde afloran las rocas competentes del Grupo Guadalupe y con deslizamientos o movimientos de remoción en masa en el sector de piedemonte, al sur de la Quebrada de Los Rosales en donde afloran formaciones como Guaduas y Bogotá y conos de deyección inestables que pueden ser importantes. Estos procesos pueden taponar las corrientes y producir represamientos de las quebradas que obviamente pueden causar avenidas importantes. La amenaza sería baja a media.

2.6.5 Vulnerabilidad

El medio físico es de vulnerabilidad muy baja en la parte alta de los Cerros en donde aparecen las rocas competentes del Grupo Guadalupe y alta en el piedemonte en donde aparecen las rocas de las formaciones Guaduas y Bogotá y depósitos tipo coluvión y conos de deyección que pueden ser importantes.

2.7 ASPECTOS GEOTECNICOS

En el presente numeral se desarrollan los aspectos geotécnicos que estén relacionados e incidan para una zonificación de riesgos por inundación para la cuenca del Río Juan Amarillo. Los aspectos geotécnicos a evaluar se refieren tanto con las condiciones de cimentación de viviendas como de la estabilidad de laderas y de cauces de los principales drenajes de la parte alta y baja de la cuenca de la zona de estudio. Las condiciones de estabilidad en la parte alta de la cuenca, determinan la susceptibilidad de los diferentes tipos de materiales a generar taponamiento y/o represamientos con lo que se genera una situación de amenaza por represamiento; en la parte baja, las condiciones de estabilidad se relacionan con la caracterización geomecánica de los diferentes diques ó jarillones existentes, en cuanto a que pueden establecer una vulnerabilidad física cuyo posible fallamiento genera una amenaza por inundación de las zonas bajas.

2.7.1 Recopilación, Análisis de Información y Reconocimiento de Campo

El Consultor ha desarrollado para la EAAB - ESP los Proyectos “Consultoría para Diseños del Sistema de Acueducto de la Empresa” y “Diseño Conceptual para Sistemas de Alcantarillado en Varios Sectores de la Ciudad”, los cuales se desarrollaron en la parte nor- oriental y nor- occidental de la ciudad, que cubren gran parte de la cuenca del Río Juan Amarillo; en los aspectos geotécnicos, los estudios realizados para la EAAB-ESP, han permitido realizar una caracterización geomecánica de los diferentes materiales y evaluar su comportamiento en los aspectos de estabilidad y cimentación de obras. En los aspectos de zonificación y riesgo sísmico se han considerado los resultados del estudio “Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá” realizado por Ingeominas y la Universidad de Los Andes para la Upes, Agosto 1997. Los aspectos de caracterización y estabilidad de los Cerros Orientales se han considerado los respectivos estudios geológicos y geomorfológicos realizados en desarrollo de los proyectos citados; también se han considerado los resultados y análisis realizados en el estudio “Delimitación de la Zona de Ronda y Zona de Manejo y Preservación Ambiental de los Ríos Tunjuelo, Fucha y Salitre” realizado por la Firma Consultora Estudios y Asesorías Ltda para la EAAB-ESP, 1996.

Para las zonas de interés del proyecto se ha realizado un reconocimiento de campo, que en el área de la geotecnia esta enfocado a la determinación de aspectos de estabilidad de cauces, laderas y estructuras en tierra (diques), así como afectaciones de los suelos en zonas pantanosas. En el reconocimiento también se buscó caracterizar zonas bajas y de rellenos.

2.7.2 Zonificación Geotécnica

La cuenca del Río Juan Amarillo se ha dividido en 6 zonas que presentan características y comportamiento geomecánico similar. Estas zonas son las siguientes y se presentan en el Plano No. 8 y la [Figura No. 2.22](#).

- Zona No. 1. Material rocoso
- Zona No. 2 Depósitos de piedemonte
- Zona No. 3. Parte media de depósitos lacustres
- Zona No. 4. Parte baja de depósitos lacustres
- Zona No. 5. Parte baja de relleno con escombros y desechos de construcción
- Zona No. 6. Rellenos en basuras

Cada zona se caracteriza en términos de definir una estratigrafía general determinando condiciones de clasificación, resistencia y compresibilidad, determinados con base en proyectos realizados por el Consultor en la zona de proyecto y que se relacionaron en el numeral anterior.

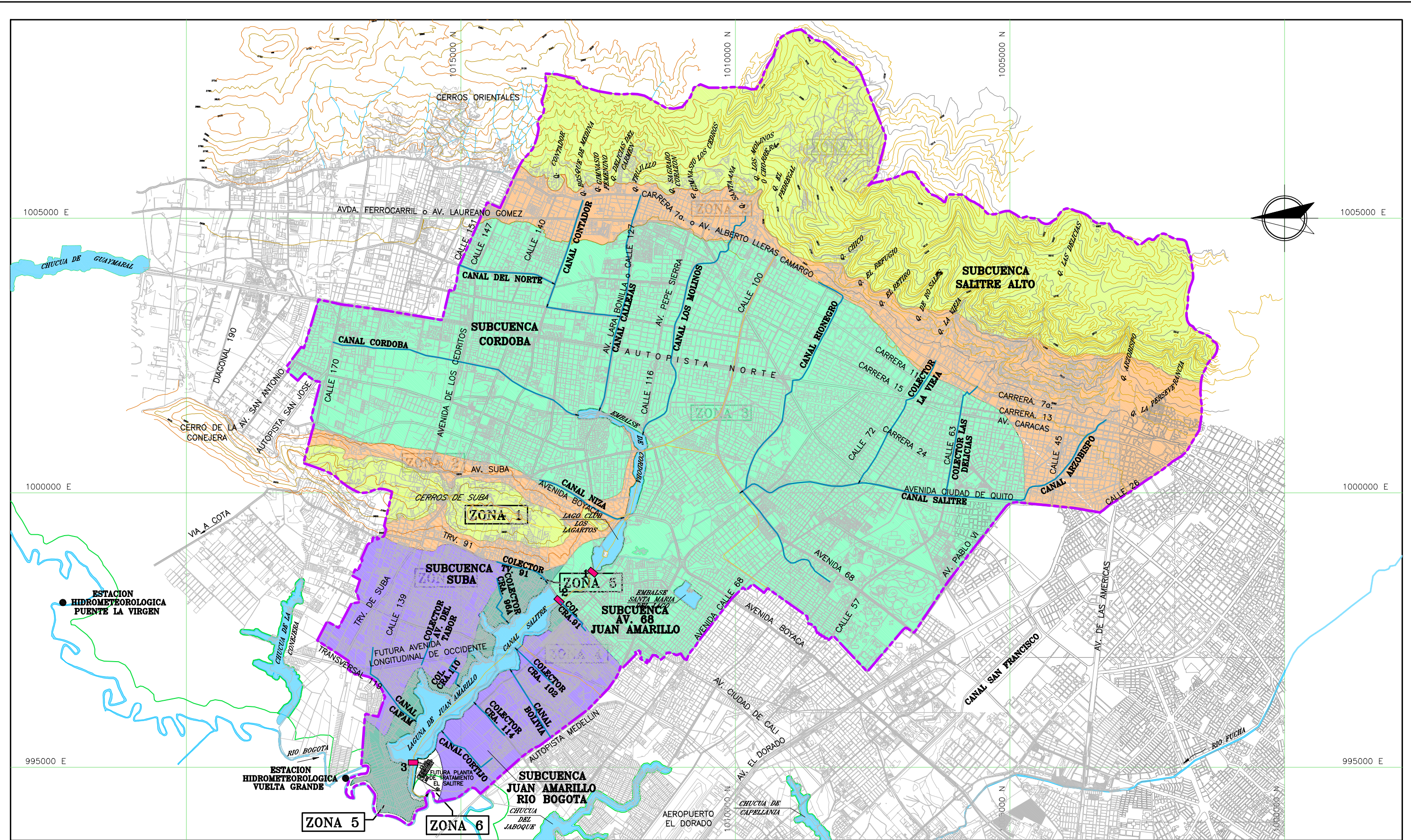
2.7.2.1 Caracterización Zona No. 1 Material rocoso.

Corresponde a los Cerros Orientales y a los Cerros de Suba. Los Cerros Orientales están conformados, litológicamente por materiales del Grupo Guadalupe compuesto por las formaciones Arenisca Dura, Plaeners y Labor - Tierna. En el plano geológico (Plano No. 7) se indican las diferentes formaciones de la cuenca.

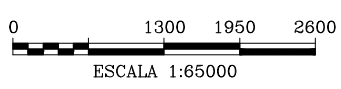
La formación Arenisca Dura, como su nombre lo indica, esta constituida por arenisca cuarzosa dura de grano fino bien cementada y corresponde a las partes más escarpadas; geotécnicamente son materiales bien competentes y presentan buena resistencia a la meteorización. Se observan afloramientos en las partes más escarpadas de las Quebradas La Vieja, Las Delicias y Arzobispo. Son zonas encañonadas y el material se aprecia en bloques y algo fracturado.

La formación Plaeners en general se describe como conformada por sucesiones de arcillolita silicea con estratos de arenisca; la sucesión puede presentar espesores mayores de 100 m (numeral 2.6). En conjunto presenta buena competencia geomecánica, aunque los niveles arcillolíticos son más susceptibles a la meteorización. Estos materiales afloran principalmente al norte de la Avenida 92.

La formación Labor y Tierna esta constituida principalmente por areniscas cuarzosas de grano fino a medio; en el conjunto inferior de esta formación, la arenisca se presenta algo friable y en consecuencia, algo susceptible a los procesos de meteorización; así mismo, en el conjunto medio, se determinan estratos arcillolíticos. Geotécnicamente estos materiales también presentan buena competencia.



| CONVENCIONES | |
|--------------|---|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA |
| | SISTEMA PLUVIAL |
| | CURVA DE NIVEL |
| | CUERPOS DE AGUA |
| | ZONA 4 MATERIAL ROCOSO |
| | ZONA 5 DEPOSITOS DE PIEDEMONTE |
| | ZONA 6 PARTE MEDIA DE DEPOSITOS LACUSTRES |
| | ZONA 4 PARTE BAJA DE DEPOSITOS LACUSTRES |
| | ZONA 5 PARTE BAJA DE RELLENO CON ESCOMBROS Y DESECHOS DE CONSTRUCCION |
| | ZONA 6 RELLENOS EN BASURAS |



Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá
UIPIES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

| | |
|--|-----------------|
| ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO | FIGURA N° 2.22 |
| ZONIFICACION GEOTECNICA CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO | REF: 65-IFF22-0 |

Dentro de esta Zona (No. 1) se menciona la parte de los cerros de Suba, en donde se identifican materiales de la formación Guaduas la cual se describe como constituida por intercalaciones de arcillolita con areniscas de grano fino. Sondeos realizados en el extremo norte (Proyecto de construcción del Tanque de Suba EAAB-ESP 1998) determinan una sucesión estratigráfica conformada por niveles arcillolíticos con intercalaciones de arenisca, cuyo espesor explorado fue de 30 m; superficialmente se identifican suelos residuales arcillosos plásticos y de consistencia dura. Según plano geológico, esta formación también aflora en el piedemonte y hacia el sur de la Quebrada La Vieja hasta el límite sur de la zona de estudio.

2.7.2.2 Zona No. 2. Coluvión

Son materiales de depósitos en sitios de piedemonte producto de la fracturación, meteorización y procesos erosivos del material rocoso existente en las partes altas de los Cerros Orientales y en los de Suba. Estos depósitos están constituidos por cantos, bloques y sobretamaños de arenisca, redondeada y subredondeada en matriz arcillosa, en función del contenido de humedad, normalmente la matriz se presenta de consistencia media a blanda. En general, hacia la parte de piedemonte de los Cerros Orientales y en cada una de las márgenes de los correspondientes drenajes de la cuenca (Quebradas Arzobispo, Las Delicias, La Vieja, Chico, Los Molinos, Callejas y Contador) se identifican estos depósitos de coluvión, susceptibles a la variación de los niveles, que consecuentemente afectan el comportamiento geomecánico de la matriz mediante el mecanismo de ablandamiento y aún de arrastre.

2.7.2.3 Zona No. 3. Depósitos Lacustre parte media.

Comprende la parte media de la cuenca del Río Juan Amarillo, conformada por las sub-cuencas Córdoba y Salitre Alto, identificada como la No. 3 en el plano No. 8. Desarrollada urbanísticamente, presenta un relieve plano y litológicamente corresponde a depósitos recientes del cuaternario del tipo de suelos lacustres conformados por suelos orgánicos negros y limos arcillosos, así como suelos arcillosos y limosos generalmente de alta humedad y de alta plasticidad y compresibilidad; la resistencia de estos suelos varía en profundidad de consistencia media a blanda. El espesor de estos depósitos son del orden de 170 m, según sondeos realizados por Ingeominas en la Calle 53 con Carrera 30.

2.7.2.4 Zona No. 4. Depósitos Lacustres parte baja.

Corresponde a la identificada en el plano geológico como terraza alta (Qta) y en el plano de Zonificación Geotécnica a la Zona No. 4; se localiza hacia el occidente de la Transversal 91 y va hasta el Río Bogotá; se caracteriza por un relieve plano y los suelos también corresponden a depósitos lacustres conformados por suelos orgánicos y suelos arcillosos limosos normalmente muy húmedos, de alta plasticidad y muy compresibles, normalmente de consistencia blanda; en profundidad y a diferentes niveles se determinan lentes y estratos de arena fina a media y de arena fina limosa, normalmente suelta; sobre estos niveles se presenta la circulación del agua subsuperficial originada a partir de la escorrentía o bien a partir de sitios de recarga, como puede ser la laguna de Juan Amarillo. Según sondeos realizados por Ingeominas, en esta zona, los espesores del depósito son mayores a 250 m.

2.7.2.5 Zona No. 5. De rellenos con escombros

En el plano No. 7 se identifica esta zona, que litológicamente corresponden a terrazas bajas (Qtb). Presentan un relieve plano y se caracterizan por la presencia de rellenos efectuados con escombros y desechos de construcción, empleados para elevar el nivel del terreno y en cierta forma mejorar estos sitios para construcción de viviendas y conformar desarrollos urbanos de carácter sub-normal, generados a partir de invasiones. A partir del relleno, que en algunos sitios pueden ser del orden de 4 m, subyacen suelos arcillosos limosos con niveles de arena fina limosa, los que corresponden a los depósitos lacustres, descritos en el anterior numeral.

2.7.2.6 Zona No. 6. Rellenos con basuras

Sobre el extremo occidental de la zona de estudio, se definió un sector que se localiza espacialmente en lo que fue el basurero del Cortijo, en consecuencia este corresponde a un importante relleno de basuras. En parte de esta zona, se esta construyendo actualmente la Planta de Tratamiento de aguas residuales y domesticas El Salitre. Sondeos realizados para el estudio de suelos de la Planta de Tratamiento, mostraron un espesor del relleno en basuras del orden de 6 m, a partir del cual subyacen suelos del depósito lacustre ya descritos.

2.7.3 Analisis de Estabilidad

Como elemento geotécnico para establecer criterios que determinen las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgos por fenómenos de inundación, se hace una

evaluación de las condiciones de estabilidad para la cuenca del Río Juan Amarillo. El análisis se aplica para la parte alta y baja de la cuenca. Se relaciona cada drenaje y se evalúa su estabilidad con base a la litología y geomorfología y a un reconocimiento de campo. También se tuvo como referencia el estudio “Delimitación de la Zona de Ronda y Zona de Manejo y Preservación Ambiental de los Ríos Tunjuelo, Fucha y Salitre, realizado por la firma consultora Estudios y Asesorías para la EAAB-ESP, 1997.

2.7.3.1 Análisis de estabilidad Zona Alta.

Se realiza este análisis para los drenajes que conforman este sector y son: Quebrada Arzobispo, Quebrada Las Delicias, Quebrada La Vieja, Canal Rionegro, Quebrada Los Molinos, Canal Callejas y Quebrada Contador. El desarrollo se realiza a nivel conceptual, teniendo como referencia lo determinado en el reconocimiento de campo, como también la litología y geomorfología (Plano No. 7) de cada drenaje, las condiciones topográficas (Plano No. 2 de Pendientes) y de usos del suelo (Plano No. 3). Dadas las escalas de trabajo, se han tomado elementos físicos conocidos para referenciar tramos de cada drenaje; para el caso presente, la referenciación de tramos o sectores se presentan con relación a la Avenida Circunvalar y/o a la Carrera 7ª.

a) Quebrada Arzobispo

La Quebrada Arzobispo nace en la falda de los Cerros Orientales y drena en dirección oeste en la zona centro oriental de Bogotá. En su recorrido, la quebrada presenta tres sectores bien definidos: un primer sector, desde su nacimiento (en zona de reserva de la EAAB-ESP) hasta aproximadamente 300 m antes de llegar a la Avenida Circunvalar (este tramo conformaría el segundo sector); el tercer sector a partir de la Circunvalar a la altura del Parque Nacional, a partir del cual esta canalizado.

En su parte alta el drenaje está conformado por diferentes afluentes menores y en su parte baja por las áreas tributarias de los Canales Limitantes Norte y Perseverancia.

- **Caracterización Geomorfológica**

En su trayecto la quebrada tiene dos sectores bien definidos. El sector superior va desde el punto de nacimiento en la zona de reserva de la EAAB-ESP, hasta la Carrera 5ª. El sector inferior comienza desde la Carrera 5ª a la altura del Parque Nacional, sitios a partir del cual la quebrada está canalizada.

- **El Cauce de la Quebrada Arzobispo**

La Quebrada Arzobispo corre inicialmente sobre las rocas competentes del Grupo Guadalupe y sobre los depósitos cuaternarios del coluvión de pie de monte. El cono está compuesto por grandes bloques y cantos redondeados con diámetros variables, que pueden sobrepasar los 2 m. Los bloques son de arenisca cuarzosa compacta y muy dura.

El fondo del cauce tiene control geológico con rocas duras competentes, especialmente en los primeros kilómetros de su recorrido y luego de éste, está determinado por los depósitos cuaternarios ya mencionados, compuesto por bloques que determinan en el fondo un alto grado de rugosidad. En la mayor parte de este tramo se aprecia confinamiento del cauce. Los taludes de las márgenes son en general estables, sólo en muy pocos puntos se observan desprendimientos, causados por ataque lateral de la corriente. Los procesos de erosión y transporte son lentos debido al bajo caudal; sin embargo, estos procesos se aceleran en épocas de lluvia, cuando aumenta el caudal, causando socavación en las orillas.

Desde la Carretera Circunvalar hasta la carretera interna del Parque Nacional, la corriente continúa sobre el coluvión que aquí está compuesta por bloques de gran tamaño (sobrepasan los 2 m), en una matriz de arena, limo y arcilla y las arcillolitas de la formación Guaduas. En este tramo el cauce se encuentra bien conservado; con vegetación arbórea y arbusta. En este sector se encuentra un desarenador construido dentro del cauce y sobre los sedimentos coluviales que limitan el cauce y el lecho.

Posteriormente se tiene un tramo desde la Carretera del Parque Nacional hasta la Carrera 5ª, donde el cauce fluye dentro de los taludes del Coluvión. La margen derecha se hace menos estable, donde el Coluvión esta siendo socavado en su pata facilitándose así el desprendimiento del material rocoso.

A continuación, en la parte inferior de este tramo, la corriente fluye por un curso de mayor pendiente y siempre con el control impuesto al cauce confinado en los depósitos cuaternarios. En este tramo el cono coluvial presenta bloques y cantos subangulares de arenisca compacta y dura.

Puntos inestables se observan en la parte media donde la quebrada presenta una curva pronunciada; allí se presenta confinamiento del cauce por reptación del suelo sobre la margen izquierda; hay ataque y erosión.

Sobre la margen izquierda se observan algunos puntos inestables como desprendimiento en taludes verticales y remoción de bloques; hasta llegar a los afloramientos de la formación cacho sobre la cual esta cimentado el puente en su estribo izquierdo.

Aguas abajo la pendiente se incrementa, formándose profundización del cauce que fluye dentro del coluvión de manera natural encontrándose bien conservado, hasta llegar a la confluencia sobre el cauce afluente sobre la margen derecha que proviene del barrio El Paraíso. A partir de este punto se incrementa el caudal por el aporte de aguas negras y en la confluencia existe una obra de sedimentación donde se encuentra abundante carga sólida depositada. El afluente del Paraíso presenta una fuerte caída por la pendiente del coluvión pero se encuentra canalizado en enrocado en su parte final, lo cual controla los procesos de socavación que se puedan presentar.

El tramo inferior comprende desde la Carrera 5ª hasta la Carrera 24, tramo en el cual el cauce se encuentra canalizado en ladrillo con una sección bastante limpia en el comienzo, donde se han acumulado gran cantidad de sedimentos como barra central. A la altura de la Carrera 13 la zona de ronda se encuentra invadida por grandes edificios, ese estado de conservación es aceptable.

- **Estabilidad de la Subcuenca**

El área de la cuenca de la Quebrada Arzobispo se puede considerar como relativamente estable. No obstante hay zonas que presentan algún grado de inestabilidad en forma de desprendimientos, reptaciones y socavación. La causa principal se atribuye a movimiento pendiente abajo del cuerpo coluvial el cual es aparentemente más espeso en una franja contigua a la Avenida Circunvalar y por ser esta zona la más propensa a presentar inundaciones ya que el canal puede presentar taponamientos en algunos puntos por lo deficientes de las estructuras.

- **Consideraciones Geomorfológicas de La Ronda**

Desde el punto de vista geomorfológico la zona de ronda la Quebrada Arzobispo se encuentra sin grandes invasiones. Sólo se observan algunas construcciones y rellenos sobre las zonas de playa y cauce propiamente dicho, de tal forma que los conceptos establecidos por la ley para la definición de la ronda (cauce natural, lecho, playa y ribera), no están siendo tenidos en cuenta para un adecuado uso de estas zonas.

De acuerdo a lo anterior, los cambios morfodinámicos que ocurrirían de manera natural y propios de un cauce como el de la Quebrada Arzobispo, están siendo afectados y obstruidos de tal forma que cuando se presenten afectarían directamente a núcleos urbanos pequeños, en especial al sector inferior generándose así una amenaza potencial, por el riesgo que implica ocupar estas zonas y afectando la estabilidad del suelo, de las laderas y riberas del cauce, que se manifiesta como procesos de reptación, erosión,

movimientos en masa socavación, deslizamientos, carcavamiento, sobrecarga, saturación, etc.

El sector inferior está mas afectado desde el punto de vista geomorfológico ya que es la zona que se encuentra más urbanizada dentro de la zona de la ronda y dentro del cauce natural, la porción del cauce abierto está convertido en la zona de rellenos y acumulación de basuras.

b) Quebrada Las Delicias

La Quebrada las Delicias, afluente del Río Salitre en su parte alta nace en la falda de los Cerros Orientales de la Sabana de Bogotá y drena en dirección NW.

Existe en la parte final de su cuenca un interceptor que corre en dirección Norte – Sur. La quebrada tiene un curso total de 4.120 m con cotas superiores cercanas a los 3.275 m y niveles en la parte final de la cuenca de 2.595 m, para una pendiente promedio del 16,5%.

En su recorrido total la Quebrada Las Delicias tiene dos sectores bien definidos. El sector superior va desde el punto de nacimiento, en la vereda Verjón, hasta la cota de los 2.850 m. El sector inferior empieza en el barrio La Salle a la altura de la Carrera 3ª, sitio a partir del cual la quebrada es entubada.

El Cauce de la Quebrada Las Delicias se ha subdividido en dos tramos así:

- **Tramo I:** Comprendido entre su nacimiento y una cantera abandonada. En este tramo la Quebrada Las Delicias corre inicialmente sobre las rocas competentes del Grupo Guadalupe y sobre depósitos cuaternarios del coluvión del pie de monte.

El fondo del cauce tiene control geológico por rocas duras competentes, especialmente en el primer kilómetro de su recorrido y luego éste está determinado por los depósitos cuaternarios ya mencionados, compuesto por bloques que dan al fondo un alto grado de rugosidad. En la mayor parte de este tramo se aprecia confinamiento del cauce, lo que en parte es debido a la reptación que permite la convergencia de las orillas y en parte a la erosión lineal de fondo, en los sitios donde no hay control geológico superficial.

Los taludes de las márgenes son en general estables, sólo en muy pocos puntos se observan desprendimientos causados por ataque lateral de la corriente. Los procesos de erosión y transporte son lentos debido al bajo caudal; sin embargo, se aceleran en épocas de lluvia, cuando aumenta el caudal, causando socavación en las orillas.

- **Tramo II:** Es desde la cantera hasta la Carrera 3ª sitio, donde la quebrada es entubada. La corriente continúa sobre el coluvión que aquí está compuesto por bloques de gran tamaño (sobrepasan los 2 m), en una matriz de arena, limo y arcillosa y las arcillolitas de la formación Guaduas. El alto contenido en limo y arcilla favorecen la reptación.

La parte alta de este tramo muestra un cauce confinado, con la base controlada por bloques de gran tamaño. Se observan puntos de inestabilidad que se manifiestan por la verticalidad de los taludes en el cauce. La inestabilidad que se presenta a la altura de la confluencia de la quebrada con el canal proveniente de los barrios, Bosque Calderón, Tejada, ha sido controlada con la construcción de gaviones.

Puntos inestables se observan en la parte media donde la quebrada presenta una curva pronunciada, allí se presenta confinamiento del cauce por reptación del suelo sobre la margen izquierda, hay ataque y erosión. Aguas abajo, después de la curva el cauce continua un trayecto casi recto hasta la carretera Circunvalar.

- **Estabilidad de la Subcuenca**

El área de la cuenca de la Quebrada Las Delicias se puede considerar como relativamente estable. No obstante hay zonas que presentan algún grado de inestabilidad en forma de desprendimientos, reptaciones y movimientos rotacionales. Por la magnitud de los procesos causantes de la inestabilidad es posible subdividir la cuenca de la quebrada en dos sectores superior e inferior, de los cuales sólo se estudió el sector superior.

El grado de estabilidad en este sector depende en gran medida de la presencia del cuerpo coluvial cuaternario, de los taludes altos de la cantera y los procesos de reptación de los suelos sobre la formación de Guaduas de composición arcillosa. El cuerpo coluvial sedimentario muestra tener su plano estratigráfico inferior con un ángulo relativamente pronunciado, con inclinación hacia el este y suprayaciendo las arcillolitas de la formación Guaduas. En estas condiciones las formas más importantes de la inestabilidad son: la reptación del cuerpo coluvial, la erosión lateral de las márgenes y la reptación de la formación Guaduas.

Desde el punto de vista geomorfológico la zona de ronda de la Quebrada Las Delicias sobre su margen derecha aguas abajo, se encuentra invadida por construcciones y rellenos sobre las zonas de playa y cauce propiamente dicho no están siendo tenidos en cuenta para un adecuado uso de estas zonas.

De acuerdo con lo anterior, los cambios morfodinámicos que ocurrían de manera natural y propios de un cauce como el de la Quebrada Las Delicias, están siendo afectados y obstruidos de tal forma que cuando se presenten

afectan directamente a núcleos urbanos generándose así una amenaza potencial, por el riesgo que implica ocupar éstas zonas de manera inadecuada, además del manejo de las aguas servidas y desechos que afectan la estabilidad del suelo, de las laderas y riberas del cauce, y que se manifiesta como procesos de reptación, erosión, movimientos en masa, socavación, deslizamientos, carcavamiento, sobrecarga, saturación.

c) Quebrada Los Molinos ó La Chorrera

La Quebrada Los Molinos nace en la falda de los Cerros Orientales de la Sabana de Bogotá en el denominado Sinclinal de Usaquén y drena en dirección NW. En su recorrido el Canal de los Molinos presenta zonas de cauce natural y zonas canalizadas, con tramos que poseen las características morfológicas originales como sinuosidades pronunciadas y otras con tramos muy rectos.

La quebrada forma un cono de deyección en su parte más alta, sobre el cual se desarrolla el llamado Cantón Norte. El cono empieza al emerger la Quebrada Molinos de la angostura formada por los cerros y se inclina suavemente hacia la Sabana. En el límite con esta, los sedimentos fluviales se entremezclaron con los sedimentos lacustres. El cono de deyección se compone de cantos rodados de areniscas, gravas, arena fina y ocasionalmente lentes arcillosos.

El coluvión está compuesto por bloques y cantos de tamaño variable, muchos de los cuales especialmente en la parte superior, pueden sobrepasar los 2 m de diámetro.

En su recorrido total la quebrada tiene dos sectores bien definidos: el sector superior que va desde el nacimiento en la vereda Moyas, hasta la cota 2.650 m, donde comienza la urbanización Santa Ana y la canalización y el sector inferior, desde Santa Ana hasta su desembocadura en el canal Córdoba a la altura de la Avenida Suba.

- **Sector Superior – Tramo I:** Comprendido entre su nacimiento y el barrio Santa Ana Oriental, donde la quebrada corre confinada entre rocas competentes del Grupo Guadalupe y sobre depósitos cuaternarios del coluvión de pie de monte. El cauce tiene un control geológico por rocas duras competentes, especialmente en sus dos primeros kilómetros y luego está determinado por los depósitos cuaternarios compuestos por bloques que dan al fondo un alto grado de rugosidad.

Los taludes de la orilla son en general estables, sólo en pocos puntos hay desprendimientos, causados por ataque lateral de la corriente. La erosión y el transporte son lentos por el bajo caudal, pero se aceleran en épocas de lluvia,

causando inestabilidad de orillas. Las márgenes verticales pasan a ser negativas y pueden sufrir desprendimientos.

- **Sector Superior – Tramo II:** A partir de la Carrera 1ª y hasta la Carrera 7ª el cauce cruza por entre viviendas del barrio Santa Ana Oriental y limita con las instalaciones del Cantón Norte, donde los habitantes protegen el cauce y la zona de ronda para uso privado, facilitándose así su conservación natural. La corriente continúa sobre el coluvión que aquí está compuesto por bloques de gran tamaño, (hasta de 1 m de diámetro), en una matriz de arena, limo y arcilla.

Sus orillas están protegidas por vegetación y el aporte de desechos es mínimo. El lecho contiene depósitos aluviales recientes.

- **Sector Inferior:** Comprende desde la Carrera 7ª, hasta el Box de la transversal novena, barrio Francisco Miranda. En este sector la sección es más amplia y escalonada con revestimiento en concreto el cual presenta deterioros muy localizados. A partir de éste sector es más evidente la falta de mantenimiento del canal y sin embargo desde la Carrera 7ª hasta la línea del ferrocarril la zona de rondas se conserva como área de recreación pasiva. El canal disecta sobre los sedimentos formados por la interdigitación del abanico aluvial con los paludales de las formaciones Titalá y Sabana.

- **Estabilidad de la Cuenca**

El área de la cuenca de la Quebrada Los Molinos se puede considerar como relativamente estable. A partir del Barrio Santa Ana Oriental el cauce transcurre en propiedad privada y su cauce y valle aluvial se conservan de manera natural.

Desde el punto de vista geomorfológico la zona de ronda de la Quebrada Los Molinos, en su sector superior, presenta buena conservación natural al estar cruzando por zonas privadas de fincas y viviendas, aunque está invadida.

De acuerdo con lo anterior los cambios morfodinámicos que ocurrirían de manera natural y propios del cauce como el de la Quebrada Los Molinos, están siendo influenciados de tal forma que cuando se presentan afectan directamente a pequeños núcleos residenciales, sin generar una amenaza potencial, a pesar del riesgo que implica ocupar éstas zonas de manera inadecuada y que se manifestarían como procesos de reptación, erosión, movimientos en masa socavación, deslizamientos, carcavamiento, sobrecarga, saturación, etc.

d) Quebrada Contador

La Quebrada Contador nace en la falda de los Cerros Orientales de la Sabana de Bogotá y drena en dirección NW. A partir de la Carrera 7ª la quebrada se encuentra canalizada hasta la Carrera 15 con Calle 134, donde transcurre por el canal de la Calle 134, posteriormente corre paralela a la Avenida 19 (Av. Santa Bárbara), para finalmente entregar en el Canal La Calleja, sobre la Calle 127.

En su recorrido total la quebrada Contador tiene dos sectores bien definidos. El sector superior que va desde el punto de su nacimiento hasta la cota de los 2.650 m (a la altura de la Carrera 7ª), sitio donde continúa por un colector hasta la Carrera 15 con Calle 134, punto a partir del cual la quebrada vuelve a ser canal abierto.

La cuenca de la Quebrada Contador en su curso superior (sector superior), está delimitada entre rocas competentes del Grupo Guadalupe formando una serranía empinada, esta corresponde al flanco oriental del anticlinal de Bogotá.

El sistema hidrográfico se desarrolla inicialmente sobre rocas competentes tipo areniscas, las cuales han producido bloques para conformar el lecho de la quebrada hasta el sector de Bosques de Medina cerca de la Carrera 7ª, a partir del cual el valle aluvial se amplía formando un coluvión rocoso sobre un cono aluvial cuaternario (Qct) de pie de monte cuya delimitación hacia el W está enmarcado por las construcciones.

- **Cauce de la Quebrada Contador**

A continuación se hace una descripción más detallada de algunos puntos del cauce, teniendo en cuenta la litología, forma del cauce y estabilidad de sus márgenes. Para mayor claridad se ha subdividido en dos tramos.

- **Tramo I:** Comprende entre su nacimiento hasta la Carrera 7ª. En este tramo la Quebrada Contador fluye sobre las rocas competentes del Grupo Guadalupe y sobre depósitos cuaternarios del coluvión de pie de monte. El cono está compuesto por grandes bloques y cantos redondeados con diámetros variables. Los bloques son de arenisca cuarzosa compacta y muy dura.

El fondo del cauce tiene control geológico por la presencia de rocas duras competentes. En la mayor parte de este tramo se aprecia confinamiento del cauce.

Los taludes de las márgenes son en general estables, sólo en muy pocos puntos se observan desprendimientos, causados por ataque lateral de la

corriente. Los procesos de erosión y transporte son lentos debido al bajo caudal; sin embargo, estos procesos se aceleran en épocas de lluvia, cuando aumenta el caudal, causando socavación en las orillas. La erosión se efectúa por extracción de material; grueso y lavado de matriz arenosa y limosa. Las márgenes verticales pasan a ser negativas y pueden sufrir desprendimientos.

A partir de la Carrera 1ª y hasta la Carrera 7ª el cauce de la quebrada cruza por entre viviendas de las urbanizaciones Bosques del Marqués y de Medina, donde los moradores protegen el cauce y la zona de ronda para uso prácticamente privado, facilitándose así su conservación de manera natural.

- **Tramo II:** Va desde la Carrera 7ª hasta la Carrera 15 trayecto donde la quebrada fluye en un colector.

* **Estabilidad de la Subcuenca**

En el área de la cuenca de la Quebrada Contador se puede considerar como relativamente estable. El grado de estabilidad en el sector alto depende en gran medida de la presencia del cuerpo coluvial cuaternario. El cuerpo coluvial sedimentario muestra tener su plano estratigráfico inferior con un ángulo relativamente pronunciado, con inclinación hacia el este. En estas condiciones la forma más importante de la inestabilidad es: la erosión lateral de las márgenes por socavación y ataque de la corriente.

El sector inferior como se mencionó está comprendido entre el punto donde la corriente principal sale del colector y es canalizado a lo largo del canal de la Calle 134 hasta el canal de La Calleja que disecta sobre los sedimentos cuaternarios del cono aluvial y las formaciones lacustres Titalá y Bogotá (Qct, Qts). Los afluentes de la quebrada en el sector inferior son conocidos y en su mayoría están canalizados.

Desde el punto de vista geomorfológico la zona de ronda de la Quebrada Contador en su sector superior, presenta una zona de ronda conservada de manera natural al estar cruzando por zonas privadas de fincas y viviendas, aunque esta invadida.

De acuerdo con lo anterior, los cambios morfodinámicos que ocurrirían de manera natural y propios de un cauce como el de la Quebrada Contador, están siendo influenciados de tal forma que cuando se presenten afectarían directamente a pequeños núcleos residenciales sin generar una amenaza potencial, a pesar del riesgo que implica ocupar estas zonas de manera inadecuada y que se manifestarían como procesos de reptación, erosión, movimientos en masa socavación, deslizamientos, carcavamiento, sobrecarga, saturación, etc.

e) Quebrada Chicó Alto

La Quebrada Chicó Alto nace en la falda de los Cerros Orientales de la Sabana de Bogotá y drena en dirección NW. Está conformada por un solo cauce unicanal.

A partir de la Carrera 9ª la quebrada es entubada y fluye a través del colector paralelo a la Calle 94 y a la Transversal 23 posteriormente, para finalmente desembocar en el Canal Río Negro.

En su recorrido total la Quebrada Chicó Alto tiene dos sectores bien definidos. El sector superior que va desde el punto de su nacimiento en la vereda Moyas, hasta la cota de los 2.650 m. El sector inferior empieza en el Parque el Chicó Alto a la altura de la Carrera 9ª, sitio a partir del cual la quebrada esta entubada.

La cuenca de la Quebrada Chicó Alto en su curso superior (sector superior), está delimitada entre rocas competentes del Grupo Guadalupe formando una serranía empinada. Esta corresponde al flanco oriental del anticlinal de Bogotá.

El sistema hidrográfico se desarrolla inicialmente sobre las rocas competentes tipo areniscas, las cuales han producido bloques para conformar el lecho de la quebrada hasta la carretera a la Calera, sector de Tramonti, a partir del cual el valle aluvial se amplía formando un coluvión rocoso sobre las arcillolitas de la formación Guaduas y sobre un cono aluvial cuaternario de pie de monte, cuya delimitación hacia el oeste está enmarcada por las construcciones.

El cauce en este sector está confinado, con orillas verticales debido a obras de canalización en enrocado. Esto favorece la estabilidad de las márgenes que debido a la erosión, han quedado al descubierto. Como la pendiente del curso es alta, la corriente baja formando cascadas en un cauce de alta rugosidad debido a las obras realizadas en él.

El sector inferior está comprendido entre la Carrera 7ª a partir del parque El Chicó Alto y hasta la Carrera 9ª, punto donde la corriente es entubada, a lo largo de los sedimentos cuaternarios del cono aluvial y las formaciones lacustres Titalá y Bogotá, bajo las viviendas del barrio el Chicó Alto.

- **Cauce de la Quebrada Chicó Alto**

A continuación se hace una descripción más detallada de algunos puntos del cauce, teniendo en cuenta la litología, forma del cauce y estabilidad de sus márgenes. Para mayor claridad cada sector se ha subdividido en dos tramos

- **Tramo I:** Comprendido entre su nacimiento y la carretera a La Calera. En este tramo la Quebrada Chicó Alto corre sobre las rocas competentes del Grupo Guadalupe y sobre depósitos cuaternarios del coluvión de pie de monte. El cono está compuesto por grandes bloques y cantos redondeados con diámetros variables, que pueden sobrepasar los 2 m. Los bloques son de arenisca cuarzosa compacta y muy dura.

El fondo del cauce tiene control geológico por rocas duras competentes, especialmente en el primer kilómetro de su recorrido y luego está determinado por los depósitos cuaternarios ya mencionados, compuesto por bloques que dan al fondo un alto grado de rugosidad.

Los taludes de las márgenes son en general estables, sólo en muy pocos puntos se observan desprendimientos, causados por ataque lateral de la corriente. Los procesos de erosión y transporte son lentos debido al bajo caudal; sin embargo, estos procesos se aceleran en épocas de lluvia, cuando aumenta el caudal, causando socavación en las orillas.

A partir de la Carrera 3ª y hasta la Carrera 7ª el cauce la quebrada cruza por entre viviendas del barrio Chicó Alto, donde los moradores protegen el cauce y la zona de ronda para uso prácticamente privado, facilitándose así su conservación de manera natural.

- **Tramo II:** Desde la carretera a la Calera hasta la Carrera 9ª sitio, donde la quebrada es entubada.

* **Estabilidad de la Subcuenca**

El área de la cuenca de la Quebrada Chicó Alto se puede considerar como relativamente estable. A partir de la carretera a la Calera el cauce transcurre en propiedad privada y su cauce y valle aluvial se conservan de manera natural a pesar de la existencia de algunas obras de encausamiento enrocado, antes de cruzar la carretera. Aguas abajo y a partir de la carretera a la Calera, el canal vuelve a ser abierto y nuevas edificaciones están siendo construidas cerca de su cauce. No obstante hay zonas que presentan algún grado de inestabilidad por socavación.

Una de las causas de inestabilidad se atribuyen a aumentos esporádicos del caudal que generarían inundaciones y flujos de material suelto, ocasionando taponamiento de los cruces y desbordamientos, tal como ha ocurrido en épocas anteriores.

* **Consideraciones Geomorfológicas de la Ronda**

Desde el punto de vista geomorfológico la zona de ronda de la Quebrada Chicó Alto en su sector superior, presenta una zona de ronda conservada de manera natural al estar cruzando por zonas privadas de fincas y viviendas, aunque está invadida (mucho antes que se establecieran leyes para su conservación), sobre las zonas de playa y cauce propiamente dicho, de tal forma que los conceptos establecidos por la ley para la definición de la ronda no están siendo tenidos en cuenta.

De acuerdo con lo anterior, los cambios morfodinámicos que ocurrirían de manera natural y propios de un cauce como el de la Quebrada Chicó Alto, están siendo influenciados de tal forma que cuando se presenten afectan directamente a pequeños núcleos residenciales sin generar una amenaza potencial, a pesar del riesgo que implica ocupar estas zonas de manera inadecuada y que se manifestarían como procesos de reptación, erosión, movimientos en masa socavación, deslizamientos, carcavamiento, sobrecarga, saturación, etc.

f) Canal Rionegro

La cueca del Rionegro está comprendida entre las cuencas de las Quebradas Chicó Alto y los Rosales y tiene una extensión relativamente pequeña, en relación con las del resto de cuencas analizadas.

La cuenca se caracteriza por tener pendiente de tipo escarpado, cubiertas de vegetación secundaria en la zona baja y de tipo arbustivo en la zona alta. Las características geológicas son similares a las que posee la Quebrada Chicó Alto.

El canal principal tiene una longitud, en este tramo, de 1.900 m aproximadamente. Su recorrido inicia en la cota 2.925 m y se canaliza a nivel de 2.660 m.

Ya en la zona urbana, el río se convierte en un canal de drenaje de áreas aferentes pluviales, aunque desde el mismo sitio de entubamiento, es receptor de aguas residuales por parte de las conexiones erradas de las urbanizaciones que cruza.

Después de la Carrera 7ª la quebrada se convierte en un canal abierto revestido en ladrillo, que rectificado, recorre la zona plana en dirección hacia el W, hasta convertirse en el Rionegro, y desemboca en el Canal Salitre a la altura de la Avenida 68, en el sector de Entreríos.

g) Quebrada Delicias del Carmen ó Trujillo (Canal Callejas)

La Quebrada Delicias del Carmen nace en la falda de los Cerros Orientales de la Sabana de Bogotá y drena en dirección W, transcurre por el barrio Delicias del Carmen, sector de donde toma su nombre.

En su recorrido total la Quebrada Delicias del Carmen tiene dos sectores bien definidos. El sector superior que va desde el punto de nacimiento, el cual está sobre la cota de los 3.200 m, hasta la cota de los 2.850 m. El sector inferior empieza en el barrio Santa Bárbara a la altura de la Carrera 7ª, sitio a partir del cual la quebrada está canalizada y se conoce como el Canal Callejas.

La cuenca de la Quebrada Delicias del Carmen en su curso superior (sector superior), está delimitada entre rocas competentes del Grupo Guadalupe. Esta cuchilla corresponde al flanco oriental del anticlinal de Bogotá.

El proceso de reptación puede verse reactivado por la filtración de agua, procedente especialmente de las urbanizaciones que no disponen de alcantarillados y desagües de aguas.

El sector inferior está comprendido entre el punto donde la corriente principal es entubada a la altura de la Carrera 7ª y donde son canalizadas las aguas lluvias a lo largo del Canal Callejas y sobre los sedimentos cuaternarios del cono aluvial y las formaciones lacustres Tilatá y Bogotá.

• **Cauce de la Quebrada Las Delicias del Carmen ó Trujillo**

Se determinan tres tramos:

- **El Tramo I:** comprendido entre su nacimiento y una cantera abandonada. En este tramo la Quebrada Delicias del Carmen corre inicialmente sobre las rocas competentes del Grupo Guadalupe y sobre depósitos cuaternarios del coluvión del pie de monte. Está compuesto por grandes bloques y cantos redondeados con diámetros variables, que pueden sobrepasar los 2 m. Los bloques son de arenisca cuarzosa compacta y muy dura.
- El fondo del cauce tiene control geológico por rocas duras competentes, especialmente en el primer kilómetro de su recorrido y luego éste está determinado por los depósitos cuaternarios ya mencionados, compuestos por bloques que dan al fondo un alto grado de rugosidad. En la mayor parte de este tramo se aprecia confinamiento del cauce, lo que en parte es debido a la reptación que permite la convergencia de las orillas y en parte a la erosión lineal del fondo. Los taludes de las márgenes son en general estables, sólo en muy

pocos puntos se observan desprendimientos, causados por ataque lateral de la corriente.

- **El Tramo II:** comprende desde la cantera hasta la Carrera 4ª sitio, donde la quebrada está parcialmente canalizada y una porción está entubada. La corriente continúa sobre el coluvión que aquí está compuesto por bloques de gran tamaño (sobrepasan los 2 m), en una matriz de arena, limo y arcilla.

La parte alta de este tramo muestra un cauce parcialmente confinado por muros. La base del cauce continúa controlada por bloques de gran tamaño. Se observan puntos de inestabilidad que se manifiestan por la verticalidad de los taludes cerrándose hacia el cauce. El aporte de materiales residuales de construcción y de basuras es alto en especial en cercanías de la Avenida 6ª, esto tiende a aumentar el confinamiento del cauce.

- **El Tramo III:** va desde la Carrera 4ª hasta la Carrera 7ª el cauce de la Quebrada Las Delicias del Carmen corre parcialmente canalizado y su cauce es muy estrecho, además de la acumulación de basuras y desechos.

El sector inferior está comprendido entre el punto donde la corriente principal es entubada y canalizadas las aguas lluvias a lo largo del canal de la Calleja y disecta sobre los sedimentos cuaternarios del cono aluvial y las formaciones lacustres Tilatá y Bogotá.

* **Estabilidad de la Subcuenca**

El área de la cuenca de la Quebrada Las Delicias del Carmen se puede considerar como relativamente estable. No obstante hay zonas que presentan algún grado de inestabilidad en la forma de desprendimientos, reptaciones y movimientos rotacionales.

- **Sector del Curso Alto**

El grado de estabilidad en este sector depende en gran medida de la poca presencia del cuerpo coluvial cuaternario, de los taludes altos de la cantera y los procesos de reptación de los suelos. El cuerpo coluvial sedimentario muestra tener su plano estratigráfico inferior con un ángulo relativamente pronunciado, con inclinación hacia el este y suprayaciendo las areniscas del Grupo Guadalupe. En estas condiciones las formas más importantes de la inestabilidad son la reptación del cuerpo aluvial y la erosión lateral de las márgenes, cuyos efectos se manifiestan como erosión lateral de las márgenes por socavación y ataque de la corriente y confinamiento del cauce.

- Sector del Curso Bajo

A partir de la Carrera 7ª el cauce de las Quebrada Delicias del Carmen se conoce como canal de la Calleja, totalmente canalizado hasta llegar a su confluencia con el canal de Córdoba.

* Consideraciones Geomorfológicas de la Ronda

Desde el punto de vista geomorfológico la zona de ronda de la Quebrada Las Delicias del Carmen sobre sus márgenes aguas abajo, se encuentra invadida por construcciones y rellenos sobre las zonas de playa y cauce propiamente dicho.

De acuerdo a lo anterior, los cambios morfodinámicos que ocurrirían de manera natural y propios de un cauce como el de la Quebrada Las Delicias del Carmen, han sido afectadas y obstruidas de tal forma que cuando se presenten afectan directamente a núcleos urbanos generándose así una amenaza potencial, por el riesgo que implica ocupar estas zonas de manera inadecuada, además del mal manejo de las aguas servidas y desechos que afectan la estabilidad del suelo, de las laderas y riberas del cauce y que se manifiestan como procesos de reptación, erosión, movimientos en masa socavación, deslizamientos, carcavamiento, sobrecarga, socavación, etc.

2.7.3.2. Análisis de estabilidad Zona Baja

Mediante reconocimiento de campo y con base en la litología se realiza una evaluación de la estabilidad de la zona baja de la cuenca, que comprende el Embalse Córdoba, la Laguna del Club Los Lagartos y propiamente la Laguna o Humedal de Juan Amarillo. Se evalúan las condiciones de estabilidad tanto de las respectivas márgenes como del jarillón construido en la parte interna del Humedal Juan Amarillo, como también el jarillón de cierre sobre el costado occidental que protege los barrios Lisboa y Santa Cecilia. Dado el desarrollo urbano que se ha logrado y con relación a las características de cimentación, se presenta una evaluación de las condiciones de las viviendas construidas en partes bajas pantanosas de esta zona.

El análisis se enfoca bajo las características actualmente existentes y bajo el evento de la posible presencia de inundaciones, en cuanto que se altere considerablemente el comportamiento geomecánico de los suelos. El estudio hidrológico determina niveles máximos para periodos de retorno de 10 y 100 años, en las cotas 2.574,70 m y 2.575,30 m respectivamente; para estos niveles máximos se presenta

encharcamiento en la zona del embalse Córdoba y no se presenta inundación sobre las áreas contiguas a la Laguna Juan Amarillo.

- **Embalse Córdoba**

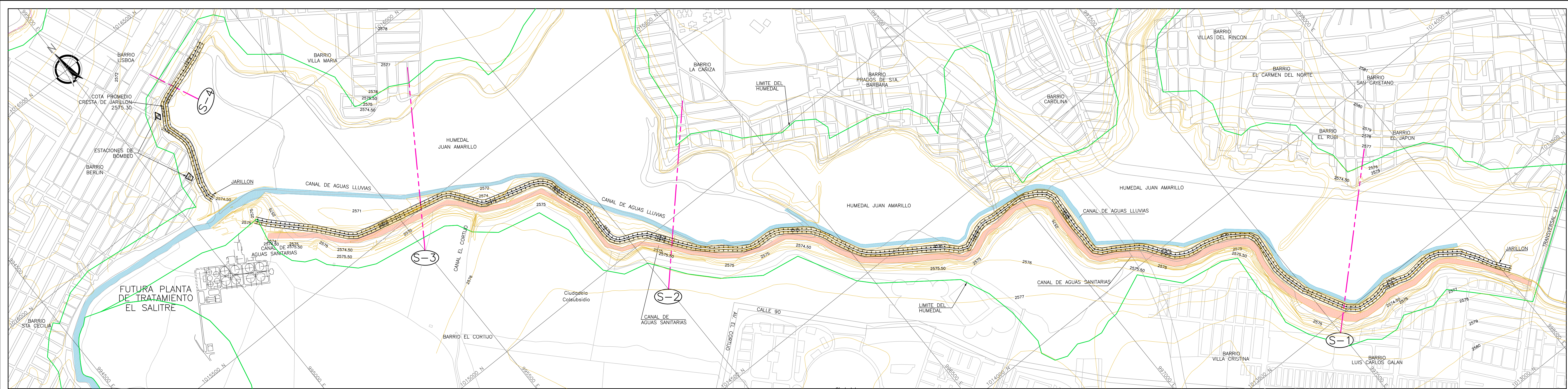
Esta delimitado por la Avenida Córdoba y Boyacá al Este y Oeste respectivamente y los desarrollos urbanos de los barrios Niza y Córdoba al norte y los barrios Pontevedra y La Floresta al sur. La zona se caracteriza por un relieve plano y litológicamente corresponde a los suelos de depósitos lacustres conformados por arcillas limosas de consistencia blanda con lentes de arenas finas limosas. La zona de laguna presenta pequeñas variaciones del nivel de agua, por lo que genera márgenes bajas, cuya altura promedio es del orden de 1 m; estas se observan cubiertas de pastos y no se evidencian problemas de inestabilidad. Entre la Avenida Suba y la Boyacá, se observa sobre las márgenes árboles tipo pino de buena altura, que definen el cauce y ayudan en la estabilidad de las márgenes. Las variaciones de niveles como consecuencia de eventuales inundaciones afectarán la zona libre de las márgenes, cubiertas de pastos y protegidas con árboles, por lo que el efecto en la estabilidad es mínimo.

- **Lago del Club Los Lagartos**

Zona de lago contigua a canchas de golf y a zonas verdes, las cuales son manejadas y mantenidas por el Club. El sitio presenta un relieve plano a ondulado y litológicamente los suelos corresponden a depósitos lacustres, descritos anteriormente. Las condiciones de estabilidad, observadas en las diferentes márgenes son buenas. Para un periodo de retorno de los 100 años, se determina el nivel en la cota 2.575,30 m, caso en el cual, la lámina varía del orden de 0,25 m que no afecta la estabilidad de los bordes del lago.

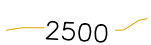

- **Laguna de Juan Amarillo**

En cuanto a elementos que requieran de evaluación de estabilidad están las márgenes y los respectivos jarillones del canal de aguas sanitarias así como el jarillón de protección del extremo occidental. Como complemento para los respectivos conceptos sobre la estabilidad de esta zona, se realizó un levantamiento topográfico relacionado con toma secciones transversales típicas, mediante las cuales, además de determinar las diferentes cotas de inundación para periodos de retorno de 2 a 1.000 años, se indica la configuración geométrica tanto del dique como de los canales de aguas lluvias y aguas sanitarias. En la [Figura No. 2.23](#) se presenta en planta la localización de las referidas secciones transversales. Así

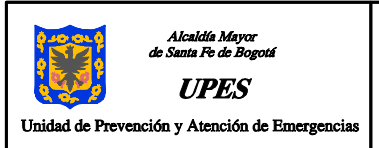


NOTAS:
 1. LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ.
 2. LAS COTAS CORRESPONDEN AL SISTEMA BOGOTÁ (IGAC+29.86)

3. LA ALTIMETRIA FUE TOMADA DE PLANOS A ESCALA 1:10.000 ELABORADOS POR EL IGAC EN EL AÑO 1989, Y COMPLEMENTADA CON LOS PLANOS RECORD DE ALCANTARILLADO A ESCALA 1:2000 DE LA EAAB-ESP.
 4. EN EL SECTOR DEL HUMEDAL DE JUAN AMARILLO LA ALTIMETRIA FUE COMPLEMENTADA CON UN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO REALIZADOS POR HIDROTEC LTDA EN ENERO DE 1999.

CONVENCION
 CURVA DE NIVEL
 TALUD DE RELLENO DEL JARILLON

ESCALA 1: 5.000



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO
 HUMEDAL JUAN AMARILLO PLANTA LOCALIZACION DE SECCIONES TRANSVERSALES
 FIGURA N° 2.23
 REF: 65-IFP-23-0

FOTOCOPIA DE LA FIG. 2.23

mismo, en las Figuras Nos. 2.24 a 2.27 se presenta la correspondiente conformación geométrica.

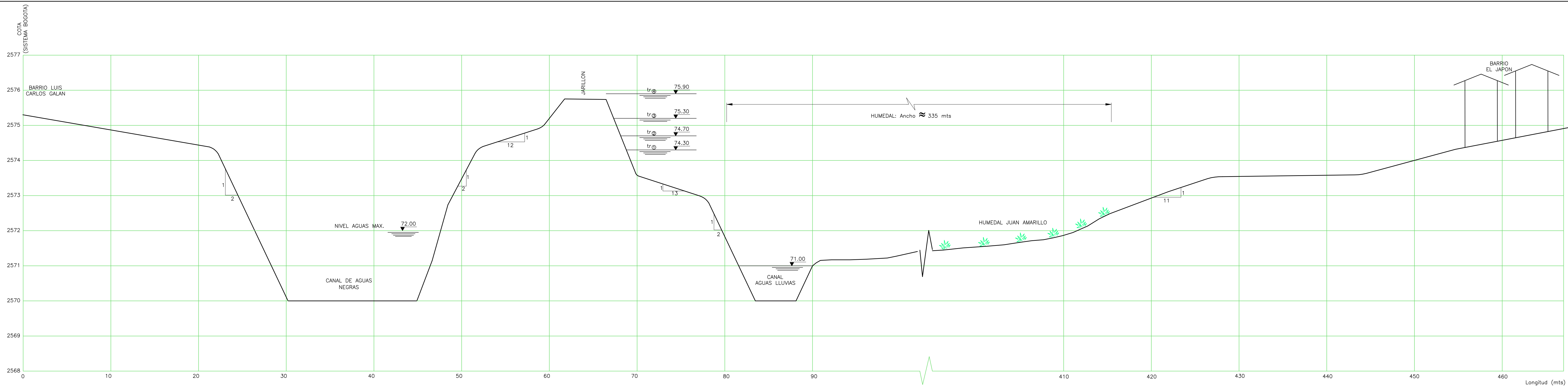
- Margen derecha

Esta determinado su lindero mediante una cerca en alambre. Siguiendo el sentido Este Oeste se han construido el Colector Suba, el Colector Tibabuyes oriental y Tibabuyes occidental. Sobre esta margen se han conformado desarrollos urbanos que inicialmente fueron de carácter sub-normal, cuyos espacios para construcción fueron adecuados mediante la conformación de rellenos con escombros de construcción, acción por lo cual se elevó el nivel del terreno, quedando a una cota mayor que la de inundación para el periodo de retorno de 100 años.

El comportamiento geomecánico de los suelos en aspectos de estabilidad se determina en función de la caracterización estratigráfica, las condiciones físicas de la margen y de las variaciones de los niveles del agua; para las condiciones actuales, no se evidencian problemas de estabilidad que sean originadas por inundaciones.

Los suelos de esta margen corresponden a depósitos lacustres cubiertos por rellenos conformados por desechos de construcción; en profundidad subyacen suelos arcillosos limosos de alta plasticidad y humedad, de consistencia blanda; también se determinan estratos y lentes de arena fina limosa normalmente suelta. Se tiene un nivel de terraza baja en la cota 2.575 m, para finalizar con la terraza superior en la cota promedio de 2.577 m, sobre este nivel, están construidas las viviendas. Los taludes de la terraza baja están conformados por suelos orgánicos y arcillosos cubiertos por pastos en donde no se identifican problemas de inestabilidad, aunque sí se observan deformaciones del cuerpo del talud. La observación en el sitio muestra que el agua lluvia lleva una baja velocidad por lo que su acción no es erosiva sino de sedimentación.

Sobre la terraza superior (cota promedio 2.577 m) existe una altura del orden de 2 m con relación a la terraza baja; el material que conforma este cuerpo consta de un relleno de desechos de construcción y de limos y arcillas limosas, plásticas y de consistencia media a blanda. La inclinación del talud varía desde vertical hasta muy inclinadas (1 : 1 o mayor); en función de esta geometría no se observan problemas de estabilidad.



CONVENCIONES

75.30
 ▼ Cota de nivel de agua
 tr = Tiempo de retorno
 tr₂ = 2 años
 tr₁₀ = 10 años
 tr₁₀₀ = 100 años
 tr₁₀₀₀ = 1000 años

NOTAS

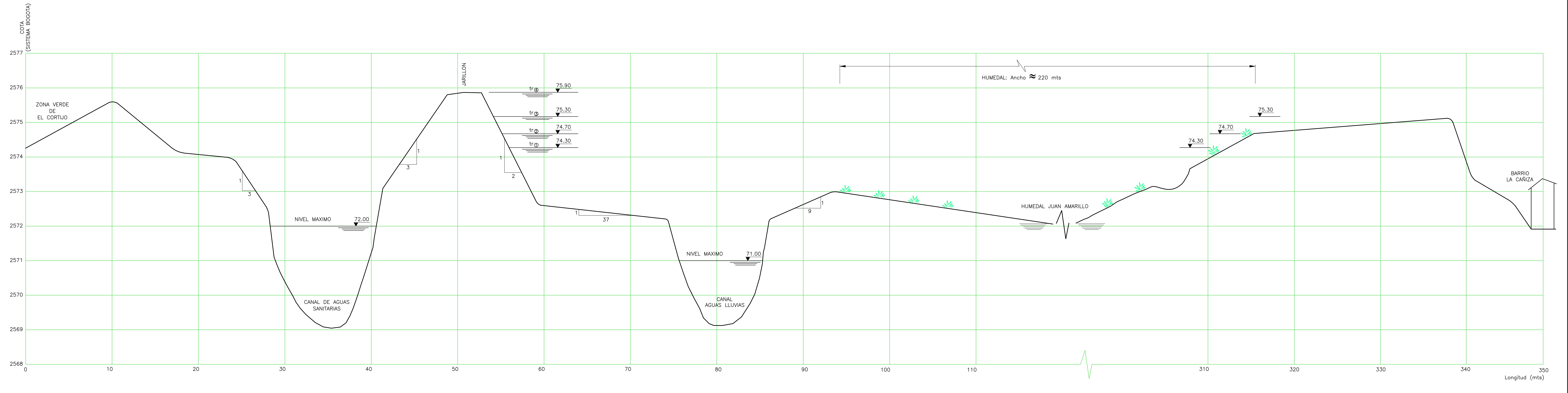
- Sistema Bogotá = Cota IGAC + 29.86 mts.
 - Cota fondo de Canales, tomado de plano N°1 de Estudio Plan Maestro de Alcantarillado. Bogotá V por GOMEZ CAJIAO Y ASOCIADOS CIA. LTDA. Año/96.

ESCALA H ___ 1:200
 V ___ 1:50



| | |
|--|-----------------|
| ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO | FIGURA N° 224 |
| SECCION TRANSVERSAL N° 1 | REF: 65-IF-24-0 |

FIGURA N° 224
 REF: 65-IF-24-0
 SECCION TRANSVERSAL N° 1



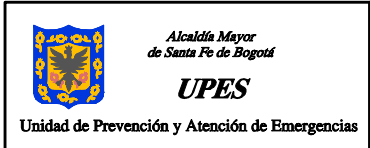
CONVENCIONES

75.30 Cota de nivel de agua
 tr = Tiempo de retorno
 t_{2} = 2 años
 t_{10} = 10 años
 t_{100} = 100 años
 t_{1000} = 1000 años

NOTAS

- Sistema Bogotá = Cota IGAC + 29.86 mts.
 - Cota fondo de Canales, tomado de plano N°1 de Estudio Plan Maestro de Alcantarillado. Bogotá V por GOMEZ CAJIAO Y ASOCIADOS CIA. LTDA. Año/96.

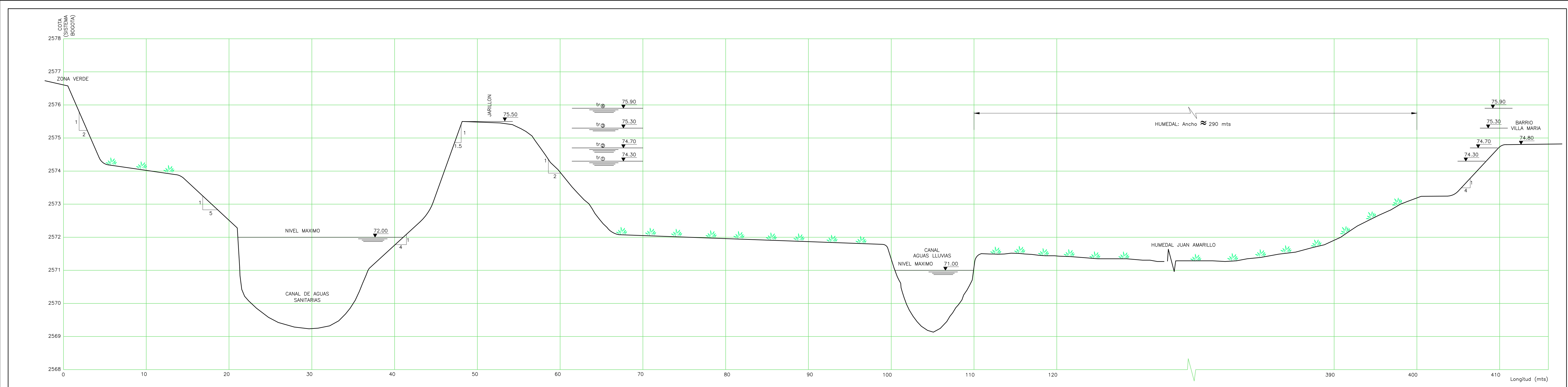
ESCALA H 1:200
 V 1:50



| | |
|--|-----------------|
| ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO | FIGURA N° 225 |
| SECCION TRANSVERSAL N°2 | REF: 65-IF-25-0 |

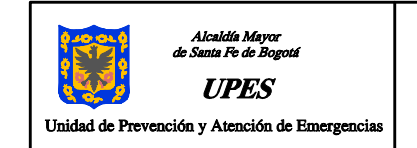
FIGURA N° 225
 REF: 65-IF-25-0
 SECCION TRANSVERSAL N°2

SEC-104.DWG



CONVENCIONES
 75.30 Cota de nivel de agua
 tr = Tiempo de retorno
 t_{10} = 2 años
 t_{10} = 10 años
 t_{10} = 100 años
 t_{10} = 1000 años

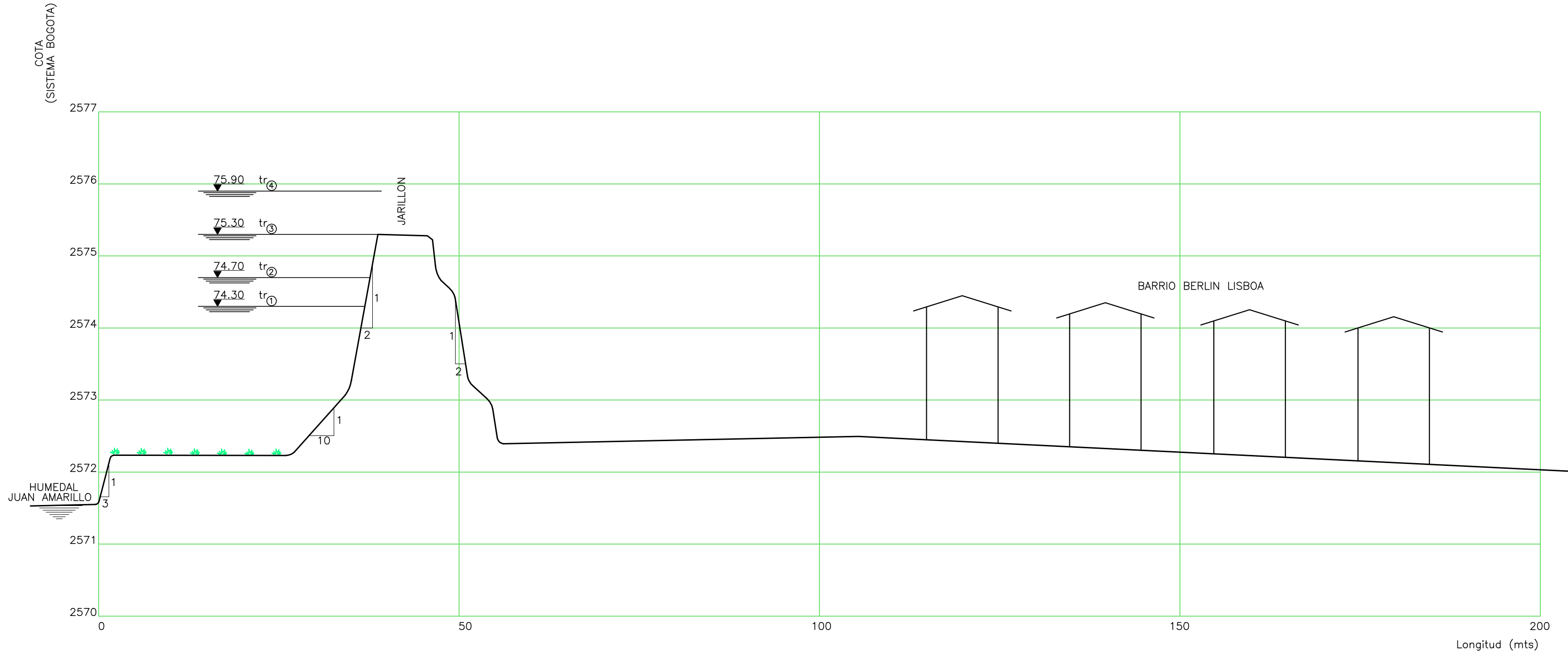
NOTAS
 - Sistema Bogotá = Cota IGAC + 29.86 mts.
 - Cota fondo de Canales, tomado de plano N°1 de Estudio Plan Maestro de Alcantarillado.
 Bogotá V por GOMEZ CAJIAO Y ASOCIADOS CIA. LTDA. Año/96.
 ESCALA H ___ 1:200
 V ___ 1:50



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO
 SECCION TRANSVERSAL
 N°3

FIGURA N°
 2.26
 REF:
 65-IF-26-0

PLOTTO: 000031799
 SEC-99.DWG



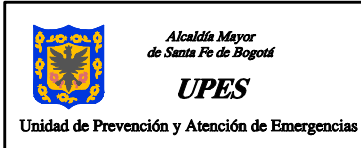
CONVENCIONES

| | |
|--------------------|-----------------------|
| 75.30 | Cota de nivel de agua |
| tr | = Tiempo de retorno |
| tr ₂ | = 2 años |
| tr ₁₀ | = 10 años |
| tr ₁₀₀ | = 100 años |
| tr ₁₀₀₀ | = 1000 años |

NOTAS

- Sistema Bogotá = Cota IGAC + 29.86 mts.
- Cota fondo de Canales, tomado de plano N°1 de Estudio Plan Maestro de Alcantarillado. Bogotá V por GOMEZ CAJIAO Y ASOCIADOS CIA. LTDA. Año/96.

ESCALA _____ H ___1:500
 _____ V ___1:50



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO

SECCION TRANSVERSAL
 N°4

FIGURA N°
 2.27

REF:
 65-IFF-27-0

- **Margen Izquierda**

Se identifican claramente dos sectores de características físicas y geomecánicas diferentes. El primer sector se determina a partir de la transversal 91 hacia el occidente y comprendida por los barrios Luis Carlos Galán, Bachue y Villa Cristina. El segundo sector se determina a partir de Villa Cristina hasta el sitio donde actualmente se está construyendo la Planta de Tratamiento de Aguas Sanitarias El Salitre. Ver [Figura No. 2.23](#).

El primer sector, de aproximadamente 1.200 m, corresponde geomorfológicamente al nivel de terraza baja y a la zona geotécnica No. 5, en la que se han realizado rellenos con escombros y desechos de construcción. Sobre la margen propiamente se observan además rellenos en basuras con suelos orgánicos, los que modelan un relieve ondulado y plano, en donde se determinan suelos blandos y pantanosos. Los taludes observados sobre esta margen manifiestan procesos de reptación, escurrimiento y hundimientos, así como pequeñas y puntuales fallas de cuerpo de talud. Está separado del humedal por el jarillón del Canal en tierra que conduce las aguas sanitarias a la planta de tratamiento. Considerando los resultados hidrológicos en cuanto a los niveles máximos para un periodo de retorno de 10 y 100 años, cotas 2.574,7 m y 2.575,3 m, respectivamente, se determina que el sector será inundado si no existiera el jarillón del canal de aguas sanitarias, por cuanto la cota promedio del terreno está en la 2.574 m.

El segundo sector, de aproximadamente 3.200 m, está clasificado dentro de la zona geotécnica No. 4 (descrita en el numeral 2.7.2) y geomorfológicamente corresponde al nivel de terraza alta. La margen presenta una forma irregular, en la que no se facilita una definición geométrica; los taludes son irregulares y el cuerpo de estos están cubiertos de pastos; sobre la cresta del talud predomina la presencia de árboles y arbustos de buen tamaño. La forma irregular de los taludes y su protección evidencian niveles de deformación y acomodamiento de los suelos sin llegar a generar fallas. Las condiciones actuales de estabilidad son apenas aceptables, en donde la presencia de árboles y arbustos establecen una situación de protección que mantiene la estabilidad de esta margen. Considerando los resultados hidrológicos en cuanto a los niveles máximos para un periodo de retorno de 10 y 100 años, cotas 2.574,7 m y 2.575,3 m, respectivamente, se determina que el sector no será inundado si no existiera el jarillón del canal de aguas sanitarias, por cuanto la cota promedio del terreno está en la 2.576 m.

- **Jarillón Canal en Tierra Aguas Sanitarias**

Este dique está construido sobre el Humedal Juan Amarillo; transcurre en sentido Este Oeste, tiene una longitud aproximada de 4.400 m; está

conformado por suelos orgánicos, desechos de construcción y aún por basuras; más que una estructura en tierra, es una zona de botadero de materiales y suelos orgánicos y arcillosos procedentes de excavaciones. El recorrido se puede observar en la [Figura No. 2.23](#).

Mediante reconocimiento de campo, se han determinado los siguientes aspectos:

- * Continuamente se observa la disposición de materiales sobrantes, los cuales son extendidos por un bulldozer, la compactación se da por el paso del mismo equipo de extendido.
- * La conformación física no guarda ninguna relación geométrica de corona ni de taludes, estos se encuentran cubiertos por pasto. Con base en las secciones transversales tomadas ([Figuras Nos. 2.24 a 2.26](#)) se puede observar que los taludes del dique tienen una inclinación irregular que puede ir, desde taludes 2H : 1V hasta de 12 H : 1 V.
- * Sobre el cuerpo de cada talud se observan deformaciones generadas por el peso propio del material depositado en la corona y su compactación, hasta llegar a una posición de equilibrio relativo, condicionado a la presencia de precipitaciones.
- * Aproximadamente sobre el kilómetro 1 + 400 (frente al barrio Villa Cristina) se observaron grietas de retracción sobre la corona del relleno. Contiguo a este sitio y sobre el talud del canal de aguas mínimas, se observó una falla rotacional sobre cuerpo de talud, el material movido es paulatinamente arrastrado por las aguas de este canal.
- * La velocidad del agua en cada canal es mínima; en ciertos puntos, especialmente por el lado del canal de aguas mínimas, se observa sedimentación.
- * Al final del relleno y aproximadamente a partir del kilómetro 3 (frente a la Ciudadela Colsubsidio), se observa una geometría más definida tanto a nivel de corona como de taludes, siendo el ancho de berma del orden de 4 m e inclinación de taludes variables entre 1.5H : 1V a 3H : 1V.

En conjunto se considera la zona como un botadero desarrollado longitudinalmente y como tal, está constituido por suelos y materiales de muy baja competencia geomecánica, tanto por calidad como por conformación y grado de compactación. La irregularidad geométrica y en especial la presencia de taludes muy tendidos (mayores a una inclinación 2H : 1V), indican una conformación definida por la posición de reposo de un material con bajo grado de compactación ([Figuras Nos. 2.23 a 2.26](#)). El nivel de apoyo para este relleno corresponde a suelos blandos y de pantano, que determinan una baja capacidad de soporte, por lo que se generan deformaciones que son reconformadas con más relleno.

Independiente de las variaciones del nivel de aguas y en atención a las características descritas, esta estructura presenta una alta amenaza por deslizamiento en donde la mala calidad de los materiales, baja competencia

geomecánica y la acción del agua de escorrentía, son los elementos detonantes. Así mismo, esta estructura en tierra presenta una alta vulnerabilidad física sobre todo teniendo altos niveles en el Humedal de Juan Amarillo. En cuanto al riesgo, en función de la probabilidad de daño para viviendas y afectación de vidas humanas, es de riesgo bajo.

- **Jarillón de Protección Extremo Occidental.**

Corresponde al límite del humedal Juan Amarillo sobre el extremo occidental; transcurre en sentido norte sur y tiene una longitud de aproximadamente 600 m. Este dique está construido hasta la cota 2.575,30 m, para proteger a los barrios Berlín, Lisboa y Santa Cecilia contra posibles inundaciones por crecientes del humedal. Contiguo al relleno y por el costado oriental de éste, está construido el colector Tibabuyes Occidental. La [Figura No. 2.27](#) muestra una sección típica de este jarillón.

Con base en el reconocimiento de campo, se han determinado las siguientes características físicas y geotécnicas:

- * Presenta una adecuada conformación geométrica, tanto a nivel de corona como de taludes. El ancho de corona es del orden de 6 m y los taludes tienen una inclinación de 27° (2H : 1V), aproximadamente. De acuerdo con secciones topográficas tomadas sobre éste, se determina una altura máxima del dique de 4 m.
- * Los taludes presentan una adecuada conformación; no se observan deformaciones y en su mayor recorrido se encuentran protegidos con pasto.
- * Mediante la observación de un apique que se realizó para destapar una tubería, se detectó que el jarillón está conformado por suelos limosos y arcillosos de alta plasticidad y húmedos, con un alto contenido orgánico.
- * El nivel de cimentación correspondería a suelos del depósito lacustre, conformados por suelos arcillosos limosos de alta plasticidad y de consistencia blanda, con presencia de lentes de arena fina limosa suelta.

En su conjunto, el jarillón se observa en buenas condiciones de estabilidad y de operación por lo que se considera que la amenaza por inestabilidad del dique y según las apreciaciones actuales, es baja. Por la importancia de su ubicación y función, así como por la susceptibilidad de daños a nivel de vidas y viviendas, ante eventual ocurrencia de inundaciones, presenta un alto riesgo manejable.

Complementariamente se relaciona un concepto relacionado con la estabilidad del cuerpo del jarillón y originado por la permanencia de una determinada lámina de agua, la cual puede ser de 1,30 m y de 1,90 m, la correspondiente para el periodo de retorno de 100 y 1.000 años, respectivamente, a partir de la

cual se pueden generar subpresiones que pueden comprometer la estabilidad de la cimentación de las viviendas. Ante este posible evento se establece una condición de alta amenaza en función de la estratigrafía existente, así como por la baja competencia geomecánica de los suelos presentes. Ante la probabilidad de daño tanto de vidas humanas como de viviendas, se determina una condición de alto riesgo.

- **Cimentación de viviendas.**

Se presentan aspectos geotécnicos relacionados con la estabilidad de las viviendas construidas en zonas bajas y pantanosas. Específicamente se aplica para las terrazas bajas que han sido adecuadas y mejoradas mediante la conformación de rellenos con escombros y desechos de construcción. Estos sectores están ubicados dentro de la Zona geotécnica No. 5, cuya caracterización se realizó en el numeral 2.7.2 y su ubicación se muestra en el plano No. 7.

La formación estratigráfica comprende una secuencia de suelos arcillosos limosos blandos y compresibles con intercalaciones de lentes y estratos de arenas finas limosas sueltas; a partir de estos estratos arenosos se realiza la circulación del agua subsuperficial del humedal, que en condiciones normales de precipitación presenta variaciones asociadas a las del humedal, con la consecuente disminución de resistencia de los suelos. Esta es una condición natural que establece una situación de alta amenaza por inestabilidad del estrato portante, cuyos efectos de asentamientos y deformaciones se relacionan tanto con el tipo de vivienda como de cimentación empleado. La baja competencia geomecánica del estrato portante, determina una alta vulnerabilidad física de las viviendas, determinándose también una condición de alto riesgo.

3 ANÁLISIS DE LA AMENAZA

3.1 GENERALIDADES

Una vez identificados y caracterizados los aspectos hidrológicos y analizadas las características hidráulicas, geotécnicas y geomorfológicas de la cuenca del Río Juan Amarillo se procede a definir y delimitar las zonas de amenaza de inundación por desbordamiento del Río Juan Amarillo.

El análisis de amenaza busca determinar la probabilidad de ocurrencia de una inundación, su intensidad, cobertura, recurrencia y la ubicación geográfica dentro del área en estudio.

Tal como se describió anteriormente la cuenca del Juan Amarillo para efectos del estudio se dividió en tres (3) sectores, uno alto en el cual se localizan las quebradas principales y corrientes menores en condición natural, uno medio constituido básicamente por canalizaciones y colectores con los cuales la EAAB-ESP atiende el drenaje pluvial de la zona y un sector bajo donde se localizan el Embalse de Córdoba y el Humedal de Juan Amarillo, encargados finalmente de amortiguar las crecientes de los sectores alto y medio antes de su entrega al Río Bogotá.

Para el análisis de amenaza por inundación se tuvieron en cuenta para cada sector algunos criterios los cuales se describen a continuación:

En el sector alto y su transición con el sector medio se han considerado como variables para la evaluación de la amenaza por inundación: el período de tiempo en el cual la infraestructura de la EAAB-ESP no tiene la capacidad hidráulica para conducir los flujos; la lámina y velocidad del caudal que no fluye por los conductos; el período de retorno de la creciente considerada; las condiciones de las cuencas altas que determinan indirectamente el aporte de sedimentos y las obras inadecuadas en los pasos especiales, la topografía y estabilidad e invasión de cauces y el carácter súbito ó lento de la inundación.

El sector medio está determinado por la capacidad de la infraestructura definida a través de los parámetros de diseño fijados por las normas de la EAAB-ESP y que son cotejadas a través de resultados de estudios recientemente efectuados. La amenaza para este sector se evalúa a partir de tales criterios y resultados de análisis hidráulicos desarrollados en estudios recientes¹. Según las normas de la EAAB-ESP el dimensionamiento de los conductos de áreas menores de 3 ha se efectúa con períodos de retorno de cinco (5) años y para más de 10 ha con períodos de retorno de 10 años, este criterio de diseño determina que se genere localmente para áreas pequeñas en eventos de períodos de retorno de 10 años condición local de encharcamiento en toda el área de estudio, con volúmenes de caudal que están

¹ Diseño Conceptual de Alcantarillado en Varios Sectores de la Ciudad Hidrotec Ltda, Ingenieros Consultores EAAB-ESP 1998.

determinados por la diferencia de las precipitaciones de períodos de retorno de 10 años a 5 años. Estos mayores volúmenes que no puede drenar la infraestructura existente, tendrá que transitar por las vías entrando parcialmente por los sumideros y viajando por las calles hacia la parte baja de las cuencas.

Para canalizaciones y áreas de mayor extensión las normas de la EAAB-ESP consideran que las canalizaciones de quebradas en zonas montañosas deben tener capacidad de conducir crecientes de período de retorno de 10 años, con un borde libre para atender los caudales de tiempo de retorno de 25 años y no permitiendo asentamientos humanos en la franja delimitada por la creciente de 100 años.

Los canales que drenan áreas tributarias mayores de 1.000 ha deben tener sección revestida para un período de retorno de 10 años, capacidad total para 50 años y un borde libre para conducir las crecientes de 100 años.

Las acequias interceptoras de aguas lluvias ubicadas aguas arriba de desarrollos urbanos y cuyo desbordamiento ponga en peligro vidas humanas, deben estar diseñadas para un período de retorno de 100 años.

Los criterios de diseño de la EAAB-ESP son adecuados para evitar que se creen puntos “de cuello de botella”, ya que el dimensionamiento de la capacidad aumenta con el área, presentándose un adecuado margen de seguridad que impide que localmente se presente salida de flujo en los pozos por falta de capacidad en tramos de aguas abajo.

En el capítulo seis (6) se proponen aspectos que deben ser considerados relativos a los criterios de diseño de la Empresa, y de medidas para disminuir los volúmenes y frecuencias de las inundaciones en esta zona de transición del sector alto al sector medio, donde las crecientes son entubadas.

Por último el sector bajo está gobernado por los niveles de los embalses, por la estructura de control y eventualmente por los altos niveles del Río Bogotá.

3.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LAS CORRIENTES DE INTERÉS

Se efectuó una evaluación de capacidad en los sitios donde las quebradas son incorporadas al sistema de alcantarillado de la ciudad, teniendo en cuenta la información existente, los recorridos de campo efectuados, encuestas no formales y el conocimiento de algunos sectores que el Consultor tiene. Este análisis adicional a los alcances definidos para el presente estudio, permite obtener una visión general de las condiciones de capacidad de los conductos en esta zona de transición del sector alto al sector medio.

Los análisis se han efectuado bajo las siguientes premisas:

- Los caudales se evalúan mediante la formulación efectuada en el numeral 2.5.3.1. Los resultados se compararon con valores calculados en otros estudios presentando gran similitud.
- La lluvia efectiva se estableció a partir del Método del SCS adoptando un $N = 92^1$ promedio representativo del área, considerando un tipo ponderado de suelo (de moderada infiltración) y condiciones de humedad antecedente promedio a alta. La cobertura se estimó en un 85% de rastrojos, pastizales y bosque en alta pendiente y un 15% como áreas desprotegidas impermeables y superficies duras.
- Como se presenta en el [anexo No. 2](#), se evalúa la capacidad del conducto y se considera que el flujo que no circula por el conducto lo hace por las vías en las cuales se distribuye a medida que avanza.

Las vías por las que circula el flujo se determinó a partir de inspección de campo y cartografía escala 1:10.000.

- En los numerales 3.2.1.a 3.2.8 se presentan las características geométricas de los conductos (sección, pendiente y área aferente), donde las quebradas se incorporan al alcantarillado de la ciudad. Para las vías por donde se conducen los caudales que no pueden ser evacuados por los conductos (Ver [anexo No. 2](#)) se presentan las longitudes pendientes y anchos tomados de la cartografía empleada para este estudio. Las características de flujo que circulan por ellas, se obtienen aplicando la fórmula de Manning (velocidades, altura de la lámina y la fuerza).

En el [anexo 2](#), se presenta el cálculo de caudales; la capacidad de los conductos iniciales del alcantarillado que recibe los drenajes naturales, los caudales de desborde sobre las vías y los volúmenes de desborde.

3.2.1 Quebrada Contador

- **Descripción de la Cuenca de Drenaje**

La cuenca de la Quebrada Contador presenta dos sectores: La Zona Alta, localizada al oriente de la Cra. 7ª la cual presenta alta pendiente y corresponde a un área boscosa predominantemente, con un curso natural conformado por un lecho de características rocosas y depósitos de coluvión del pie de monte, y la zona baja al occidente de la Cra. 7ª con una pendiente menor.

El sector entre la Cra. 7ª y la Cra. 16, está canalizada mediante un conducto cerrado de sección $\varnothing 2,15$ m hasta de 2,0 x 2,0 m.

¹ Método del S.C.S

De la Carrera 16 aguas abajo presenta un canal con fondo a una profundidad media bajo el nivel de la vía de 2,70 m. Su sección revestida presenta un ancho de 1 m y una altura de 1,55 m. En las márgenes se han conformado realces en tierra.

El Canal Contador entrega a la altura de la Calle 19 al Canal del Norte (véase [Figura No. 2.10](#)).

El área de drenaje es de 191 ha del sector alto, correspondiente a la Quebrada Contador y un drenaje afluente al oriente de éste.

La quebrada nace en la cota 3.050 m.s.n.m y recorre 2.550 m, en su cuenca predominantemente rural hasta la carrera 7ª. El afluente presenta una longitud de 940 m y un área de 54 ha.

La corriente es permanente y en invierno por su alta pendiente se caracteriza por ser torrencial.

- **Aspectos Hidráulicos**

El Sector Alto de la cuenca presenta cobertura de bosque natural a excepción del área donde se construyó el conjunto Residencial Bosques del Marquez.

La Quebrada Contador presenta una estructura que sirve para encauzar, disipar y proteger el entubamiento de Ø 1,50 m. En la entrada de esta tubería se presenta una reja de protección, para impedir el paso de objetos extraños.

Para la crecienta de los 100 años se presentaría un caudal máximo de desborde de 11 m³/s el cual represaría un gran volumen de agua, especialmente en la estructura de disipación.

Hacia el costado norte del conjunto Bosques de Medina se encontró el paso de una quebrada secundaria con una cuenca conservada en sus condiciones paisajísticas. En su último tramo es encauzada mediante una cuneta de concreto hasta llegar a una tubería de Ø 36"; la entrada a la tubería de entubamiento presenta una reja de protección que impide el paso de sólidos.

Esta corriente es intermitente, resulta suficiente la tubería de Ø 36" para conducir las crecientes de diseño.

Entre el conjunto Bosque de Medina y el Gimnasio Femenino se encontró una quebrada secundaria, encauzada en su mayor parte por un talud natural y un muro divisorio de predio. No fue posible apreciar su entubamiento, pero según información de habitantes en temporada invernal gran caudal de la corriente se desborda sobre la Cra. 7ª.

En el estudio desarrollado por Hidrotec Ltda¹, se presentan valores de caudales máximos de 18,2 m³/s y 26 m³/s (T_R 10 y 100 años, respectivamente) en su cuenca rural, de 27 m³/s y 50 m³/s (T_R = 10 y 100 años, respectivamente) en su afluencia al canal del norte.

En el cuadro No. 3.1 se presenta las características geométricas del colector evaluado en su primer tramo, esto es cuando el caudal transportado pasa de cauce natural a conducto o canal que maneja la EAAB-ESP (Infraestructura de Alcantarillado).

En el [anexo No. 2](#) se presentan los cálculos de caudales y capacidades de los conductos principales que entregan el flujo del sector Alto al sector medio.

CUADRO No. 3.1
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS COLECTORES
QUEBRADA CONTADOR

| COLECTOR | CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS | | |
|--------------------------------|---------------------------------|---|----------------------|
| | SECCIÓN | PENDIENTE COLECTOR (Tramo Inicial) % | ÁREA DRENADA (ha) |
| Cuenca Calle 138 | Ø 1,50 | 1,4 | 136,99 |
| Cuenca Gimnasio Femenino | Ø 1,20 | 1,4 | 54,07 |
| Cruce Carrera 7ª hasta Cra. 16 | Ø 2,15 | 0,4 | 191,06 |
| | 2,0 x 2,0 | 0,4 | 191,06 |
| Canal Contador | Canal b = 1,0 h = 2,05 z = 1 | 0,4 | 191,06 |

El canal Contador tiene una sección trapezoidal de un metro de base con altura de 1,55 m, talud uno horizontal a uno vertical y pendientes variables por tramos. A la salida de la alcantarilla tipo cajón de 2,0 x 2,0 m se aprecia una gran cantidad de sedimentos.

La capacidad de la sección revestida en concreto es de 13,5 m³/s y resulta con adecuada capacidad para conducir el flujo de 10 años de período de retorno que en este sector intermedio es variable entre 13 y 23 m³/s (Carrera 16 a entrega en el Canal Norte).

El canal incluyendo toda la sección hidráulica, puede transportar un caudal de 20,4 m³/s con un borde libre de 0,70 m el cual es adecuado para contener las crecientes de 10 años con borde libre, y hasta crecientes de períodos de retorno del orden de 100 años con desbordes mínimos.

De la zona superior (cuenca Calle 138) para 100 años se tiene un caudal máximo transitando por las vías de 8,3 m³/s, con un volumen total de 5.034 m³. (Ver [anexo No. 2](#)). Este caudal está en capacidad de transportarse por el canal por lo que el flujo se irá incorporando a lo largo del canal; los caudales y fuerza generados por el agua que circula por las vías se relacionan en los [cuadros Nos. 3.2 y 3.3](#).

¹ Diseño Conceptual de Alcantarillado en Varios Sectores de la Ciudad Hidrotec Ltda – EAAB-ESP.

CUADRO No. 3.2

CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA CONTADOR PARA UN TR DE 100 AÑOS CONDUCTO Ø 1,50 m

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE % | VELOCIDAD m/s | ANCHO DE FLUJO (m) | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m * | Q. max m³/s |
|---------------------------------------|--------------|-------------|---------------|--------------------|-------------------|---------------|---------------|
| Parte alta con Calle 138 hasta Av. 7ª | 300 | 10 | 5,3 | 12 | 0,13 | 369 | 8,3 (3) |
| Av. 7ª con x Calle 140 al occidente | 400 | 2,6 | 3,3 | 7,0 | 0,18 | 196 | (1) 8,3 x 50% |
| Av. 7ª Calle 140 – Calle 134 | 500 | 1,0 | 2,5 | 7,0 | 0,24 | 146 | (2) 8,3 x 50% |
| Calle 134 - Occidente | 500 | 4,0 | 3,8 | 7,0 | 0,16 | 224 | (2) 8,3 x 50% |

* kg/m de ancho de vía. (1) Ruta, (2) Ruta 2, (3) Ruta 3 - Q max = Caudal total circulando por las vías (ver [anexo 2](#))

CUADRO No. 3.3

CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA CONTADOR PARA UN TR DE 100 AÑOS CONDUCTO Ø 2,15 m

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE % | VELOCIDAD m/s | ANCHO DE FLUJO (m) | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m * | Qmax m³/s |
|-------------------|--------------|-------------|---------------|--------------------|-------------------|---------------|-----------|
| Cra. 7ª - Tr 9 A | 200 | 20 | 5,7 | 15 | 0,09 | 278 | 7,30 |
| Tr. 9A Cra. 16 | 540 | 2,2 | 2,3 | 14 | 0,11 | 60 | 7,30 |
| Cra. 16 – Tr. 28 | 1.100 | 0,4 | 1,4 | 14 | 0,19 | 36 | 7,30 |
| Cra. 28 – C Norte | | 0,25 | 1,2 | 14 | 0,22 | 31 | 7,30 |
| C. Norte | | 0,06 | 0,8 | 14 | 0,34 | 20 | 7,30 |

* kg/m de ancho de vía. Qmax circulando por las vías (ver [anexo No. 2](#)) = 11,5 m³/s, de los cuales 4,2 m³/s circulan por la ruta 1 (véase Cuadro No. 3.2) y 7,3 m³/s por las vías indicadas en este cuadro.

En el sector del barrio Contador se presentará una lámina en sus calles de 0,40 m debido al nivel y topografía del sector y aguas abajo aumentaría la lámina hasta 0,78 m con una duración menor de una hora.

3.2.2 Quebrada Las Delicias del Carmen ó Trujillo

La Quebrada Las Delicias del Carmen (o Trujillo) se ubica en la falda de los Cerros Orientales de la ciudad. En la parte alta tiene un afluente principal conocido como Quebrada Trujillo; las dos quebradas entregan sus aguas al Canal Callejas a la altura de la Cra. 7ª.

Su nacimiento está sobre la cota 3.200 m.s.n.m. y recorre 1.930 m hasta la Cra. 7ª donde es entubada y conducida hacia el Canal Callejas. El sector inferior empieza en el barrio Santa Bárbara a la altura de la Carrera 7ª con Calle 127, sitio a partir del cual la quebrada está totalmente canalizada.

La Quebrada Trujillo, afluente de la Quebrada Las Delicias del Carmen, en época de invierno arrastra gran cantidad de sedimentos que se depositan en la parte alta del barrio, obstaculizando las vías del sector. Más adelante se encauzan sus aguas mediante un canal rectangular en piedra pegada que presenta bastante deterioro en su sección. En la parte media del barrio Las Delicias del Carmen la canalización se encuentra en mal estado por la acumulación de material de gran tamaño proveniente del arrastre durante las crecidas; además se observa gran acumulación de basuras y desechos de construcción, se han construido algunas edificaciones sobre la ronda del canal, lo cual ha disminuido la sección hidráulica e intervenido en el funcionamiento del canal, en la parte baja, antes de llegar a la Av. 7ª, se encuentra un desarenador del cual se observó un regular funcionamiento debido a la falta de mantenimiento.

El canal presenta una sección trapezoidal con fondo a una profundidad aproximada de 2,8 m bajo el nivel de la vía. Su sección es revestida en una altura de 0,93 m y tiene un ancho de 3,0 m el área de drenaje es de 166,3 ha del sector alto.

La cuenca de la quebrada en su tramo más alto hasta el sitio donde se ubica una cantera abandonada presenta un adecuado confinamiento y fluye sobre rocas duras, posteriormente se desarrolla sobre depósitos del coluvión del pie del monte. Entre la Cantera y la Cra 7ª la quebrada se encuentra parcialmente canalizada, en este tramo se observan puntos de inestabilidad, aporte de basuras y materiales de construcción con un cauce canalizado y estrecho.

La verticalidad de la orillas y las pendientes pronunciadas determinan procesos de socavación y aporte de sedimentos, por lo que existen estructuras de retención y se proyectan otras en el curso superior aguas arriba de la Carrera 7ª.

- **Aspectos Hidráulicos**

Los conductos principales de evacuación de aguas lluvias para la Quebrada Las Delicias del Carmen se relacionan en el cuadro No. 3.4.

CUADRO No. 3.4

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS COLECTORES QUEBRADA
DELICIAS DEL CARMEN O TRUJILLO**

| COLECTOR | SECCIÓN | PENDIENTE % | ÁREA APROX. ha |
|-----------------------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Q. Delicias del Carmen ó Trujillo | Ø 1,50 | 2,2 | 104,17 |
| Q. Trujillo | 1,0 x 3,0 m | 2,0 | 62,15 |
| Canal Callejas | 3 x 1,43 Z = 0,5 | 2,0 | 166,32 |

En estudios anteriores se presentan valores de caudales máximos de $13,0 \text{ m}^3/\text{s}^1$ para períodos de retorno de 10 años, como drenaje de toda el área aguas arriba de la Carrera 7ª hacia el canal. En la entrega al Canal Contador (Ver [Figura No. 2.9](#)) el caudal es de $17,0 \text{ m}^3/\text{s}$. El canal tiene capacidad adecuada para el transporte de los caudales de 10 años de período de retorno y dispone incluso de capacidad hidráulica para caudales mayores.

El cauce de la quebrada en el sector alto ha sido invadido, canalizado y se han construido obras; dando lugar a amenaza de desborde aún para crecientes de 10 años, a pesar de la alta pendiente y velocidad del flujo.

La tubería de $\varnothing 1,50$ no tiene capacidad para transportar los caudales máximos de las crecientes de 100 años.

En el [anexo No. 2](#) se presenta el cálculo de los caudales máximos y la capacidad de los conductos principales de evacuación del sector.

Los caudales y fuerzas generadas por el agua que circula por las vías se relacionan en los cuadros Nos. 3.5 y 3.6.

CUADRO No. 3.5
CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA
LAS DELICIAS DEL CARMEN PARA UN TR DE 10 AÑOS
CONDUCTO $\varnothing 1,50 \text{ m}$

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE (%) | VELOCIDAD (m/s) | ANCHO FLUJO (m) | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m^* | Q. Max m^3/s |
|----------------------------------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------------|------------------------------|
| Parte alta Cra. 1ª hasta Cra. 7ª | ----- | 18,0 | 5,7 | 7,0 | 0,10 | 325 | $8,5 \times 50\%$ |
| Cra. 7ª a Transv. 9ª | ---- | 5,0 | 0,0 | 14 | 0,00 | 0,0 | 0,0 |
| Tr 9 a Av. 9ª | ---- | 2,4 | 0,0 | 14 | 0,00 | 0,0 | 0,0 |

* Se consideró que el 50% del caudal de la quebrada no fluye dentro del cauce por incapacidad de las obras en el sector alto. Aguas abajo este flujo se incorpora al sistema o capacidad suficiente de las obras.

CUADRO No. 3.6
CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA
DELICIAS DEL CARMEN PARA UN TR DE 100 AÑOS
CONDUCTO $\varnothing 1,50 \text{ m}$

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE (%) | VELOCIDAD (m/s) | ANCHO FLUJO (m) | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m^* | Q. Max m^3/s |
|--------------------------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------------|------------------------------|
| Parte alta hasta Cra. 7ª | 550 | 18,0 | 7,50 | 7 | 0,13 | 710 | $13,7 \times 50\%$ |
| Cra. 7ª a Transv. 9ª | 80 | 5,0 | 3,77 | 14 | 0,12 | 185 | $6,85 \times 100\%$ |
| Tr 9 a Av. 9 | ---- | 2,4 | 3,02 | 14 | 0,15 | 148 | $6,85 \times 100\%$ |

* Se consideró que el 50% del caudal de la quebrada no fluye dentro del cauce por incapacidad de las obras en el sector alto. Aguas abajo este flujo se incorpora parcialmente al sistema $Q_{\text{max}} =$ Caudal máximo de desborde sobre vías.

¹ Diseño Conceptual de Alcantarillado en Varios Sectores de la Ciudad HIDROTEC LTDA – EAAB-ESP

El flujo desbordado tiende por condición topográfica correr hacia el suroccidente y puede entrar parcialmente al canal, el cual tiene adecuada capacidad pero los andenes y realces en tierra que presenta el canal sólo permiten entrada parcial del flujo a éste, en los sitios de acceso tendrá mayor posibilidad de entrada del flujo al canal.

3.2.3 Quebrada Los Molinos ó La Chorrera

La Quebrada Los Molinos nace en la cota 3.130 m.s.n.m en la falda de los Cerros Orientales de la Sábana de Bogotá. Su cuenca alta presenta los drenajes San Antonio, Morasí, La Sureña, Puente Piedra y Pozo Claro como afluentes principales, en el sector urbanizado al oriente de la vía La Calera.

A partir de la Cra. 7ª la quebrada está canalizada en una longitud de 4 km principalmente por la Calle 109 hasta la entrega en el embalse de Córdoba sobre la Calle 116.

• Aspectos Hidrológicos e Hidráulicos

La quebrada drena un área de 821 ha en su parte alta, en estudios recientes¹ se ha evaluado la capacidad de los drenajes del sector alto de la Quebrada Los Molinos en el sector urbanizado para crecientes de 1:100 años.

En este estudio se complementa la evaluación incluyendo los cálculos de capacidad del sector inmediatamente aguas abajo con los tiempos y volúmenes de la creciente.

Los aspectos definidos en estudios recientes de la parte alta se resumen así:

La falta de capacidad de los cauces está asociada a invasión de la ronda de la quebrada, disminución de la sección hidráulica debido a la acumulación de sedimentos, escombros y basuras. Mediante recorridos de campo se detectaron los siguientes aspectos y sitios de baja capacidad:

- Quebrada San Antonio: En el paso por la vía a La Calera tiene un área de drenaje de 30 ha y un caudal de 4,5 m³/s para un TR = 25 años, el cual no es posible evacuar por la sección de 1,20 x 1,20 m existente (Curva tartezos) por lo que el caudal se desborda sobre la vía y vuelve a la quebrada por una vía secundaria.

¹ Diseño Conceptual de Alcantarillado en Varios Sectores de la Ciudad EAAB-ESP – HIDROTEC LTDA.

- La Quebrada Morasi ha sido canalizada bajo la vía a La Calera cruzando por debajo de un predio aguas arriba y otro aguas abajo de la vía. La tubería de \varnothing 18" en el fondo más dos tuberías adicionales de \varnothing 12" en la parte superior no son capaces de conducir los caudales máximos anuales y pueden presentar alto riesgo por la fuerza del flujo, en caso de presentarse caudales de $9,8 \text{ m}^3$ ($A = 54,95 \text{ ha}$, $TR = 25 \text{ años}$). El cruce de la Carrera 96 (obra existente) presenta baja capacidad y debe ser modificada.
- La Quebrada La Sureña está canalizada en su paso por la vía a la Calera y su ronda esta invadida. La sección de cruce es de $1,30 \times 0,90 \text{ m}$ y el caudal máximo de $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\text{área} = 17,25 \text{ ha}$, $TR = 25 \text{ años}$). En esta quebrada no se indicó por parte de los residentes que existiera desborde para las crecientes normales.
- La Quebrada Puente Piedra presenta un cauce profundo y su paso por la vía a la Calera tiene un ancho de $1,8 \text{ m}$ y un alto de 3 m , el canal es adecuado. El caudal máximo es de $5,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\text{Área de } 24,5 \text{ ha}$, $TR = 25 \text{ años}$).
- La Quebrada Pozo Claro ha sido canalizada en un box de $1,20 \times 1,00 \text{ m}$ en concreto, el caudal máximo es de $5,67 \text{ m}^3/\text{s}$ y la sección existente es insuficiente para este caudal aún para creciente anuales, lo que trae como consecuencia rebose y tránsito de la creciente por la vía, se han efectuado rellenos y construcciones sobre el cauce de la quebrada incumpliendo la normatividad vigente.

Es necesario efectuar para los afluentes el alinderamiento detallado de las zonas de ronda mediante el levantamiento detallado de campo, a partir del cual se establezcan las áreas construidas y terrenos que requieren ser adquiridos.

La Quebrada Los Molinos es el drenaje principal del sector Los Molinos, su curso es profundo, por lo que no hay problema de desborde de capacidad. En el sector próximo al barrio Santa Ana, los niveles quedan contenidos en la sección, pero la menor pendiente y los niveles más bajos de las orillas dejan menor margen de borde libre. En este sitio como se indica en estudios recientes¹ los niveles de agua alcanzan áreas verdes de viviendas aledañas para períodos de retorno alto (10 años), una estructura construida por la EAAB-ESP para la instalación de una estación limnimétrica sirve como contención de las crecientes evitando que estas lleguen al barrio, produciendo inundaciones en su área de influencia.

En la carrera 7^a el canal recibe las aguas de la cuenca aferente, la quebrada y drenajes de áreas próximas. Las características de los conductos y las áreas de drenaje en el sitio de salida se detallan en el cuadro No. 3.7.

¹ Delimitación de la zona de ronda y zona de manejo y Preservación Ambiental cuenca del Río Salitre. EAAB-ESP Estudios y Asesorías Ltda I.C. 1997.

CUADRO No. 3.7

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS COLECTORES QUEBRADA LOS MOLINOS O LA CHORRERA

| COLECTOR | SECCIÓN | PENDIENTE % | ÁREA APROX. ha |
|------------------------------|---------------------------|----------------|-------------------|
| Q. Los Molinos o La Chorrera | 2,0 x 2,50 z = 1,0 | 1,2 | 708,91 |
| Q. Santa Ana | Ø 21" | 6,6 | 83,63 |
| El Pedregal | Ø 1,60 | 0,4 | 29,07 |
| CANAL MOLINOS | 2,0 x 2,50 z = 1,0 | 1,2 | 821,71 |

Los cálculos hidrológicos e hidráulicos se resumen en los cuadros del [anexo No. 2](#), indicando que la capacidad es adecuada para las crecientes de diferentes períodos de retorno.

El principal afluente de la zona baja corresponde a la Quebrada de Santa Ana cuyo nacimiento se localiza en la cota 3.050 m.s.n.m longitud de cauce de 1.500 m, y una pendiente aproximada de 26%, se encuentra entubada a la altura de la Calle 110 Bis con Cra. 2ª Este, mediante un colector de Ø 21" con una pendiente de 6,6%. Este entubamiento no es suficiente para transportar las crecientes de los 10 y 100 años..

En los cuadros Nos. 3.8 y 3.9 de caudales de desborde para los Tr de 10 y 100 años se pueden observar la velocidad, fuerza y ruta de flujo ocasionadas por estas crecientes.

CUADRO No. 3.8

CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA SANTA ANA PARA UN TR DE 10 AÑOS

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE (%) | VELOCIDAD (m/s) | ANCHO FLUJO | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m * | Q. Max m³/s |
|---|-----------------|------------------|--------------------|----------------|----------------------|------------------|----------------|
| Calle 110 Bis – Cra. 2ª Este Cra. 1A Este. | 50 | 10 | 5,35 | 12,0 | 0,13 | 375 | 8,4 |
| Cra. 1A Este – Cra. 2ª x c/l 111 | 150 | 8 | 5,00 | 12,0 | 0,14 | 350 | 8,4 |
| C/l 112 – c/l 111 x Cra. 2ª a Av. 7a | 600 | 3,5 | 3,20 | 20,0 | 0,13 | 134 | 8,4 |
| Av. 7ª - occidente x c/l 112 – c/l 109 | 100 | 1,5 | 2,11 | 30,0 | 0,13 | 59 | 8,4 |

* kg/m de ancho de vía.

(1) Qmax circulando por las vías 8,4 m³/s (véase [anexo 2](#)).

**CUADRO No. 3.9
CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA
QUEBRADA SANTA ANA PARA UN TR DE 100 AÑOS**

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE (%) | VELOCIDAD (m/s) | ANCHO FLUJO (m) | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA Kg/m * | Q. Max m ³ /s |
|--|--------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------|--------------------------|
| Calle 110 Bis – Cra. 2ª Este Cra. 1A Este. | 50 | 10 | 6,53 | 12 | 0,18 | 756 | 13,9 |
| Cra. 1A Este – Cra. 2ª x cll 111 | 150 | 8 | 6,10 | 12 | 0,19 | 707 | 13,9 |
| Cll 112 – cll 111 x Cra. 2ª a Av. 7ª | 600 | 3,5 | 3,90 | 20 | 0,18 | 271 | 13,9 |
| Av. 7ª - occidente x cll 112 – cll 109 | 100 | 1,5 | 2,58 | 30 | 0,18 | 119 | 13,9 |

* kg/m de ancho de vía.

(1) Qmax. Circulando por las vías 13,9 m³/s (Ver [anexo No. 2](#)).

Se ha incluido un factor de reducción de 0,82 por área en el cálculo de la precipitación para la cuenca de los Molinos, dada su gran extensión (mayor a 800 ha). Se estima el porcentaje de reducción similar al definido en el estudio de Tormentas de Santa Fe de Bogotá para una duración de 1.0 hora.

3.2.4 Quebrada El Chicó Alto

La Quebrada Chicó Alto nace en la cota 3.130 m.s.n.m en la vereda Moyas de la Sabana de Bogotá, está limitada al norte por la cuenca de la Quebrada Los Molinos y al sur por la cuenca de la Quebrada El Refugio.

La Quebrada Chicó Alto presenta un área de drenaje de 269 ha hasta la Avenida 7ª circulando en cauce natural (Av. 7ª con Calle 93A), sitio en el cual es confinada mediante un conducto circular de Ø 1,80 m de diámetro, el cual recorre la Av. 7ª hasta entregar en el canal de la Calle 88. En el sitio de entubamiento se presenta desvío de una porción menor del flujo en tubería de Ø 24" m de diámetro entregando a un pequeño embalse del museo El Chicó Alto y finalmente se entuba a la altura de la Cra. 9ª.

En el sector superior de la Quebrada Chicó Alto se presentan rocas competentes de la formación Guadalupe, confinándola a través de sus pendientes pronunciadas.

Hacia el occidente de la Avenida Circunvalar la quebrada pasa por un coluvión rocoso que presenta tamaños variables de cantos y bloques que puedan sobrepasar los 2 m de diámetro.

- **Aspectos Hidráulicos**

La cuenca en estudio presenta un área de drenaje 269 ha, tomada hasta el cruce con la Avenida 7ª. El colector que recibe el flujo de la cuenca se encuentra en la Av. 7ª con Calle 93A. Este colector construido en mampostería con un diámetro

de Ø 1,80 m y una pendiente de 0,78% conduce el flujo por la Av. 7ª hacia el sur, con una capacidad a tubo lleno de 10,19 m³/s lo cual no es suficiente para conducir los flujos máximos esperados.

En caso de desborde el flujo se desplazaría, de acuerdo a la topografía encontrada por la Av. 7ª hacia el norte por la calzada oriental.

Los cálculos hidráulicos se resumen en los cuadros del [anexo No. 2](#).

Para períodos de retorno de 10 años y 100 años las láminas y fuerza generada por el flujo se relacionan en los cuadros Nos. 3.10 y 3.11.

CUADRO No. 3.10 CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA CHICÓ ALTO PARA UN TR DE 10 AÑOS

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE (%) | VELOCIDAD (m/s) | ANCHO FLUJO | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m * | Q. Max m³/s |
|--------------------------------------|--------------|---------------|-----------------|-------------|-------------------|---------------|---------------|
| Av. 7ª x Cll 93A a 94 | 250 | 3,0 | 3,77 | 10,0 | 0,19 | 275 | 7,3 (1) |
| Por la Cll 94 entre Av. 7ª a Cra. 10 | 350 | 3,0 | 3,28 | 10,0 | 0,16 | 167 | 7,3 x 70% (2) |
| Por la Cll 95 x Cra. 8 al Occiden | 1.000 | 2,0 | 2,38 | 7,0 | 0,13 | 74 | 7,3 x 30% (2) |

* kg/m de ancho de vía.

(1) Qmax. Circulando por las vías 7,3 m³/s (Ver [anexo No. 2](#))

(2) El flujo disminuye porcentualmente a lo largo del recorrido por desvío parcial en bocacalles, amortiguación en áreas verdes y entrada a sumideros del sistema de la EAAB-ESP.

CUADRO No. 3.11 CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA CHICÓ ALTO PARA UN TR DE 100 AÑOS

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE (%) | VELOCIDAD (m/s) | ANCHO FLUJO | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m * | Q. Max m³/s |
|-------------------------------------|--------------|---------------|-----------------|-------------|-------------------|---------------|----------------|
| Av. 7ª x Cll 93A a 94 | 250 | 3,0 | 5,04 | 10,0 | 0,31 | 776 | 16,9 (1) |
| Av. 7ª a Cra. 10ª x Calles 93A- 94 | 350 | 3,0 | 4,55 | 10,0 | 0,26 | 538 | 16,9 x 70% (2) |
| Cll 95 . Cll 93A x Cra. 8 - Occiden | 1.000 | 2,0 | 3,30 | 7,0 | 0,22 | 239 | 16,9 x 30% (2) |

* kg/m de ancho de vía.

(1) Qmax. Circulando por las vías 7,3 m³/s (Ver [anexo No. 2](#))

(2) El flujo disminuye porcentualmente a lo largo del recorrido por desvío parcial en bocacalles, amortiguación en áreas verdes y entrada a sumideros del sistema de la EAAB-ESP.

3.2.5 Quebrada Los Rosales

La Quebrada Los Rosales nace en la cota 3.170 m.s.n.m se encuentra limitada al sur por la cuenca de la Quebrada La Vieja y al norte por las cuencas del Chicó Alto, El Refugio y La Toscana.

El entubamiento de la quebrada se realiza en la Cra. 2ª con Calle 72 mediante un colector de Ø 1,05 m, el colector sigue la Cra. 2ª por la Calle 72 hacia el sur.

• Aspectos Hidráulicos

La cuenca de la quebrada es de 167 ha hasta la Cra. 2ª donde se entuba, su área presenta principalmente cobertura boscosa.

El colector donde se entuba presenta un diámetro de Ø 1,05 m y pendiente del 2,5% tiene una capacidad a tubo lleno de 4,35 m³/s, la cual no es suficiente para conducir los flujos máximos esperados.

En caso de desbordamiento, el flujo viajará por un parqueadero ubicado en la Cra. 2ª con Calle 72 hacia el sur y posiblemente por el callejón de la Calle 72 hacia el occidente, afectando los sotanos de las edificaciones aledañas.

Los cálculos hidráulicos se presentan en el [anexo No. 2](#).

Para períodos de retorno de 10 y 100 años las láminas y fuerzas generadas por el flujo se detallan en los cuadros Nos. 3.12 y 3.13.

**CUADRO No. 3.12
CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA
LOS ROSALES PARA UN TR DE 10 AÑOS**

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE (%) | VELOCIDAD (m/s) | ANCHO FLUJO | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m * | Q. Max m³/s |
|---------------------------------|--------------|---------------|-----------------|-------------|-------------------|---------------|---------------|
| Cra. 2ª x Cll 73 - 72 | 200 | 4 | 3,32 | 15 | 0,13 | 140 | 9,0 x 70% (1) |
| Cll 72 x cra. 2ª a Cra. 3ª | 30 | 3 | 3,31 | 5,0 | 0,16 | 179 | 9,0 x 30% (1) |
| Cra. 3ª a Av. 7ª x cll 74 a 72 | 600 | 4 | 2,97 | 7,0 | 0,11 | 95 | 9,0 x 25% (2) |
| Cll 74 - 72 x Cra. 7ª - occiden | 300 | 3 | 2,72 | 7,0 | 0,12 | 87 | 9,0 x 25% (2) |

* kg/m de ancho de vía.

- (1) Qmax. de desborde circulando por las vías 9,0 m³/s (Ver [anexo No. 2](#)), considerándose que el caudal se divide porcentualmente en 70% por una vía y 30% por otra.
- (2) El flujo disminuye porcentualmente a lo largo del recorrido por desvío parcial en bocacalles, amortiguación en áreas verdes y entrada a sumideros del sistema de la EAAB-ESP.

**CUADRO No. 3.13
CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA LOS
ROSALES PARA UN TR DE 100 AÑOS**

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE (%) | VELOCIDAD (m/s) | ANCHO FLUJO | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m * | Q. Max m ³ /s |
|---------------------------------|--------------|---------------|-----------------|-------------|-------------------|---------------|--------------------------|
| Cra. 2ª x Cll 73 - 72 | 200 | 4 | 4,18 | 15 | 0,18 | 314 | 16,1 x 70% (1) |
| Cll 72 x cra. 2ª a Cra. 3ª | 30 | 3 | 4,13 | 5,0 | 0,23 | 399 | 16,1 x 30% (1) |
| Cra. 3ª a Av. 7ª x cll 74 a 72 | 600 | 4 | 3,73 | 7,0 | 0,15 | 214 | 16,1 x 25% (2) |
| Cll 74 - 72 x Cra. 7ª - occiden | 300 | 3 | 3,41 | 7,0 | 0,17 | 196 | 16,1 x 25% (2) |

* kg/m de ancho de vía.

- (1) Qmax. de desborde circulando por las vías 16,1 m³/s (Ver [anexo No. 2](#)), considerándose que el caudal se divide porcentualmente en 70% por una vía y 30% por otra.
- (2) El flujo disminuye porcentualmente a lo largo del recorrido por desvío parcial en bocacalles, amortiguación en áreas verdes y entrada a sumideros del sistema de la EAAB-ESP.

3.2.6 Colector La Vieja

Nace en el Alto de Piedra de la Nariz en la cota 3.300 m.s.n.m, limitando con la cuenca de la Quebrada Las Delicias al Sur y la Quebrada Los Rosales al Norte. Su cuenca es rural en el sector alto y en la altura de la calle 71 con carrera 3ª es entubada mediante un colector construido en mapostería de Ø 1,20 m de diámetro, antes de ingresar al colector, se observa gran acumulación de sedimentos. El flujo de la quebrada es permanente, su ronda se encuentra protegida por una cerca en alambre de púas.

• Aspectos Hidráulicos

El área de drenaje hasta el punto de entubamiento es de 193 ha..

El diámetro del colector es insuficiente para conducir crecientes de períodos de retorno de 10 a 100 años como se presenta en el [anexo No. 2](#).

La capacidad del colector es de 8,0 m³/s y las crecientes presentan un caudal máximo de 9 y 19 m³/s (TR = 10 y 100 años respectivamente).

Las aguas desbordadas discurren por las calles 70 y 71, las características del flujo en este sector se estiman como se presenta en los cuadros Nos. 3.14 y 3.15.

CUADRO No. 3.14
CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA
LA VIEJA PARA UN TR DE 10 AÑOS

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE (%) | VELOCIDAD (m/s) | ANCHO FLUJO (m) | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m * | Q. Max m³/s |
|---------------------------------------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------|
| Calle 70 y 71 entre Cra. 2ª y Cra. 3ª | 320 | 6,2 | 3,61 | 20 | 1,10 | 134 | 7,4 (1) |
| Cra. 3ª - Av. 7ª Calle 72 a Calle 70 | 800 | 1,0 | 1,77 | 15 | 0,14 | 44 | 7,4 x 0,50 (2) |
| Aguas abajo Av. 7ª Calle 72 a 69 | --- | 3,0 | 1,88 | 30 | 0,07 | 23 | 7,4 x 0,50 (2) |
| Calle 72 a 65 | --- | 1,0 | 1,35 | 30 | 0,09 | 17 | 7,4 x 0,50 (2) |

* kg/m de ancho de vía.

(1) Qmax. de desborde circulando por las vías 7,4 m³/s (Ver [anexo No. 2](#)).

(2) El factor 0,5 corresponde a la consideración que el caudal desborde sobre la vía se divide en dos, asumiendo que por cada ruta circulará un 50%.

CUADRO No. 3.15
CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA
LA VIEJA PARA UN TR DE 100 AÑOS

| SITIO | LONGITUD | PENDIENTE | VELOCIDAD | ANCHO FLUJO | ALTURA LÁMINA | FUERZA kg/m * | Q Max m³/s |
|---------------------------------------|----------|-----------|-----------|-------------|---------------|---------------|----------------|
| Calle 70 y 71 entre Cra. 2ª y Cra. 3ª | 320 | 6,2 | 4,84 | 20 | 0,16 | 375 | 15,5 (1) |
| Cra. 3ª - Av. 7ª Calle 72 a Calle 70 | 800 | 1,0 | 2,37 | 15 | 0,22 | 122 | 15,5 x 50% (2) |
| Aguas abajo Av. 7ª Calle 72 a 69 | ---- | 3,0 | 2,52 | 30 | 0,10 | 65 | 15,5 x 50% (2) |
| Calle 72 a 65 | ---- | 1,0 | 1,81 | 30 | 0,14 | 47 | 15,5 x 50% (2) |

* kg/m de ancho de vía.

(1) Qmax. de desborde circulando por las vías 15,5 m³/s (Ver [anexo No. 2](#)).

(2) El factor 0,5 corresponde a la consideración que el caudal desborde sobre la vía se divide en dos, asumiendo que por cada ruta circulará un 50%.

3.2.7 Quebrada Las Delicias

La Quebrada Las Delicias nace en la cota 3.275 m.s.n.m, y está limitada al norte por la cuchilla Peña Vieja con la cuenca de la Quebrada la Vieja y por la cuchilla del alto del Cable con el caño del Arzobispo.

En su sector alto la quebrada presenta un área de drenaje de 497 ha hasta la carrera 3ª, su cauce es confinado observándose algunos puntos de inestabilidad de los taludes a la altura de la confluencia con el canal limitante proveniente del barrio Bosque Calderón Tejada, para controlar posibles deslizamientos se han construido gaviones a lo largo de las márgenes del canal. El cauce es confinado debido a reptación del terreno, se presenta acumulación de basuras y residuos de construcción a la altura de la Avenida Circunvalar. Se aprecia la invasión de una de las orillas de la quebrada con ranchos en madera. Cerca al entubamiento se observa vegetación en el fondo de la quebrada, lo cual indica la ausencia de

mantenimiento. A la altura de la carrera 3ª la quebrada se entuba y transcurre en un área predominantemente urbana, el entubamiento se realiza mediante un colector de Ø 1,60 m en ladrillo que se encuentra protegido por una reja a la entrada, sin embargo no se realiza un adecuado mantenimiento ocasionando acumulación de sedimentos, escombros y basuras.

• Aspectos Hidráulicos

Se evaluó la capacidad del colector que recibe a la altura de la carrera 3ª el flujo proveniente de la cuenca alta aferente hasta este punto, como se muestra en los cuadros del [anexo No. 2](#).

La conducción en tubería transcurre por la calle 63 con una pendiente del 18% en un diámetro de 1,60 m, y una capacidad a tubo lleno de 11,3 m³/s, la cual no es suficiente para conducir los flujos máximos de la quebrada.

De acuerdo a la topografía del sector el flujo viajará a considerable velocidad a lo largo de las calles 63 y 64, distribuyendo hacia aguas abajo por la carrera 7ª por las vías en un amplio sector dada la baja pendiente transversal.

Para períodos de retorno de 10 años y 100 años las láminas y fuerzas generadas por el flujo, se relacionan en los cuadros No. 3.16 y 3.17.

**CUADRO No. 3.16
CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA
LAS DELICIAS PARA UN TR DE 10 AÑOS**

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE (%) | VELOCIDAD (m/s) | ANCHO FLUJO (m) | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m * | Q Max m³/s |
|---|--------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------|------------|
| Cra. 2ª - Cra. 3ª (entre Calles 62 y 64) | 450 | 5,5 | 5,18 | 26 | 0,19 | 520 | 26,1 |
| Cra. 3ª - 5ª (calles 61 y 65) | 500 x (2) | 1,0 | 3,10 | 26 | 0,32 | 311 | 26,1 |
| Cra. 5ª - Av. Caracas (Calles 67 a 57) | 500 | 1,0 | 2,40 | 50 | 0,22 | 125 | 26,1 |

* kg/m de ancho de vía.

(1) Se considera que el flujo se subdivide entre las vías radicadas con el ancho total del flujo que se presenta.

**CUADRO No. 3.17
CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DE LA QUEBRADA
LAS DELICIAS PARA UN TR DE 100 AÑOS**

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE (%) | VELOCIDAD (m/s) | ANCHO FLUJO (m) | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m * | Q Max m³/s |
|---|--------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------|------------|
| Cra. 2ª - Cra. 3ª (Calles 62 y 64) | 450 | 5,5 | 6,48 | 26 | 0,27 | 1.144 | 45,9 |
| Cra. 3ª - 5ª (calles 61 y 65) | 500 x (2) | 1,0 | 3,86 | 26 | 0,46 | 682 | 45,9 |
| Cra. 5ª - Av. Caracas (Calles 67 a 57) | 500 | 1,0 | 3,00 | 50 | 0,31 | 276 | 45,9 |

* kg/m de ancho de vía.

(1) Se considera que el flujo se subdivide entre las vías radicadas con el ancho total del flujo que se presenta.

El sector alto de la quebrada de acuerdo con estudios recientes¹ presenta el cauce adecuada capacidad para contener la creciente¹ de 25 años de período de retorno. Para las crecientes de 100 años no existe adecuada capacidad a pesar de la alta pendiente, requiriendo realzar la orilla en una longitud de aproximadamente 300 m en el sector próximo a la avenida Circunvalar. En el mismo sector se presentan obras de capacidad insuficiente que producen desborde local del flujo.

3.2.8 Caño del Arzobispo

La cuenca del Caño del Arzobispo es el límite sur de la cuenca del Río Salitre en su parte alta nace en la cota 3.230 m.s.n.m (Sistema IGAC), recibe varios drenajes menores en la parte alta y los canales limitantes Norte y Perseverancia, atraviesa el Parque Nacional Olaya Herrera y en la carrera 5^a entrega al canal Arzobispo.

En el sector de la Avenida Circunvalar y la carretera interna del Parque Nacional se encuentra construido un desarenador dentro del cauce.

• Aspectos Hidráulicos

La cuenca total es de 576 ha, de las cuales 139 ha corresponden al área del canal de la Perseverancia y 78 al Canal limitante del Norte.

El entubamiento de la quebrada se realiza mediante una tubería de Ø 1,80 m, localizada dentro de un valle encañonado con una profundidad aproximada de 10 m y un área de 1,0 ha.

Antes de su paso bajo la Avenida 7^a (aprox. 15 m), la sección varía tanto en forma como en material, ya que inicialmente es rectangular en concreto, cambiando a trapezoidal en ladrillo.

El canal que recibe el flujo en la carrera 7^a es de sección trapezoidal construido en ladrillo, con sección de 2,55 m de ancho, 1,0 m alto pendiente del 0,2%. Sobre la margen se tiene un jarillón en tierra de 2 m de alto.

En los cuadros del [anexo No. 2](#), se presentan los cálculos de los caudales de creciente y la capacidad del canal que es de 22 m³/s en su sección revestida (n = 0,015) y de 52 m³/s a sección llena.

El cañón donde se encuentra localizado el entubamiento es muy favorable ya que en caso de crecientes se dispondrá de un embalse aproximadamente de

¹ Delimitación de la zona de manejo y preservación ambiental cuenca del Río Salitre EAAB-ESP Estudios y Asesorías Ltda 1997.

100.000 m³ de capacidad, adicionalmente el vertedero Morning Glory y el colector trabajarían conjuntamente para evacuar todo ese volumen.

De acuerdo con estos resultados y los estudios efectuados sobre el canal hacia aguas abajo, se establece que el canal es adecuado para transportar crecientes hasta de 25 años de período de retorno a sección llena incluyendo el jarillón, para la creciente de 100 años no se tiene la capacidad requerida si no existiera el efecto amortiguador del embalse. El efecto del embalse permite amortiguar los máximos y disminuye los caudales de desborde.

**CUADRO No. 3.18
CAUDALES DE DESBORDE SOBRE LAS VÍAS DEL CAÑO
ARZOBISPO PARA UN TR DE 100 AÑOS**

| SITIO | LONGITUD (m) | PENDIENTE (%) | VELOCIDAD (m/s) | ANCHO FLUJO (m) | ALTURA LÁMINA (m) | FUERZA kg/m * | Q Max m ³ /s |
|-------------------------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------|-------------------------|
| Av. 39 Cra. 5 a Cra. 7ª | 200 | 5,5 | 2,90 | 15 | 0,08 | 68 | 35 x 10% |
| Cra. 7ª a Av. Caracas | 350 | 4,0 | 2,63 | 15 | 0,09 | 61 | 35 x 10% |
| Av. Caracas Aguas Abajo | 900 | 1,0 | 1,73 | 15 | 0,13 | 40 | 35 x 10% |

* kg/m de ancho de vía.

(1) Se consideró que el 10% del caudal máximo total menos la capacidad de conducción del canal transita por las vías, ya que existe un embalse amortiguador aguas arriba del canal.

3.3 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LOS CUERPOS DE AMORTIGUACIÓN

3.3.1 Lago de Córdoba

El lago de Córdoba constituye uno de los principales cuerpos amortiguadores de la ciudad, recibe el drenaje de numerosos sistemas entre los que se destacan el Canal Córdoba y el Canal Callejas.

- **Amenaza de Inundación por Desborde del Lago de Córdoba**

Se han establecido dos niveles máximos del lago de Córdoba, las cotas 2.576,50 m y 2.577 m para TR = 10 años y TR = 100 años. (Cuadro No. 2.10).

En general, se puede estimar que los caudales máximos anuales de los conductos locales corresponde a un 75% de lo máximos en 10 años y a 55% de los 100 años si se considera una distribución del caudal similar a la de la lluvia.

Considerando que en los eventos de 10 años y 100 años en el lago de Córdoba localmente se está transportando el caudal anual, y teniendo en cuenta que el

período de diseño de las tuberías locales es del orden de períodos de retorno de 10 años, de acuerdo a las normas del acueducto se obtiene:

- Para nivel de embalse de $T_R = 10$ años:

Pérdidas locales en tuberías de entrega = pérdidas para Q Diseño x 0,6
Pendiente local aproximadamente 2% = pérdida para Q Diseño
Longitud de afectación de descarga de las tuberías.

$$\frac{(76,5 - 74)}{0,02(1 - 0,6)} = 312m$$

En esta longitud se estima que el flujo correrá parcialmente por las vías causando inundación sobre las mismas.

- Para nivel de embalse de $T_R = 100$ años, con igual procedimiento la longitud afectada será de 400 m, contados a partir donde se corta la cota de inundación.

De acuerdo con las láminas de crecientes se obtienen las áreas inundadas que cubren algunas zonas urbanizadas próximas al embalse, principalmente para las crecientes de 100 años y encharcamientos locales en áreas aledañas.

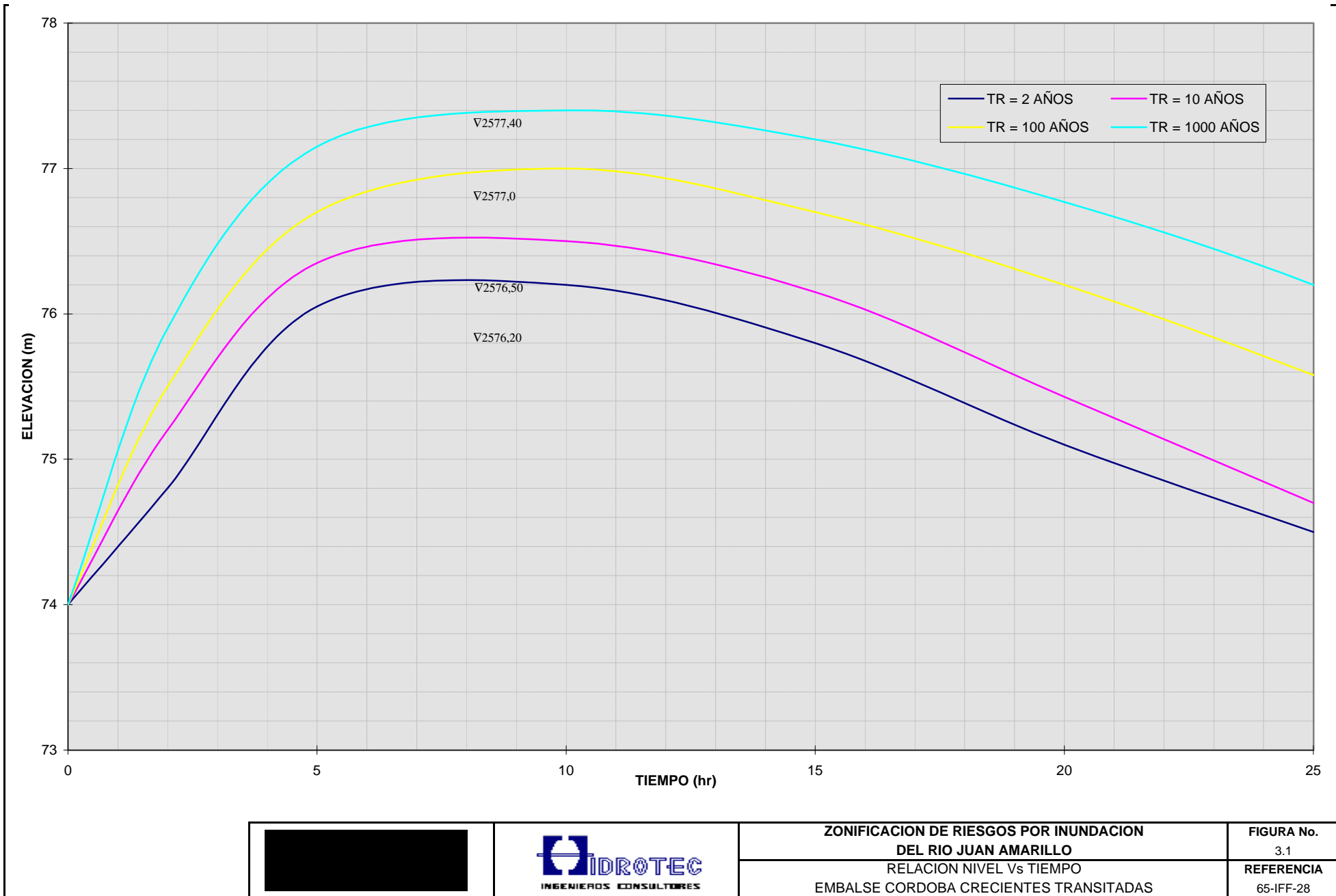
En la [Figura No. 3.1](#) se establecen las relaciones frecuencia, nivel y duración de las crecientes de diseño adoptadas para la zona en estudio, tomadas del Plan Maestro de Alcantarillado efectuado en 1985.

3.3.2 Embalse de Juan Amarillo

El embalse de Juan Amarillo es el mayor cuerpo de amortiguamiento de caudales provenientes de la cuenca El Salitre, por sus características topográficas este embalse se ubica en niveles sobre zonas bajas habitadas en el sector occidental del embalse y su funcionamiento gobierna los niveles hacia aguas arriba en el Canal Salitre y en el Embalse de Córdoba.

Para establecer los niveles del jarillón existente en algunos sectores, la ubicación del sector urbanizado colindante al humedal y conocer la disposición de diques existentes dentro del humedal se efectuó un levantamiento topográfico alrededor del embalse y de los diques internos.

Los trabajos topográficos en la cuenca baja del Río Juan Amarillo complementaron la información cartográfica encontrada en el Departamento Administrativo de Catastro Distrital (DACD), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO
 RELACION NIVEL Vs TIEMPO
 EMBALSE CORDOBA CRECIENTES TRANSITADAS

FIGURA No.
 3.1
 REFERENCIA
 65-IFF-28

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), de esta manera, se definió la planimetría y altimetría de los jarillones que rodean el humedal, y los corredores del canal de aguas residuales y aguas lluvias. Se realizaron secciones transversales con el fin de determinar niveles dentro y fuera del humedal además se localizaron estructuras de control y de descargas de las aguas lluvias y los pozos de los interceptores que conducen las aguas residuales al canal y a la futura planta de tratamiento El Salitre.

Los trabajos se realizaron partiendo de placas topográficas del IGAC (CD s), previa certificación de coordenadas y cotas. La toma de detalles y secciones se realizó por radiación.

Se efectuó una poligonal cerrada de 10.008 m de longitud referenciada con las placas CD 454 y CD 369 del IGAC, localizadas en los Cerros de Suba.

El trabajo consistió en radiar los jarillones que delimitan el humedal de Juan Amarillo y los canales de aguas mínimas y de aguas residuales. El levantamiento se desarrolló por la margen derecha del humedal (Sector Suba) desde la Carrera 91 hasta bordear el jarillón que limita con los barrios Berlín, Lisboa y Santa Cecilia, luego se regreso por el jarillón izquierdo del humedal hasta encontrar nuevamente la Carrera 91.

A lo largo del recorrido se realizaron secciones transversales con el fin de determinar niveles de pata interna y externa y cresta de jarillón en sitios que están susceptibles a una posible inundación.

- **Aspectos Hidráulicos**

Una vez complementada la topografía se establecieron las zonas sujetas a inundación de acuerdo con los niveles definidos en el Plan Maestro de Alcantarillado efectuado en el año 1985. (2.575,30 m y 2.574,70 m para TR = 100 y 10 años respectivamente).

Estos niveles están definidos por el control que ejerce la estructura de control a la salida del humedal. Actualmente esta construida una estructura de 2,25 m de base y 52 m de longitud la cual ejerce control sobre el flujo para crecientes extremas, estableciendo un nivel de 2.576,32 y 2.575,45 m para crecientes de 100 y 10 años de período de retorno, por lo que se han construido obras de alivio de carácter provisional que presentan adecuada capacidad. La EAAB-ESP adelanta la revisión y verificación de capacidad de las obras y el dimensionamiento definitivo.

Con el levantamiento topográfico se definieron niveles, zonas inundables y áreas locales con control de nivel de evacuación de sus aguas.

Como datos complementarios a las crecientes estimadas en el Plan Maestro para 10 y 100 años se estimaron las crecientes para el período de retorno de 1.000 años y el comportamiento de la lámina en el tiempo.

En la [Figura No. 3.2](#) se presentan los niveles de la lámina de agua en función del tiempo para las diferentes crecientes de diseño. En esta gráfica se resumen los tres (3) elementos de mayor importancia en la evaluación de la amenaza: la frecuencia, el nivel y la duración, que se utilizan en la evaluación de los índices de amenaza.

3.4 ANÁLISIS DE LA AMENAZA POR INUNDACIÓN (Evento Detonante)

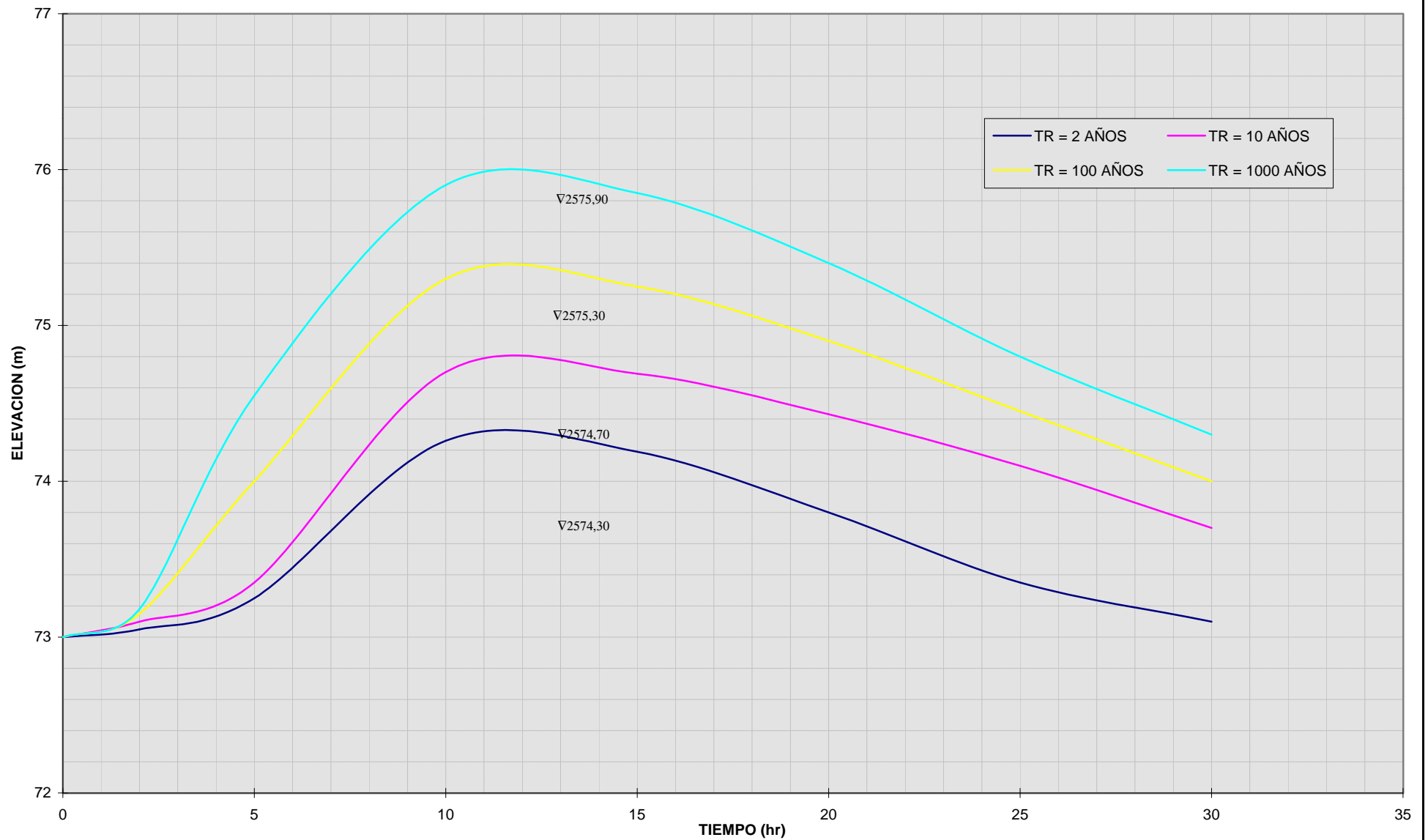
El análisis de amenaza busca definir y delimitar zonas de amenaza de inundación por el desbordamiento del Río Juan Amarillo, determinando la probabilidad de Ocurrencia, Intensidad y la Ubicación Geográfica.

En este estudio se consideró evaluar la amenaza por inundación bajo tres criterios específicos:

- Para la zona de los Cerros Orientales o límite entre el sector alto y medio donde se puede presentar un desborde de flujo a velocidad considerable debido a la transición de un cauce o corriente natural a una sección hidráulica en tubo, canal o estructura de paso.
- Inundación por aumento o elevación de la lámina de agua en los cuerpos amortiguadores (Embalse Córdoba y Humedal Juan Amarillo); en donde la incidencia de la velocidad en el evento estudiado es baja.
- Inundación por desborde de lámina de agua sobre diques o jarillones de protección de zonas bajas (sector Los Gavilanes); se creyó importante realizar esta evaluación en forma independiente ya que el nivel promedio del jarillón o dique de protección de las urbanizaciones Bilbao, Santa Cecilia, Lisboa, Berlín (zona baja) se encuentra en la cota 2.575,30 m nivel similar al que se puede presentar para un período de retorno de 100 años, por lo cual para períodos mayores existe la probabilidad de inundación por desbordamiento.

3.4.1 Aspectos Generales

Para efectos de caracterización hidrológica se empleó la información disponible en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá-ESP.



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO
 RELACION NIVEL Vs TIEMPO
 HUMEDAL JUAN AMARILLO CRECIENTES TRANSITADAS

FIGURA No.
 3.2
 REFERENCIA
 65-IFF-29

Para el sector alto y medio de la cuenca y dado su carácter particular de paso de cauce natural a canalización abierta o conducción cerrada en la infraestructura de drenaje que maneja la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, el análisis de inundación en estos sectores es demasiado complejo y queda por fuera de los límites del alcance de este estudio, sin embargo los Consultores con la información disponible, el conocimiento del sistema pluvial en el área de interés y los resultados hidráulicos obtenidos para las corrientes y quebradas principales evaluados en el numeral 3.3 de este informe, definen unos índices que permiten delimitar la amenaza por desborde de flujos en estos sectores.

Para el sector medio (Embalse de Córdoba) y bajo (Humedal Juan Amarillo), la amenaza fue evaluada de acuerdo a la metodología que se describe a continuación:

3.4.2 Metodología

Para el sector bajo (Humedal de Juan Amarillo) y el área circundante al Embalse de Córdoba, la amenaza se consideró, únicamente como un evento detonante y externo al sistema (Sánchez – Silva, 1996). Esto implicó que no se considerarán todas aquellas precondiciones internas del sistema que pueden eventualmente conducir a la falla, por lo cual la amenaza es definida, como:

“La posibilidad de ocurrencia de una inundación ocasionada por el Río Juan Amarillo en los sectores de interés”.

Para ello se realizaron los análisis hidrológicos e hidráulicos conducentes a identificar cuatro escenarios particulares:

- Inundación correspondiente a un período de retorno de 2 años.
- Inundación correspondiente a un período de retorno de 10 años.
- Inundación correspondiente a un período de retorno de 100 años.
- Inundación correspondiente a un período de retorno de 1.000 años.

En la evaluación se estima la creciente de 1.000 años como el rango superior en la evaluación de la amenaza, riesgo y vulnerabilidad debido a la inundación del Río Juan Amarillo.

No hace parte de este estudio la consideración de escenarios particulares ocasionados por estancamiento (encharcamiento) de aguas lluvias debido a la dificultad de evacuación.

La “Intensidad” de la amenaza se mide en términos de la frecuencia de la inundación, la duración de la inundación y la velocidad del flujo; en la zona baja del río Juan Amarillo sólo se consideran como relevantes los dos primeros. A continuación se presenta una breve descripción y se discute la evaluación numérica de cada una de ellas.

3.4.2.1 Índice de amenaza basado en frecuencia

El nivel de amenaza depende de los escenarios de evaluación identificados como objetivo de este estudio. Por tal motivo, el índice de amenaza I_F calculado con base en la frecuencia se obtiene de la siguiente forma:

$$I_F = 1 - \left(\frac{\text{Log}(F_i)}{\text{Log}\left(\sum_{i=1}^n F_i\right)} \right)$$

Donde:

I_F = Índice de amenaza con base en la frecuencia

F_i = Período de retorno considerado en el estudio (2, 10, 100 y 1.000 años)

La razón para la utilización de este índice es que los escenarios de interés se seleccionaron con base en períodos de retorno que siguen una distribución logarítmica y no lineal. Para garantizar la consistencia del modelo, el índice de amenaza debe comportarse de manera coherente con esta decisión.

En términos de la frecuencia de la inundación considerada (período de retorno, T_r) se puede realizar una zonificación con base en los criterios expuestos en el cuadro No. 3.19.

CUADRO No. 3.19

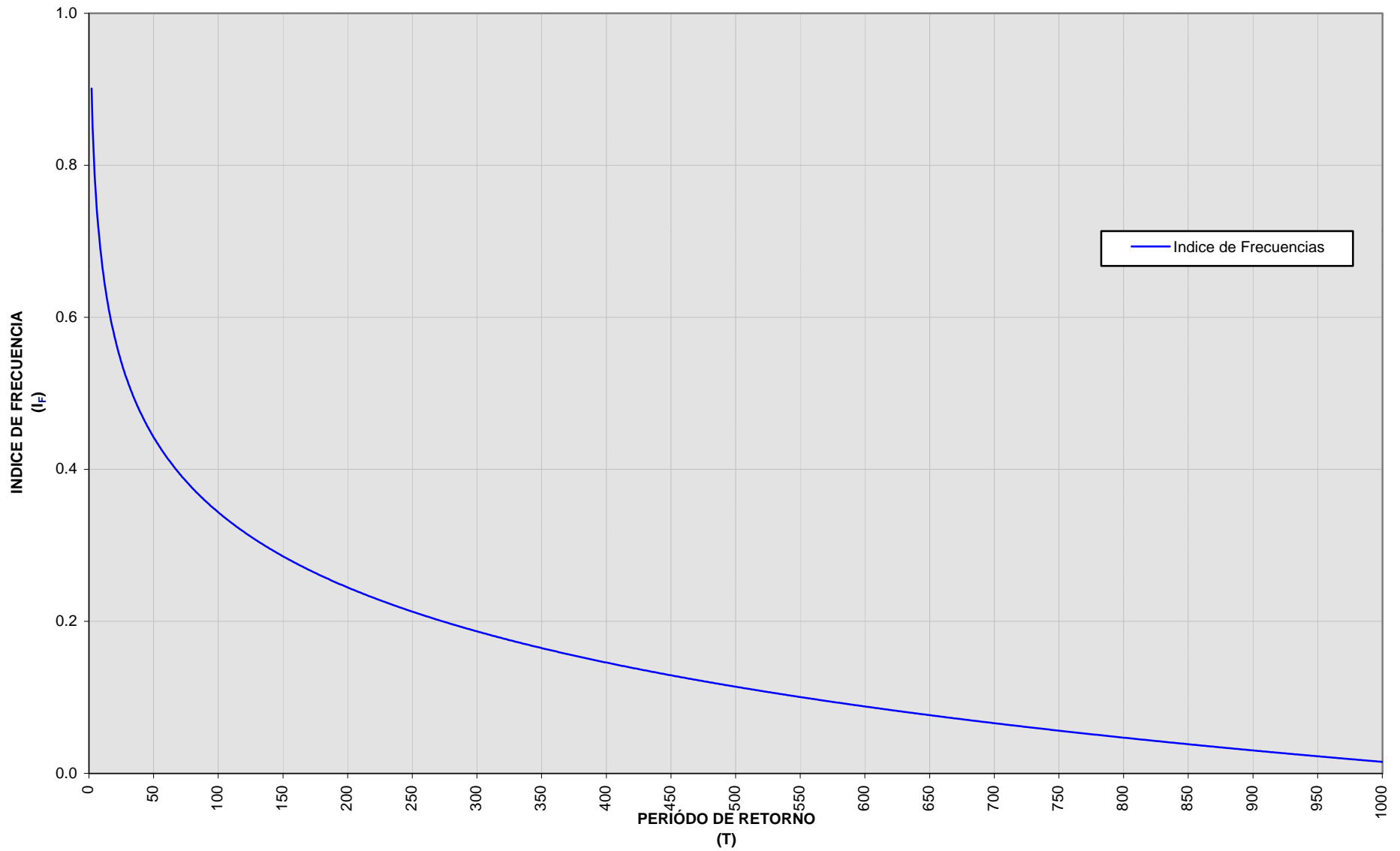
DEFINICIÓN DEL ÍNDICE DE AMENAZA CON BASE EN LA FRECUENCIA

| Tr | I_F | CRITERIO |
|-------|-------|--|
| 2 | 0,90 | Cota (Tr = 2 año) < Cota < Cota (Tr = 10 años) |
| 10 | 0,67 | |
| 100 | 0,34 | Cota (Tr = 10 años) < Cota < Cota (Tr = 100 años) |
| 1.000 | 0,02 | Cota (Tr = 100 años) < Cota < Cota (Tr = 1.000 años) |

El comportamiento del índice de amenaza con base en la frecuencia para el Embalse de Córdoba y el Humedal de Juan Amarillo se puede ver en la [Figura No. 3.3](#), en esta gráfica se presenta el ajuste del índice a una función logarítmica.

3.4.2.2 Índice de amenaza basado en la duración

Este índice considera el tiempo promedio que dura la inundación de la creciente de $T_r = 1.000$ años en una zona determinada. El análisis requiere un estudio de tiempo de inundación y evacuación de aguas en los sectores en estudio. En este caso, la



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO
 INDICE DE AMENAZA
 CON BASE EN LA FRECUENCIA

FIGURA No.
 3.3
 REFERENCIA
 65-IFF-30

amenaza se puede relacionar con el índice de duración de la inundación I_t , de la siguiente forma:

$$I_t = \left(\frac{\text{Log}(t_i)}{\text{Log}\left(\sum_{i=1}^n t_i\right)} \right)$$

Donde:

I_t = Índice de amenaza calculado con base en el tiempo promedio de inundación y evacuación del agua t_i .

t_i = El promedio de los tiempos de inundación y evacuación del agua de las cotas máximas para cada período de inundación T sobre una línea definida.

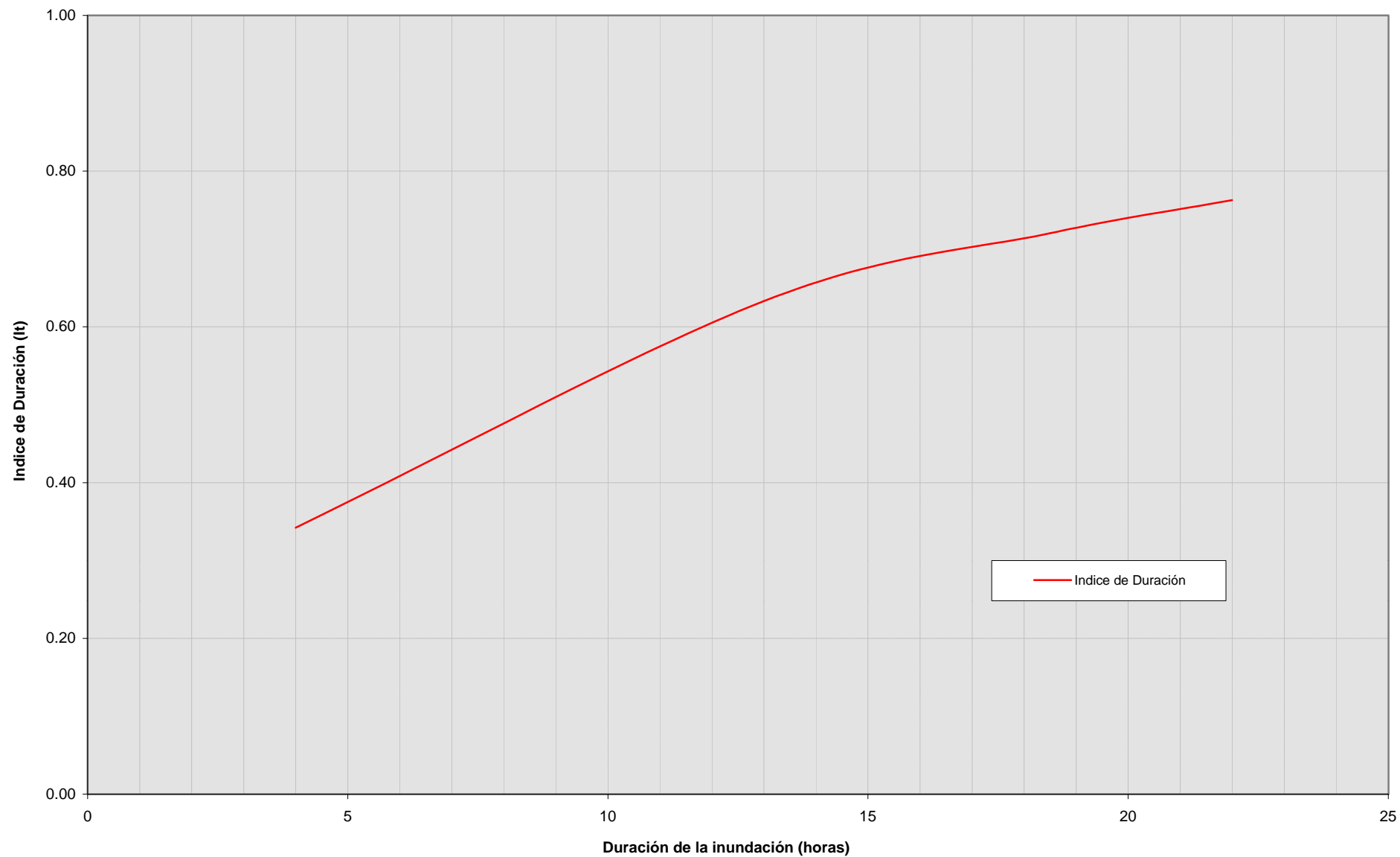
Es claro que el proceso de inundación y evacuación de agua no es un proceso lineal con el tiempo. Por lo tanto, el comportamiento de la duración se modeló como una función logarítmica. La clasificación de la amenaza con base en la duración de la inundación se puede definir como se muestra en el cuadro No. 3.20, en donde se resumen los índices obtenidos para el Embalse de Córdoba y el Humedal de Juan Amarillo.

CUADRO No. 3.20
ÍNDICES DE AMENAZA (I_t) CON BASE EN LA DURACIÓN
DE LA INUNDACIÓN

| Tr | EMBALSE DE CÓRDOBA | | HUMEDAL JUAN AMARILLO | | DESBORDE HUMEDAL JUAN AMARILLO | | CRITERIO |
|-------|--------------------|-------|-----------------------|-------|--------------------------------|-------|--|
| | t. prom (hr) | I_t | t. prom (hr) | I_t | t. prom (hr) (*) | I_t | |
| 2 | 22 | 0,76 | 25 | 0,78 | 6 | 0,43 | t. prom = Duración de la inundación para la creciente de 1.000 años sobre la cota correspondiente al nivel máximo de la creciente del período de retorno (Tr) Especificado. Ver figuras Nos. 3.1 y 3.2. (*) Tiempo estimado para la evacuación de las aguas (encharcamiento) debido al desborde para el sector Gavilanes. |
| 10 | 18 | 0,72 | 20 | 0,73 | 12 | 0,59 | |
| 100 | 13 | 0,63 | 14 | 0,64 | 24 | 0,76 | |
| 1.000 | 4 | 0,34 | 3 | 0,27 | 24 | 0,76 | |

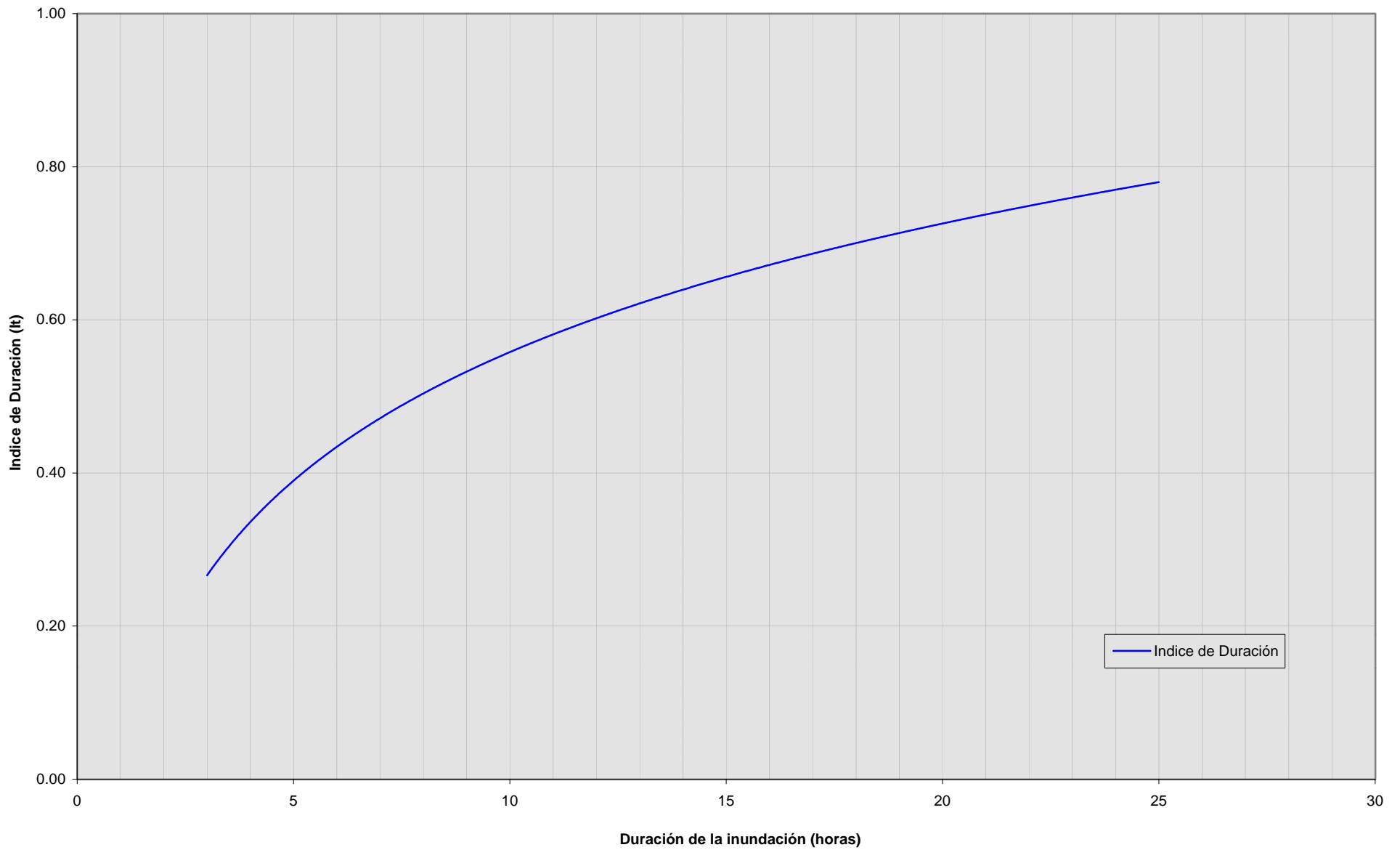
El comportamiento del índice de amenaza para cada caso con base en la duración de la inundación se puede observar en las [Figuras Nos. 3.4, 3.5 y 3.6.](#)

El tiempo promedio de inundación y evacuación de agua fue calculado en base a los hidrogramas presentados en las [Figuras Nos. 3.1 y 3.2,](#) de acuerdo al nivel máximo de la creciente del período de retorno (Tr) especificado y medido sobre la curva de 1.000 años.



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
DEL RIO JUAN AMARILLO
 AMENAZA CON BASE EN LA DURACION DE LA INUNDACION
 EMBALSE DE CORDOBA

FIGURA No.
 3.4
REFERENCIA
 65-IFF-31

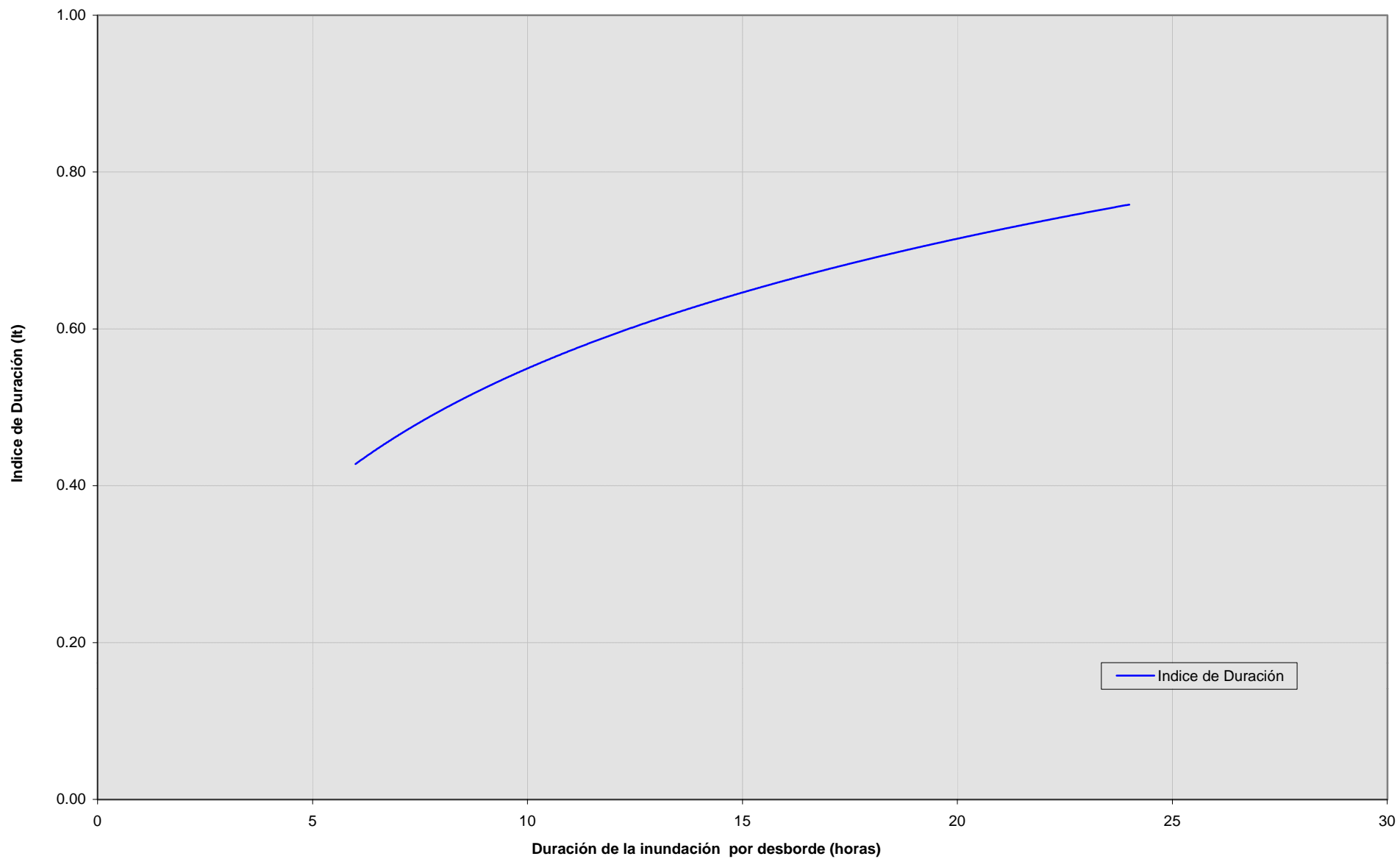


**ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
DEL RIO JUAN AMARILLO**

AMENAZA CON BASE EN LA DURACION DE LA INUNDACION
HUMEDAL JUAN AMARILLO

FIGURA No.
3.5

REFERENCIA
65-IF-32



**ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
DEL RIO JUAN AMARILLO**
AMENAZA CON BASE EN LA DURACION DE LA
INUNDACION POR DESBORDAMIENTO-HUMEDAL JUAN AMARILLO

FIGURA No.
3.6
REFERENCIA
65-IFF-33

Para el cálculo del tiempo promedio por desbordamiento (sector Gavilanes) se estimaron tiempos relativos de evacuación de las aguas en este sector bajo, teniendo en cuenta la carencia de redes pluviales e infraestructura de drenaje.

3.4.2.3 Evaluación final de la amenaza

Con base en los criterios discutidos en los numerales anteriores, la combinación de los dos criterios, frecuencia y duración de la inundación, alrededor de una sola medida de amenaza se puede evaluar como:

$$I_A = (F \ U \ D) = (w_{F*} I_F) + (w_{t*} I_t); \text{ y } (w_F + w_t = 1,0)$$

Donde

| | | |
|-------|---|--|
| I_A | = | Índice de amenaza total |
| I_F | = | Índice de amenaza con base en la frecuencia del nivel de la inundación |
| I_t | = | Índice de amenaza con base en la duración del nivel de la inundación |
| W_f | = | Peso relativo del índice de amenaza por frecuencia |
| W_t | = | Peso relativo del índice de amenaza por duración |
| F | = | Evento definido con base en la frecuencia (T = 2, 10 y 100 años). |
| D | = | Evento definido con base en la duración. |

El índice de amenaza total es una medida relativa y no absoluta de la amenaza, este criterio es muy importante para la adecuada interpretación de los resultados.

Es importante destacar que en este modelo los eventos de frecuencia (F) y duración (D) se suponen mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos, sólo bajo estas condiciones se puede garantizar la validez de la formulación anterior.

El caso más general de la ecuación de amenaza incluye, además de la duración y la frecuencia, la amenaza inducida por la velocidad; la cual se puede expresar como:

$$I_A = (F \ U \ D \ U \ V) = (w_{F*} I_F) + (w_{t*} I_t) + (w_{v*} I_v)$$

Donde I_v es el índice de amenaza por velocidad.

La velocidad tal como se mencionó anteriormente no se considerará como relevante en la zona baja de la cuenca del Juan Amarillo y en el Embalse de Córdoba y por lo tanto, no se tiene en cuenta en este estudio.

Los cuadros siguientes presentan el resumen de los cálculos efectuados para el Embalse de Córdoba y el Humedal Juan Amarillo

CUADRO No. 3.21
ÍNDICES DE AMENAZA PONDERADOS (I_t) CON BASE EN LA DURACIÓN
Y LA FRECUENCIA – EMBALSE DE CÓRDOBA

| PERIODO DE RETORNO T_r (años) | 2 | 10 | 100 | 1.000 |
|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NIVEL MÁXIMO (m) | 2.576,20 | 2.576,50 | 2.577,00 | 2.577,40 |
| DURACIÓN (horas) | 22 | 18 | 13 | 4 |
| CÁLCULO DE LA AMENAZA | | | | |
| - ÍNDICE DE FRECUENCIA | 0,90 | 0,67 | 0,34 | 0,02 |
| - ÍNDICE DE DURACIÓN | 0,76 | 0,72 | 0,63 | 0,34 |

| | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| TOTAL PONDERADO DEL ÍNDICE DE AMENAZA | 0,86 | 0,69 | 0,43 | 0,11 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|

Nota: El Índice de Amenaza = 70% del Índice de Frecuencia + 30% del Índice de Duración

La [Figura No. 3.7](#) presenta la gráfica y el criterio utilizado para esta zona, las áreas por debajo de la cota 2.576,51 m corresponden a sectores de amenaza alta, los ubicados entre las cotas 2.576,51 m a 2.577,06 m son de amenaza media y por encima de la cota 2.577,06 m presentan amenaza baja.

CUADRO No. 3.22

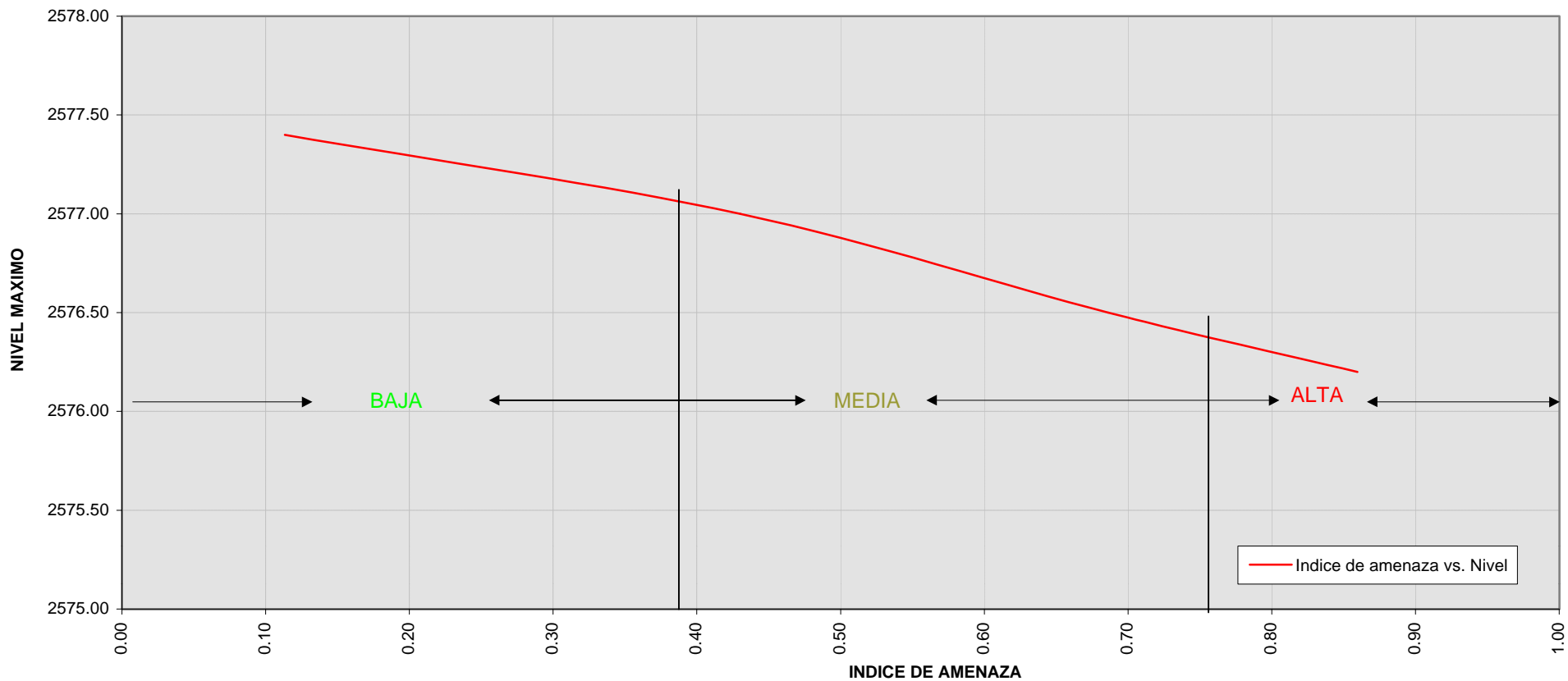
ÍNDICES DE AMENAZA PONDERADOS (I_t) CON BASE EN LA DURACIÓN
Y LA FRECUENCIA – HUMEDAL DE JUAN AMARILLO

| PERIODO DE RETORNO T_r (años) | 2 | 10 | 100 | 1.000 |
|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NIVEL MÁXIMO (m) | 2.574,26 | 2.574,70 | 2.575,30 | 2.575,90 |
| DURACIÓN (horas) | 25,0 | 20,0 | 14,0 | 3 |
| CÁLCULO DE LA AMENAZA | | | | |
| - ÍNDICE DE FRECUENCIA | 0,90 | 0,67 | 0,34 | 0,02 |
| - ÍNDICE DE DURACIÓN | 0,78 | 0,73 | 0,64 | 0,27 |

| | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| TOTAL PONDERADO DEL ÍNDICE DE AMENAZA | 0,86 | 0,69 | 0,43 | 0,09 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|

Nota: El Índice de Amenaza = 70% del Índice de Frecuencia + 30% del Índice de Duración

Por la topografía de las áreas que podrían inundarse en el Embalse Córdoba y el Humedal de Juan Amarillo (excepto en las áreas amenazadas por desborde), la duración de la inundación es en general menor a un (1) día y drenan por gravedad sin que se requiera equipos adicionales, bajando el nivel de las aguas en la medida en que baja el nivel de la creciente, por lo que se consideró dar un mayor porcentaje ponderado al índice de frecuencia (70%) que al de duración (30%). En el caso de las áreas por desborde éstas estarán sujetas a elementos adicionales de bombeo para lograr la evacuación de las aguas por lo que se opta por dar mayor relevancia al factor de duración.



| It | NIVEL MAX. | CRITERIO | | TIPO |
|------|------------|----------|---------|-------|
| | | It | Nivel | |
| 0.86 | 2576.20 | 1.00 | 2575.97 | ALTO |
| 0.69 | 2576.50 | 0.67 | 2576.51 | MEDIO |
| 0.43 | 2577.00 | 0.33 | 2577.06 | BAJO |
| 0.11 | 2577.40 | 0.00 | 2577.60 | BAJO |

Donde:

It = Indice de amenaza ponderado calculado con base en el tiempo promedio de inundación y evacuación del agua ti



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO
 AMENAZA CON BASE EN LA DURACION Y LA FRECUENCIA
 EMBALSE DE CORDOBA

FIGURA No.
 3.7
 REFERENCIA
 65-IFF-34

CUADRO No. 3.23

**ÍNDICES DE AMENAZA PONDERADOS (I_t) CON BASE EN LA DURACIÓN
Y LA FRECUENCIA – POR DESBORDE HUMEDAL JUAN AMARILLO**

| PERIODO DE RETORNO T_r (años) | 2 | 10 | 100 | 1.000 |
|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| NIVEL MÁXIMO (m) | 2.574,26 | 2.574,70 | 2.575,30 | 2.575,90 |
| DURACIÓN (horas) | 6,0 | 12,0 | 24,0 | 24,0 |
| CÁLCULO DE LA AMENAZA | | | | |
| - ÍNDICE DE FRECUENCIA | 0,90 | 0,67 | 0,34 | 0,02 |
| - ÍNDICE DE DURACIÓN | 0,43 | 0,59 | 0,76 | 0,76 |

| | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| TOTAL PONDERADO DEL ÍNDICE DE AMENAZA | 0,76 | 0,65 | 0,47 | 0,24 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|

Nota: El Índice de Amenaza = 30% del Índice de Frecuencia + 70% del Índice de Duración

La [Figura No. 3.8](#) presenta la gráfica y el criterio utilizado para el cálculo de amenaza en el Humedal de Juan Amarillo, las áreas por debajo de la cota 2.574,61 m corresponden a sectores de amenaza alta, los ubicados entre las cotas 2.574,61 m y 2.575,67 m a amenaza media y por encima de la cota 2.575,67 m presentan amenaza baja.

La [Figura No. 3.9](#) presenta la gráfica y criterio utilizado para este sector denominado Gavilanes y el cual se quiso estudiar en forma separada al Humedal Juan Amarillo dada la presencia de viviendas en zonas por debajo de los niveles promedios del humedal, las áreas por debajo de la cota 2.574,68 m corresponden a zonas de amenaza alta, entre las cotas 2.574,68 m y 2.575,40 m a amenaza media y por encima de la cota 2.575,40 m presentan amenaza baja.

Para el desborde del dique existente en el sector noroccidental del área de estudio para una creciente en el Río Juan Amarillo se adoptaron similares criterios a los definidos para la zona de inundación del humedal. Se involucro adicionalmente para cada nivel máximo de creciente un sobre nivel de 0,50 m como una altura mínima correspondiente a oleajes. El índice de protección es un nivel de lámina de 2.574,8 m equivalente al nivel del dique menos la altura de 0,50 m establecida.

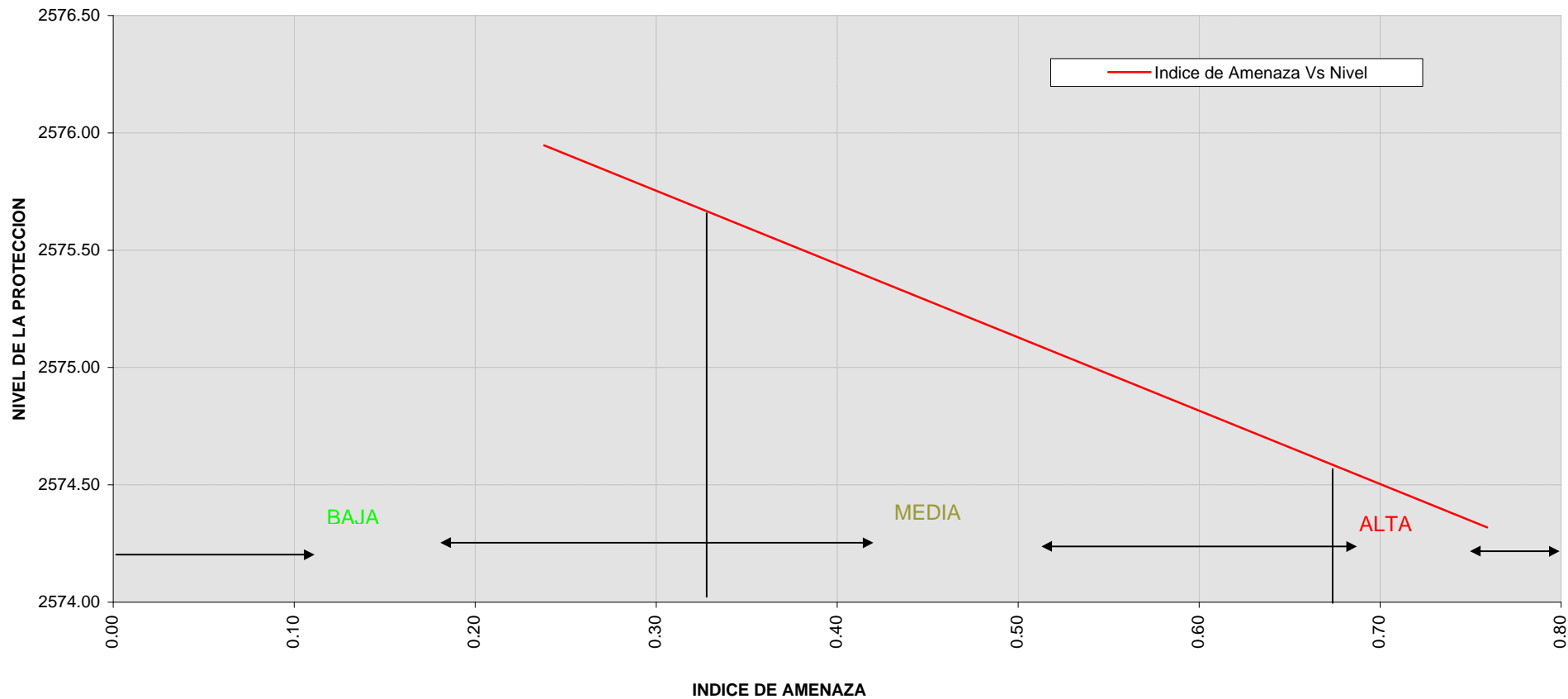
La duración de llenado y evacuación de la inundación en el área se considera del orden de 1 día por ser un sitio bajo.

El índice ponderado se calculó como:

Índice de frecuencia: Creciente a la cual se rebasa el dique 15 años = 0,61

Índice de duración: Para duración de 24 horas = 0,70

Índice Ponderado: $0,61 \times 0,70 + 0,70 \times 0,30 = 0,64$



| It | NIVEL MAX. | CRITERIO | | TIPO |
|------|------------|----------|---------|-------|
| | | It | NIVEL | |
| 0.76 | 2574.26 | 1.00 | 2573.57 | ALTO |
| 0.65 | 2574.70 | 0.67 | 2574.61 | MEDIO |
| 0.47 | 2575.30 | 0.33 | 2575.67 | BAJO |
| 0.24 | 2575.90 | 0.00 | 2576.70 | |

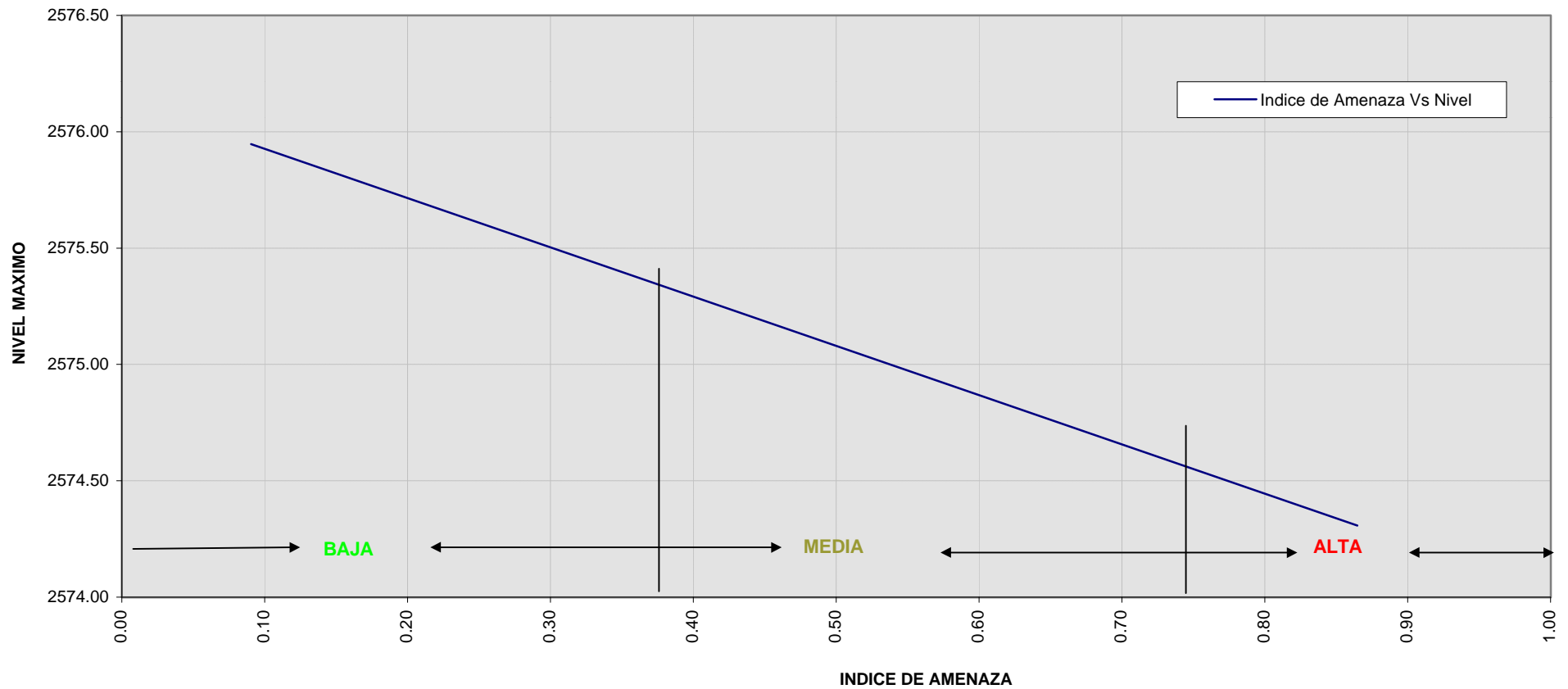
Donde:

It = Índice de amenaza ponderado calculado con base en el tiempo promedio de inundación y evacuación del agua ti



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO
 AMENAZA CON BASE EN LA DURACION Y LA FRECUENCIA
 HUMEDAL JUAN AMARILLO


FIGURA No.
 3.8
 REFERENCIA
 65-IFF-35



| It | NIVEL MAX. | CRITERIO | | TIPO |
|------|------------|----------|---------|-------|
| | | It | NIVEL | |
| 0.86 | 2574.26 | 1.00 | 2573.98 | ALTO |
| 0.69 | 2574.70 | 0.67 | 2574.68 | MEDIO |
| 0.43 | 2575.30 | 0.33 | 2575.40 | BAJO |
| 0.09 | 2575.90 | 0.00 | 2576.10 | BAJO |

Donde:

It = Índice de amenaza ponderado calculado con base en el tiempo promedio de inundación y evacuación del agua ti

| | | | |
|--|--|---|--------------------------------|
| |  | ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO | FIGURA No. 3.9 |
| | | AMENAZA CON BASE EN LA DURACION Y LA FRECUENCIA POR DESBORDE - HUMEDAL JUAN AMARILLO | REFERENCIA 65-IFF-36 |

3.5 CÁLCULO DE AMENAZA POR DESBORDE DE FLUJOS EN SITIOS PENDIENTES

En los Cerros Orientales, en la transición del sector alto a medio de la cuenca, donde las quebradas o corrientes de agua pasan de su cuenca natural a ser conducidas en canalizaciones por el sistema de drenaje de la ciudad, se presentan cambios de pendiente de muy alta (del orden del 20%) a moderadamente alta (4% - 5%) y pueda darse incapacidad de infraestructura de la infraestructura de drenaje de la EAAB-ESP para conducir los flujos que se presentan especialmente para los períodos de retorno extremos.

Las variables que se involucran principalmente en la evaluación de la amenaza son la frecuencia, la lámina, la velocidad y el caudal, que para efectos del análisis se resumen en la fuerza por metro de ancho de la vía o vías en que se distribuye el caudal que no puede ser conducida por la infraestructura de la EAAB-ESP. La duración de acuerdo a lo evaluado es en todos los casos del orden de 1 hora y son crecientes súbitas de tiempos de un pico menor a ½ hora.

Para estas zonas se pueden identificar claramente dos sectores; el más superior, caracterizado por un relieve montañoso a abrupto en el cual afloran materiales rocosos tipo areniscas de la Formación Guadalupe; predomina una vegetación arbustiva media y alta; las condiciones generales de estabilidad son aceptables; por efectos climáticos y de meteorización, se presenta el material rocoso fracturado, el cual por eventos naturales y por la acción de la gravedad, establecen caídas y generación de depósitos. En este sector, los cauces son de carácter torrencial y los riesgos por inundación no se presentan; dada la torrencialidad de estos cauces, el fenómeno generado es el de arrastre de material, que en su recorrido y en función de la resistencia del material se produce desde sedimento fino (arenas, gravas) hasta sedimento grueso (guijarros, cantos); en consecuencia se puede determinar una condición de amenaza por arrastre de materiales media y una baja vulnerabilidad física a nivel de cauces; el riesgo es bajo, en cuanto se relaciona con afectación de vidas humanas y de espacios.

El segundo sector característico de esta parte alta, corresponde a la zona de depósito de los materiales provenientes de la parte superior, que presenta en general un relieve ondulado a quebrado, litológicamente se identifica como zona de coluvión el cual esta constituido por cantos y bloques de arenisca en matriz areno arcillosa. Por su composición y relieve presenta una alta susceptibilidad en el aporte de sedimentos; los sobretamaños provenientes de la parte alta son depositados en esta zona, determinándose una obstrucción parcial de los cauces de las quebradas; en época de invierno, se generan taponamientos y consecuentemente represamiento de las aguas, produciéndose los desbordamientos de agua con sedimento fino arenoso arcilloso, observables especialmente sobre la Carrera 7ª con las calles 45 a 72, ésta situación obedece a que los desarrollos de vivienda sobre los Cerros Orientales no estaban previstos lo que generó un cambio en el uso del suelo y por ende en los coeficientes de escorrentía con lo cuales la EAAB-ESP

diseñó la infraestructura pluvial, actualmente para determinados eventos de lluvia se presentan inundaciones localizadas debido a la incapacidad del sistema de Alcantarillado que drena la zona. Morfológicamente, en estas zonas de depósito, se observan procesos erosivos, de reptación, hasta generación de sitios puntuales de inestabilidad. En cuanto al uso del suelo, predomina el de desarrollos urbanos subnormales, los cuales definen espacios y realizan actividades constructivas sobre estos depósitos, estableciéndose, de por sí, una condición de alta amenaza y alta vulnerabilidad física, consecuentemente también se establece una situación de alto riesgo, dada la alta probabilidad de fallas en las viviendas y por tanto de vidas humanas; evidentemente el agua se determina como el elemento detonador. Estos desarrollos subnormales, poseen una deficiente infraestructura de servicios, además, por lo general ocupan áreas próximas y/o sobre las rondas de las respectivas quebradas, con lo cual se identifica otro tipo de problema y es el relacionado con la contaminación de las aguas y obstrucción adicional de los cauces por basuras. De lo descrito, se puede inferir que existe una condición de amenaza media a baja, para un evento de altas precipitaciones, pero que la situación de riesgo por inundación es baja dada las condiciones topográficas y la pequeña duración o permanencia de la lámina de agua.

La caracterización descrita para el sector de piedemonte (zonas de coluviones), específicamente en cuanto al uso del suelo, relacionado con los desarrollos urbanos subnormales, es típica entre las Quebradas Arzobispo y La Vieja. A partir de la Quebrada Los Rosales hacia el norte, el uso del suelo identificado corresponde al de bosque implantado y de rastrojo alto, lo cual determina una adecuada protección tanto del cauce como de las respectivas rondas.




Las tablas que se han considerado para la evaluación tienen un carácter cualitativo ya que no se han involucrado elementos adicionales detonantes de la inundación como son sedimentos, troncos que taponan los conductos y obras sobre los cauces que interfieren los cursos de las quebradas. A continuación se presentan dichas tablas:

CUADRO No. 3.24
ANÁLISIS DE AMENAZA POR DESBORDE – ESTIMATIVO DE
LA FUERZA DEL FLUJO kg/m

| LÁMINA (m) | VELOCIDAD (m/s) | | | | | | |
|---------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0,10 | 10 | 40 | 90 | 160 | 250 | 360 | 490 |
| 0,15 | 15 | 60 | 135 | 240 | 375 | 540 | 735 |
| 0,20 | 20 | 80 | 180 | 320 | 500 | 720 | 980 |
| 0,30 | 30 | 120 | 270 | 480 | 750 | 1.080 | |
| 0,40 | 40 | 160 | 360 | 640 | | | |

$F = \rho QV^2 = 100 \times \text{Altura lámina} \times V^2$. La unidad es kg por ancho de canal de flujo.

CUADRO No. 3.25
ÍNDICE DE AMENAZA BASADA EN LA FUERZA
Y LA LÁMINA

| TIPO DE FLUJO | PERÍODO DE RETORNO | | Q max l/s-m |
|---|--------------------|-------------------|----------------|
| | 10 Años | 100 Años | |
|  A | Baja 0,33 – 066 | Baja 0,00 – 0,33 | 200 |
|  B | Media 0,67 – 0,80 | Media 0,33 – 0,64 | 200 – 600 |
|  C | Alta 0,8 – 1,00 | Alta 0,66 – 1,00 | > 600 |

La amenaza sobre determinado sector se evalúa con el mayor índice estimado para los períodos de retorno de 10 y 100 años.

En el plano No. 9 se esquematiza la amenaza por desborde de las corrientes del sector alto de acuerdo con los criterios descritos y los resultados de la estimación de distribución de flujos en los sitios de capacidad de transporte, este ejercicio se efectuó para las principales corrientes en los sitios de llegada a la infraestructura de alcantarillado pluvial de la EAAB-ESP, donde son conducidas a través de tuberías o canales en la zona urbanizada.

3.6 MAPA DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA

Los planos No. 9 a 12 adjuntos a este informe esquematizan un mapa con la zonificación de amenaza por fenómeno de inundación en la zona media y baja, el mapa lo conforman cuatro planos en escala 1:10.000 donde se presenta toda la cuenca del Río Juan Amarillo con la delimitación de áreas susceptible a inundación, estableciendo las categorías de amenaza alta, media y baja de acuerdo a los criterios de evaluación definidos en este informe.

4 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD (estimación de escenarios de pérdidas)

El objetivo específico del estudio en cuanto a este tema es la evaluación de la vulnerabilidad de la infraestructura y de la población dentro del área determinada como de alta amenaza.

En el análisis solamente se incluyen las áreas perimetrales determinadas en la zonificación de la amenaza en cercanías al Embalse de Córdoba en cuanto al sector medio y todo el sector bajo, que tiene una influencia directa con el comportamiento del Humedal y Río Juan Amarillo antes de la entrega al Río Bogotá.

El análisis de la vulnerabilidad incluyó la identificación y definición de tres (3) aspectos fundamentales:

- Criterio de evaluación.
- Definición de escenarios de interés
- Caracterización e identificación de pérdidas.

4.1 CRITERIO DE EVALUACIÓN

Existen diversos criterios de evaluación para identificar la vulnerabilidad (Ejemplo: forma, intensidad de las sollicitaciones determinadas, resistencia, etc). El criterio utilizado en este estudio es el de “Resistencia”.

Esto implica que el objetivo es evaluar la capacidad que tienen las viviendas e infraestructura de vías y servicios públicos en la zona de exposición de enfrentar una inundación y su predisposición intrínseca a ser afectada ó a ser susceptible de sufrir una pérdida.

4.2 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE INTERÉS

El criterio para definir los escenarios de interés se fijó con base en los diferentes períodos de retorno analizados, 2, 10, 100 y 1.000 años.

La mapificación se realiza únicamente para los escenarios de inundación previstos para los eventos de 10 y 100 años, ya que se consideran como los más representativos y de interés en la evaluación de la exposición dentro del área de amenaza establecida.

Las características propias de la inundación y la resistencia propia de la infraestructura expuesta a dicha inundación determina la severidad o consecuencia de dicho evento sobre los elementos expuestos.

Para el caso específico, el análisis se realizó en forma específica sobre la vivienda, vías y redes de servicio por lo cual se estableció una tipología de las estructuras

analizadas a través de la División Sectorial elaborada por el Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD), donde se clasifica por estratos a la población en grupos con características sociales y económicas similares.

Para el DAPD, el estrato se asocia con el valor del inmueble y el gasto en vivienda es una función directa de la riqueza y del ingreso de un hogar, así se establece la relación entre estrato y nivel de ingreso, por lo cual se establece para este estudio que la vulnerabilidad de elementos vitales y estratégicos (pérdidas), se puede medir de acuerdo con el tipo de elemento y su localización.

La exposición de la población a la amenaza por inundación (vulnerabilidad) de acuerdo con la densidad poblacional, con la infraestructura vial, con la misma topografía y con la capacidad de la infraestructura de drenaje; ya que para determinado evento habrá un mayor o menor número de personas que requieren movilizarse y/o evacuar la zona a través de una infraestructura vial y la duración y lámina de la inundación estará directamente relacionada con la topografía del terreno expuesto, la capacidad de infiltración de los suelos y la capacidad y cobertura de las redes de alcantarillado que finalmente vierten las aguas a los cuerpos de amortiguación, los cuales de acuerdo a los análisis hidráulicos (hidrogramas para cada período de retorno), impedirán durante un tiempo “X” un adecuado drenaje.

Con base en la amenaza por inundación, se determinó la vulnerabilidad física de las viviendas y la población afectada. En cuanto a la infraestructura vial y los servicios públicos las características topográficas, geológicas y geomorfológicas actuales presentan unas condiciones geomecánicas que determinan una alta vulnerabilidad de la infraestructura citada, aún en situaciones de no presencia de inundación. Las características tienen que ver principalmente con los siguientes aspectos geotécnicos:

- Presencia de depósitos lacustres constituidos por suelos arcillosos limosos y lentes de arenas finas, con espesores mayores a 50 metros.
- Consecuentemente se determinan suelos muy húmedos, de alta plasticidad y compresibilidad, de consistencia blanda.
- Presencia de un nivel freático alto, cuyas variaciones están asociadas a los cambios del nivel de aguas en el humedal.
- Las condiciones portantes de estos suelos son de baja competencia geomecánica, por lo que se establece una alta amenaza para la estabilidad de las diferentes obras, bien sea para pavimentos como para la infraestructura de servicios públicos.

De lo anterior se puede determinar que existen condiciones “naturales”, aún sin presencia de inundaciones, por las que se establecen situaciones de alta

vulnerabilidad física, para la infraestructura vial y de servicios, en las que el elemento detonante es el agua. Dadas las circunstancias descritas, se infiere que tanto en los procesos de diseño como de construcción se deberán considerar y atender estos aspectos, que determinan la estabilidad y operación del respectivo sistema.

Con base en los resultados obtenidos a través de este estudio, se estimaron diversas láminas de agua que podrán afectar durante un tiempo determinado la infraestructura y vivienda localizada a cierto nivel o cota, los cuadros No. 5.1 y No. 5.2 resumen tanto para las áreas contiguas al Embalse de Córdoba como para las del Humedal Juan Amarillo la información para los diferentes períodos de retorno evaluados.

Se determinaron láminas de agua, que van desde 0,20 m (Córdoba) a 0,26 m (Juan Amarillo) m, para un periodo de retorno de 2 años, hasta una lámina de 1,40 m (Córdoba) y 1,90 m (Juan Amarillo) metros para periodo de retorno de 1.000 años; las referidas láminas de agua presentan una duración de 9,5 ($Tr = 2$ años) a 29,5 horas ($Tr = 1.000$ años). Para esta recurrencia y duración se evaluó la acción del agua sobre la respectiva infraestructura a partir de lo cual se determina el nivel de vulnerabilidad y riesgo; a nivel de infraestructura vial, la acción se aplicaría sobre pavimentos flexibles y rígidos y sobre vías en afirmado. A nivel de infraestructura de servicios públicos (redes de acueducto, alcantarillado, energía y teléfonos), la acción se aplicaría sobre elementos instalados en terreno natural y en espacios bajo zonas pavimentadas.

Para el caso de pavimentos rígidos, flexibles y aún en afirmado, la acción de una determinada lámina de agua durante un periodo de 9,5 a 29,5 horas, no tendría mayor incidencia en el aumento de la vulnerabilidad y riesgo a las condiciones naturales actualmente existentes. Considerando periodos de retorno de 2 y 10 años, la acción de la lámina de agua se considera repetitiva para vías ubicadas bajo la cota 2.574,50 m por cuanto para cotas mayores no se presenta lámina; para estas condiciones, el mayor efecto se registraría sobre vías en afirmado por el proceso de ablandamiento, debido a la acción repetitiva y detonante del agua. Para periodos de retorno de 100 y 1.000 años y duración entre 9,5 a 29,5 horas, la respectiva lámina de agua llegaría hasta las cotas 2.575,50 m, presentándose láminas de agua entre 0,30 a 1,90 metros, caso en el cual las condiciones de vulnerabilidad y riesgo no se incrementarían. Como situación especial se hace referencia a la acción de la mayor lámina (1,90 metros) en cuanto se relaciona con la presencia de subpresiones y posible efecto de levantamiento del pavimento, por lo cual se determina la condición de alta vulnerabilidad física.

Con relación a la infraestructura de servicios públicos existe una situación de alta vulnerabilidad por las características geomecánicas de los suelos de soporte y bajo la acción de una determinada lámina de agua según los respectivos tiempos de retorno. Las láminas de agua, periodos de retorno y cotas afectadas, son las mismas a las consideradas para la infraestructura vial. Como situación especial, también se hace referencia a la acción de la mayor lámina (1,90 metros) en cuanto

se relaciona con la presencia de subpresiones y posible efecto de levantamiento de los conductos, caso en el cual se determina la condición de alta vulnerabilidad física.

En el caso específico del área de interés y de estudio los tiempos estimados de duración del evento y las láminas de agua determinadas no afectarán mayormente la infraestructura de servicios públicos por lo cual se define como única variable que efectivamente establece una relación con la vulnerabilidad por inundación “**La Vivienda**”.

4.3 CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS

Para los escenarios definidos (inundaciones con período de retorno de 10 y 100 años) se caracterizaron e identificaron las pérdidas económicas causadas, las cuales se establecieron cualitativamente en términos de nivel de lámina de agua y en función de la duración de la inundación.

Estas pérdidas económicas fueron discriminadas en función del estrato y fueron tipificados por “**Unidad de Vivienda**” con base en inspecciones de campo realizadas, la evaluación de éstas fue elaborada a precios de mercado (tarifas primer semestre año 1999), y permiten en forma relativa determinar unos costos de vulnerabilidad para diferentes tiempos de retorno con una lámina de agua y una duración establecida.

En el [anexo No. 4](#) se presentan unas curvas elaboradas a partir de la evaluación realizada las cuales permiten la identificación de pérdidas por estrato para diferentes láminas de agua. Se reitera la importancia del impacto social y sanitario que puede acarrear una situación de emergencia como ésta, sin embargo, la evaluación de este criterio está por fuera del alcance de este estudio.

4.4 MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Los cuadros Nos. 4.1 y 4.2 presentan los resultados obtenidos al evaluar la vulnerabilidad de las áreas expuestas para períodos de retorno de 10 y 100 años en función del nivel de la lámina de agua y de la duración de la inundación, de los embalses de Córdoba y Juan Amarillo.

En resumen el nivel del Embalse de Córdoba o del Humedal Juan Amarillo para un período de retorno, permite identificar cartográficamente de acuerdo a la topografía circunvecina a estos cuerpos de amortiguación, la lámina de agua y duración de la misma en las zonas afectadas por esta inundación, estas variables discriminadas por estrato permitieron cuantificar unos costos o pérdidas por unidad de vivienda con los cuales se realiza un mapa de vulnerabilidad física que se presentan en escala 1:10.000 en los planos No. 13 (Tr = 10 años) Y No. 14 (Tr = 100 años).

El rango o descripción de las pérdidas se estableció en forma relativa para los embalses de la siguiente manera:

- Daños Menores : menores a \$ 1'000.000
- Daños Moderados : De \$ 1'000.000 \$ 6'000.000
- Daños Altos : De \$ 6'000.000 \$ 10'000.000
- Daños Severos : De \$ 10'000.000 en adelante

CUADRO No. 4.1

**VULNERABILIDAD PARA EL SECTOR DEL EMBALSE DE CÓRDOBA PARA
PERÍODOS DE RETORNO DE 10 Y 100 AÑOS – COSTOS POR UNIDAD
DE VIVIENDA**

| ESTRATO | NIVEL VIVIENDAS (m) | Tr = 10 años - (2576,50) | | | Tr = 100 años - (2577,00) | | |
|---------|---------------------------|----------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------|
| | | LAMINA (m) | DURACION (horas) | COSTO (miles de \$) | LAMINA (m) | DURACION (horas) | COSTO (miles de \$) |
| 1 | 2576,0 | 0,5 | 18,5 | \$ 1.162 | 1,0 | 25 | \$ 1.840 |
| | 2576,5 | 0,0 | 11 | \$ - | 0,5 | 19,5 | \$ 1.190 |
| | 2577,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11,5 | \$ - |
| 2 | 2576,0 | 0,5 | 18,5 | \$ 2.326 | 1,0 | 25 | \$ 3.681 |
| | 2576,5 | 0,0 | 11 | \$ - | 0,5 | 19,5 | \$ 2.383 |
| | 2577,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11,5 | \$ - |
| 3 | 2576,0 | 0,5 | 18,5 | \$ 3.023 | 1,0 | 25 | \$ 4.785 |
| | 2576,5 | 0,0 | 11 | \$ - | 0,5 | 19,5 | \$ 3.098 |
| | 2577,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11,5 | \$ - |
| 4 | 2576,0 | 0,5 | 18,5 | \$ 6.824 | 1,0 | 25 | \$ 9.854 |
| | 2576,5 | 0,0 | 11 | \$ - | 0,5 | 19,5 | \$ 6.991 |
| | 2577,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11,5 | \$ - |
| 5 | 2576,0 | 0,5 | 18,5 | \$ 9.553 | 1,0 | 25 | \$ 13.795 |
| | 2576,5 | 0,0 | 11 | \$ - | 0,5 | 19,5 | \$ 9.788 |
| | 2577,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11,5 | \$ - |
| 6 | 2576,0 | 0,5 | 18,5 | \$ 12.418 | 1,0 | 25 | \$ 17.934 |
| | 2576,5 | 0,0 | 11 | \$ - | 0,5 | 19,5 | \$ 12.724 |
| | 2577,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11,5 | \$ - |

CUADRO No. 4.2

**VULNERABILIDAD PARA EL SECTOR DEL HUMEDAL DE JUAN AMARILLO
PARA PERÍODOS DE RETORNO DE 10 Y 100 AÑOS – COSTOS
POR UNIDAD DE VIVIENDA**

| ESTRATO | NIVEL VIVIENDAS (m) | Tr = 10 años - (2574,70) | | | Tr = 100 años - (2575,30) | | |
|---------|---------------------------|----------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------|
| | | LAMINA (m) | DURACION (horas) | COSTO (miles de \$) | LAMINA (m) | DURACION (horas) | COSTO (miles de \$) |
| 1 | 2574,0 | 0,7 | 18,5 | \$ 1.368 | 1,3 | 25 | \$ 2.026 |
| | 2574,5 | 0,2 | 11 | \$ 490 | 0,8 | 19,5 | \$ 1.485 |
| | 2575,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 11,5 | \$ 703 |
| | 2575,5 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - |
| 2 | 2574,0 | 0,7 | 18,5 | \$ 2.737 | 1,3 | 25 | \$ 4.053 |
| | 2574,5 | 0,2 | 11 | \$ 982 | 0,8 | 19,5 | \$ 2.972 |
| | 2575,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 11,5 | \$ 1.408 |
| | 2575,5 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - |
| | 2572,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 48 | \$ 2.935 |
| 3 | 2574,0 | 0,7 | 18,5 | \$ 3.558 | 1,3 | 25 | \$ 5.269 |
| | 2574,5 | 0,2 | 11 | \$ 1.277 | 0,8 | 19,5 | \$ 3.863 |
| | 2575,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 11,5 | \$ 1.830 |
| | 2575,5 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - |
| 4 | 2574,0 | 0,7 | 18,5 | \$ 7.635 | 1,3 | 25 | \$ 10.587 |
| | 2574,5 | 0,2 | 11 | \$ 3.763 | 0,8 | 19,5 | \$ 8.153 |
| | 2575,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 11,5 | \$ 4.629 |
| | 2575,5 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - |
| 5 | 2574,0 | 0,7 | 18,5 | \$ 10.689 | 1,3 | 25 | \$ 14.822 |
| | 2574,5 | 0,2 | 11 | \$ 5.267 | 0,8 | 19,5 | \$ 11.414 |
| | 2575,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 11,5 | \$ 6.480 |
| | 2575,5 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - |
| 6 | 2574,0 | 0,7 | 18,5 | \$ 13.895 | 1,3 | 25 | \$ 19.270 |
| | 2574,5 | 0,2 | 11 | \$ 6.846 | 0,8 | 19,5 | \$ 14.838 |
| | 2575,0 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 11,5 | \$ 8.423 |
| | 2575,5 | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - |

5 EVALUACIÓN DEL RIESGO

5.1 ASPECTOS GENERALES

El diccionario de la Real Academia de la lengua define el riesgo como:

“Contingencia o proximidad de un daño; estar en una cosa expuesta a perderse o a no verificarse”.

El EERI (1984) define el riesgo como:

“La probabilidad de exceder un valor específico y de consecuencias económicas o sociales, en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado”.

El riesgo es una herramienta que permite manejar la incertidumbre de las consecuencias de una situación futura. Si existe certidumbre no hay riesgo. El riesgo es un modelo que se utiliza como herramienta para la toma de decisiones. Adicionalmente es algo que sólo existe en la mente y en consecuencia, está íntimamente ligado a aspectos psicológicos personales o colectivos.

Blockley (1992) define el riesgo como:

“El efecto combinado de la probabilidad de ocurrencia de una falla o desastre y sus consecuencias en un contexto determinado”.

Esta definición incluye las anteriores pero es más completa. En los siguientes numerales se discutirán los aspectos básicos detrás de este concepto.

5.1.1 La naturaleza del riesgo

De acuerdo con la definición de Blockley (1992), el riesgo es una idea compuesta de tres conceptos fundamentales:

- Probabilidad
- Consecuencias
- Contexto

Existen tres tipos de probabilidad (Elms, 1992):

- Estructural
- Frecuentista
- Subjetiva

La primera se deriva de las características lógicas y físicas de un problema determinado. Sin embargo, la imposibilidad de conocer la probabilidad con base en un experimento único, justifican a quienes argumentan que la única definición legítima de probabilidad es frecuentista. Esto quiere decir que la probabilidad se deriva de la observación de un gran número de experimentos idénticos. Finalmente, la probabilidad utilizada como herramienta para medir la subjetividad en forma de experiencia e intuición, puede ser una herramienta que juega un papel primordial en evaluaciones de sistemas complejos.

El problema de las consecuencias tiene que ver más con los aspectos prácticos que con los conceptuales. Las consecuencias se miden generalmente como una función del valor del sistema. Es común que el riesgo se asocie con resultados como la pérdida de vidas, el valor económico o el daño ambiental.

Finalmente, la evaluación de riesgo sólo puede existir dentro de un contexto determinado. Si éste no se conoce o entiende, el análisis de riesgo es inadecuado. Elms (1992) define el contexto como todo lo que afecta y es afectado por la evaluación del riesgo. El contexto proporciona los límites, razones y propósitos de un estudio de riesgo.

5.1.2 Fundamentos de un análisis de riesgo

El proceso de toma de decisiones en la vida cotidiana es informal y requiere la utilización de la información disponible, la experiencia y la intuición. Un análisis de riesgo requiere la completa identificación de todos los posibles escenarios futuros. Aún cuando muchos pueden ser identificados, el análisis de riesgo sólo puede llevarse a cabo sobre un número muy pequeño de escenarios que son técnicamente predecibles. Por lo tanto, el análisis de riesgo no garantiza una descripción apropiada de un escenario futuro. Sin embargo esto no quiere decir que los análisis de riesgo no suministran información útil, sino que esta información debe ser parte de un análisis más completo.

5.1.3 Definición del Sistema

Antes de realizar cualquier tipo de estudio de este tipo, es fundamental definir el sistema sobre el cual se va a trabajar. Esto permite clarificar el propósito, el alcance y los límites del sistema (qué incluye y qué no). Para la definición del sistema se debe definir inicialmente su función y posteriormente se puede recurrir, entre otros, al CATWOE (Checkland 1980)¹. Utilizando este procedimiento, el sistema objeto de este estudio se define como:

¹ El CATWOE es un procedimiento propuesto por Checkland (1980) en el cual se sugiere que en la definición raíz del sistema se deben incluir: los Clientes (C), los Actores (A), las transformaciones (T), el punto de vista de los participantes (W), el propietario del sistema (O) y el entorno (E).

La interacción del río Juan Amarillo con el desarrollo urbanístico en la zona de influencia del Embalse de Córdoba y del Humedal de Juan Amarillo, entre la Avenida Boyacá y el Río Bogotá. El Río Juan Amarillo recoge las aguas lluvias de su cuenca que se extiende en límites generales aproximados desde la Calle 170 hasta la Calle 26 y desde los Cerros Orientales hasta el Río Bogotá.

La zona habitada en contorno a los cuerpos de agua en estudio está destinada especialmente a vivienda de estratos medio y bajo, haciéndose mención que dentro de la cual al occidente del humedal de Juan Amarillo existe en este momento un gran sector que se ha desarrollado en forma sub-normal y que se denomina Los Gavilanes el cual tiene un nivel topográfico (Elevación) promedio inferior al nivel medio de las aguas del humedal, determinándolo como una zona baja.

La evaluación del riesgo que se presenta se realizó sobre el sistema que se definió y teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La interpretación del riesgo como la multiplicación de la amenaza por la vulnerabilidad es más del orden conceptual que técnico, la evaluación se ajustó a la definición dada por Blockley (1992).
- La evaluación de riesgo por inundación se apoya en los resultados de amenaza y vulnerabilidad obtenidos en este estudio.
- El resultado del trabajo es sólo un criterio de decisión para la mitigación del riesgo el cual se debe complementar con otros estudios.
- En la evaluación del riesgo se reconoce la importancia de enfrentar el problema de una forma global e integrada con el fin de tomar medidas adecuadas de prevención.
- A pesar de lo mencionado en el punto anterior, la evaluación se realizó desde el punto de vista puramente técnico y no entró a evaluar detalladamente las consecuencias sociales que pueden acarrear las soluciones propuestas.
- El enfoque del estudio se dirige primordialmente a la zona residencial (Viviendas). Las edificaciones o instituciones especiales (hospitales, escuelas, etc) tendrán un tratamiento especial y con relación a lo social se deberá evaluar en otro estudio. Se evaluará en forma individual y revisando las implicaciones que pueda tener, sobre el sector, la disminución en su capacidad para la prestación del servicio.

5.2 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

El procedimiento de evaluación del riesgo por inundación se describe a continuación:

- Se determinó el sistema como la iteración que produce una inundación del Río Juan Amarillo con las zonas desarrolladas con uso en vivienda en los límites definidos como expuestos a inundación en el sector medio (Embalse de Córdoba) y sector bajo de la cuenca del Río Juan Amarillo, definiéndose unos criterios de evaluación para evaluar la capacidad o resistencia de enfrentar una inundación que tienen las viviendas que potencialmente se pudieren ver afectadas midiendo las consecuencias que el evento pueda producir (cálculo de pérdidas).
- Se identificó la amenaza en términos de frecuencia y duración para cada uno de los escenarios en estudio (sector alto, medio y bajo), determinándose unos índices relativos en función de las áreas que se encuentren localizadas por encima o debajo de determinadas curvas de nivel.
- Se definieron funciones de pérdidas para los escenarios definidos, en este caso la evaluación de amenaza se realizó para diferentes niveles (Alto, Medio y Bajo) con períodos de retorno de 2, 10, 100 y 1.000 años.

Para el análisis de vulnerabilidad se realizó una evaluación y cuantificación por medio de un muestreo y tipificación por estratos de los bienes expuestos; los resultados obtenidos son representativos de lo que puede suceder en cada una de las áreas en que se dividieron las zonas detectadas como expuestas.

Lo anterior permite a los Consultores definir el Riesgo como “Una probabilidad **X** de que la zona **I** sufra unas pérdidas económicas directas de **\$ Y** en caso de que se presente una inundación como resultado de la creciente del Río Juan Amarillo que ocurre en promedio cada **T** años”.

5.3 MAPA DE ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR INUNDACIÓN

Con base en los resultados obtenidos al aplicar los procedimientos de evaluación se determinaron para cada uno de los escenarios los índices y niveles del riesgo en términos relativos, con los cuales se elaboró el Mapa de Zonificación de Riesgo por Inundación que se presentan a través de dos (2) planos en escala 1:5.000 (planos Nos. 15 y 16), estos planos presentan las variables lingüísticas que representan los diferentes niveles de riesgo relativo que se mencionan a continuación:

- Riesgo bajo : Áreas con índices ponderados menores a 0,1.
- Riesgo medio : Áreas con índices ponderados entre 0,1 y 0,4.
- Riesgo alto : Áreas con índices ponderados mayores a 0,4.

Los índices de riesgo para cada estrato fueron obtenidos al ponderar los costos o pérdidas determinadas para cada período de retorno teniendo en cuenta el índice de amenaza obtenido en cada uno de ellos.

Los cuadros Nos. 5.1 y 5.2 presentan para los sectores expuestos en inmediaciones al Embalse de Córdoba y al Humedal Juan Amarillo los resultados obtenidos por estrato para cada período de retorno y la ponderación de los costos con los cuales se obtienen los índices y niveles de riesgo que permiten realizar el mapa de riesgo.

En el [anexo No. 5](#) se presentan memorias de cálculo con la evaluación para cada una de las áreas estudiadas, en esta memoria se cuantifica por estrato, el número de viviendas y población afectada, adicionalmente se totaliza en forma relativa las pérdidas económicas obtenidas para cada uno de los niveles de riesgo evaluados.

Definidos los sectores de riesgo por inundación de la cuenca del Juan Amarillo, se adelantaron investigaciones tendientes a identificar la existencia de construcciones especiales dentro de las zonas de riesgo, entendiéndose por edificación especial aquella que en caso de inundación implique más que unas pérdidas económicas un costo de orden social de gran importancia como es el caso de no funcionalidad de Escuelas, Centros Médicos y de Asistencia Social, etc.

Para poder realizar esta actividad fue necesario efectuar recorridos de campo a lo largo de los desarrollos urbanos afectados, sin embargo dadas las características de los barrios (algunos subnormales) no fue fácil la identificación de edificaciones especiales, por lo cual se hizo necesaria la consulta en Entidades como Alcaldías Menores, Secretarías de Salud y de Educación.

Como edificaciones especiales se detectó en las zonas expuestas las siguientes:

En el barrio Lisboa se tiene construida una escuela con una capacidad aproximada de 200 alumnos y se encuentran además pequeños jardines infantiles. Dentro de la zona se ubican las sedes de juntas de acción comunal de barrios como La Frontera, Lisboa, Bilbao, Berlín, Santa Cecilia y San Pedro.

Las pérdidas económicas por daños en la infraestructura física de estas edificaciones fue contemplada en forma global en los análisis efectuados, no hace parte de este estudio el cálculo o estimación del costo social que implicaría que uno o varios de estos establecimientos no pudieran atender las necesidades de la población en el tiempo que dura la inundación a que la zona se vea expuesta.

CUADRO No. 5.1
DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE Y NIVEL DE RIESGO POR INUNDACIÓN PARA ÁREAS
CONTIGUAS AL EMBALSE DE CÓRDOBA

| ESTRATOS | NIVEL CASA (m) | Tr = 2 años - (2576.20) - It = 0,86 | | | Tr = 10 años - (2576.50) - It = 0,69 | | | Tr = 100 años - (2577.00) - It = 0,43 | | | Tr = 1000 años - (2577.40) - It = 0,11 | | | COSTO TOTAL PONDERADO (miles de \$) | INDICE RELATIVO DE RIESGO | NIVEL DE RIESGO |
|----------|----------------|---------------------------------------|------------------|---------------------|--|------------------|---------------------|---|------------------|---------------------|--|------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| | | LAMINA (m) | DURACION (horas) | COSTO (miles de \$) | LAMINA (m) | DURACION (horas) | COSTO (miles de \$) | LAMINA (m) | DURACION (horas) | COSTO (miles de \$) | LAMINA (m) | DURACION (horas) | COSTO (miles de \$) | | | |
| 1 | 2576,0 | 0,20 | 9,5 | \$ 468 | 0,5 | 18,5 | \$ 1.162 | 1,0 | 25 | \$ 1.840 | 1,4 | 29,5 | \$ 2.277 | \$ 2.245 | 1,00 | ALTO |
| | 2576,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 11 | \$ - | 0,5 | 19,5 | \$ 1.190 | 0,9 | 23 | \$ 1.690 | \$ 698 | 0,31 | MEDIO |
| | 2577,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11,5 | \$ - | 0,4 | 16,5 | \$ 975 | \$ 107 | 0,05 | BAJO |
| | 2577,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| | 2578,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| 2 | 2576,0 | 0,20 | 9,5 | \$ 938 | 0,5 | 18,5 | \$ 2.326 | 1,0 | 25 | \$ 3.681 | 1,4 | 29,5 | \$ 4.555 | \$ 4.495 | 1,00 | ALTO |
| | 2576,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 11 | \$ - | 0,5 | 19,5 | \$ 2.383 | 0,9 | 23 | \$ 3.382 | \$ 1.397 | 0,31 | MEDIO |
| | 2577,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11,5 | \$ - | 0,4 | 16,5 | \$ 1.952 | \$ 215 | 0,05 | BAJO |
| | 2577,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| | 2578,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| 3 | 2576,0 | 0,20 | 9,5 | \$ 1.220 | 0,5 | 18,5 | \$ 3.023 | 1,0 | 25 | \$ 4.785 | 1,4 | 29,5 | \$ 5.921 | \$ 5.844 | 1,00 | ALTO |
| | 2576,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 11 | \$ - | 0,5 | 19,5 | \$ 3.098 | 0,9 | 23 | \$ 4.396 | \$ 1.816 | 0,31 | MEDIO |
| | 2577,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11,5 | \$ - | 0,4 | 16,5 | \$ 2.537 | \$ 279 | 0,05 | BAJO |
| | 2577,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| | 2578,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| 4 | 2576,0 | 0,20 | 9,5 | \$ 3.592 | 0,5 | 18,5 | \$ 6.824 | 1,0 | 25 | \$ 9.854 | 1,4 | 29,5 | \$ 11.825 | \$ 13.335 | 1,00 | ALTO |
| | 2576,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 11 | \$ - | 0,5 | 19,5 | \$ 6.991 | 0,9 | 23 | \$ 9.153 | \$ 4.013 | 0,30 | MEDIO |
| | 2577,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11,5 | \$ - | 0,4 | 16,5 | \$ 5.976 | \$ 657 | 0,05 | BAJO |
| | 2577,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| | 2578,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| 5 | 2576,0 | 0,20 | 9,5 | \$ 5.029 | 0,5 | 18,5 | \$ 9.553 | 1,0 | 25 | \$ 13.795 | 1,4 | 29,5 | \$ 16.555 | \$ 18.669 | 1,00 | ALTO |
| | 2576,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 11 | \$ - | 0,5 | 19,5 | \$ 9.788 | 0,9 | 23 | \$ 12.815 | \$ 5.618 | 0,30 | MEDIO |
| | 2577,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11,5 | \$ - | 0,4 | 16,5 | \$ 8.366 | \$ 920 | 0,05 | BAJO |
| | 2577,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| | 2578,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| 6 | 2576,0 | 0,20 | 9,5 | \$ 6.536 | 0,5 | 18,5 | \$ 12.418 | 1,0 | 25 | \$ 17.934 | 1,4 | 29,5 | \$ 21.523 | \$ 24.269 | 1,00 | ALTO |
| | 2576,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 11 | \$ - | 0,5 | 19,5 | \$ 12.724 | 0,9 | 23 | \$ 16.660 | \$ 7.304 | 0,30 | MEDIO |
| | 2577,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11,5 | \$ - | 0,4 | 16,5 | \$ 10.876 | \$ 1.196 | 0,05 | BAJO |
| | 2577,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 11 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| | 2578,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |

NOTAS: El nivel de riesgo esta dado en forma relativa de acuerdo a los siguientes rangos de índice de riesgo. 1 = ALTO > 0,4 - 0,4< MEDIO > 0,1 - 0,1 < BAJO = 0

It = Índice de Amenaza

Nivel Casa : El nivel tomado corresponde al sitio mas bajo promedio de un área donde existe algún tipo de vivienda. El nivel máximo corresponde al nivel obtenido para cada período de retorno estudiado.

Lámina: Corresponde a la diferencia entre el nivel máximo de cada creciente y los niveles de las casas .

Duración : Este tiempo corresponde al leído en la gráfica de los hidrogramas de acuerdo a los tiempos de retorno (Figuras 3.1 y 3.2).

Costo : Corresponde a datos leídos de las curvas de Costo vs Lámina, teniendo en cuenta los estratos. Estos costos están referidos por unidad de vivienda. (Ver anexo No. 4).

Cos. Ponderado: Es igual a la sumatoria de los costos unitarios afectados por el índice de amenaza de acuerdo al Tiempo de Retorno.

Ind. De Riesgo : Costo ponderado / Costo ponderado máximo del estrato. Esta operación se hace para cada nivel y para cada estrato.

CUADRO No. 5.2

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE Y NIVEL DEL RIESGO POR INUNDACIÓN PARA ÁREAS
CONTIGUAS AL HUMEDAL DE JUAN AMARILLO

| ESTRATOS | NIVEL CASA (m) | Tr = 2 años - (2574,26) - It = 0,86 | | | Tr = 10 años - (2574,70) - It = 0,69 | | | Tr = 100 años - (2575,30) - It = 0,43 | | | Tr = 1000 años - (2575,90) - It = 0,09 | | | COSTO TOTAL PONDERADO (miles de \$) | INDICE RELATIVO DE RIESGO | NIVEL DE RIESGO |
|----------|----------------|---------------------------------------|------------------|---------------------|--|------------------|---------------------|---|------------------|---------------------|--|------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| | | LAMINA (m) | DURACION (horas) | COSTO (miles de \$) | LAMINA (m) | DURACION (horas) | COSTO (miles de \$) | LAMINA (m) | DURACION (horas) | COSTO (miles de \$) | LAMINA (m) | DURACION (horas) | COSTO (miles de \$) | | | |
| 1 | 2574,0 | 0,26 | 9,5 | \$ 593 | 0,7 | 18,5 | \$ 1.368 | 1,3 | 25 | \$ 2.026 | 1,9 | 29,5 | \$ 2.515 | \$ 2.551 | 1,00 | ALTO |
| | 2574,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,2 | 11 | \$ 490 | 0,8 | 19,5 | \$ 1.485 | 1,4 | 23,0 | \$ 1.991 | \$ 1.156 | 0,45 | ALTO |
| | 2575,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 11,5 | \$ 703 | 0,9 | 16,5 | \$ 1.447 | \$ 432 | 0,17 | MED D |
| | 2575,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,4 | 11,0 | \$ 836 | \$ 75 | 0,03 | BAJO |
| | 2576,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0,0 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| 2 | 2574,0 | 0,26 | 9,5 | \$ 1.188 | 0,7 | 18,5 | \$ 2.737 | 1,3 | 25 | \$ 4.053 | 1,9 | 29,5 | \$ 5.030 | \$ 5.106 | 1,00 | ALTO |
| | 2574,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,2 | 11 | \$ 982 | 0,8 | 19,5 | \$ 2.972 | 1,4 | 23,0 | \$ 3.982 | \$ 2.314 | 0,45 | ALTO |
| | 2575,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 11,5 | \$ 1.408 | 0,9 | 16,5 | \$ 2.895 | \$ 866 | 0,17 | MED D |
| | 2575,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,4 | 11,0 | \$ 1.674 | \$ 151 | 0,03 | BAJO |
| | 2576,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0,0 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| 3 | 2574,0 | 0,26 | 9,5 | \$ 1.544 | 0,7 | 18,5 | \$ 3.558 | 1,3 | 25 | \$ 5.269 | 1,9 | 29,5 | \$ 6.538 | \$ 6.637 | 1,00 | ALTO |
| | 2574,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,2 | 11 | \$ 1.277 | 0,8 | 19,5 | \$ 3.863 | 1,4 | 23,0 | \$ 5.176 | \$ 3.008 | 0,45 | ALTO |
| | 2575,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 11,5 | \$ 1.830 | 0,9 | 16,5 | \$ 3.763 | \$ 1.126 | 0,17 | MED D |
| | 2575,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,4 | 11,0 | \$ 2.176 | \$ 196 | 0,03 | BAJO |
| | 2576,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0,0 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| 4 | 2574,0 | 0,26 | 9,5 | \$ 4.085 | 0,7 | 18,5 | \$ 7.635 | 1,3 | 25 | \$ 10.587 | 1,9 | 29,5 | \$ 12.761 | \$ 14.482 | 1,00 | ALTO |
| | 2574,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,2 | 11 | \$ 3.763 | 0,8 | 19,5 | \$ 8.153 | 1,4 | 23,0 | \$ 10.337 | \$ 7.032 | 0,49 | ALTO |
| | 2575,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 11,5 | \$ 4.629 | 0,9 | 16,5 | \$ 7.835 | \$ 2.696 | 0,19 | MED D |
| | 2575,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,4 | 11,0 | \$ 5.126 | \$ 461 | 0,03 | BAJO |
| | 2576,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0,0 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| 5 | 2574,0 | 0,26 | 9,5 | \$ 5.718 | 0,7 | 18,5 | \$ 10.689 | 1,3 | 25 | \$ 14.822 | 1,9 | 29,5 | \$ 17.865 | \$ 20.274 | 1,00 | ALTO |
| | 2574,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,2 | 11 | \$ 5.267 | 0,8 | 19,5 | \$ 11.414 | 1,4 | 23,0 | \$ 14.471 | \$ 9.844 | 0,49 | ALTO |
| | 2575,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 11,5 | \$ 6.480 | 0,9 | 16,5 | \$ 10.969 | \$ 3.774 | 0,19 | MED D |
| | 2575,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,4 | 11,0 | \$ 7.175 | \$ 646 | 0,03 | BAJO |
| | 2576,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0,0 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |
| 6 | 2574,0 | 0,26 | 9,5 | \$ 7.433 | 0,7 | 18,5 | \$ 13.895 | 1,3 | 25 | \$ 19.270 | 1,9 | 29,5 | \$ 23.227 | \$ 26.357 | 1,00 | ALTO |
| | 2574,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,2 | 11 | \$ 6.846 | 0,8 | 19,5 | \$ 14.838 | 1,4 | 23,0 | \$ 18.814 | \$ 12.798 | 0,49 | ALTO |
| | 2575,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,3 | 11,5 | \$ 8.423 | 0,9 | 16,5 | \$ 14.261 | \$ 4.905 | 0,19 | MED D |
| | 2575,5 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,4 | 11,0 | \$ 9.328 | \$ 840 | 0,03 | BAJO |
| | 2576,0 | 0,00 | 0,0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0 | \$ - | 0,0 | 0,0 | \$ - | \$ - | 0,00 | BAJO |

NOTAS: El nivel de riesgo esta dado en forma relativa de acuerdo a los siguientes rangos de índice de riesgo. 1 = ALTO > 0,4 - 0,4 < MEDIO > 0,1 - 0,1 < BAJO = 0
It = Índice de Amenaza

Nivel Casa : El nivel tomado corresponde al sitio más bajo promedio de un área donde existe algún tipo de vivienda. El nivel máximo corresponde al nivel obtenido para cada periodo de retorno estudiado.

Lámina: Corresponde a la diferencia entre el nivel máximo de cada creciente y los niveles de las casas .

Duración : Este tiempo corresponde al leído en la gráfica de los hidrogramas de acuerdo a los tiempos de retorno (Figuras 3.1 y 3)..

Costo : Corresponde a datos leídos de las curvas de Costo vs Lámina, teniendo en cuenta los estratos. Estos costos están referidos por unidad de vivienda (Ver anexo No. 4)

Cos. Ponderado: Es igual a la sumatoria de los costos unitarios afectados por el índice de amenaza de acuerdo al Tiempo de Retorno.

Ind. De Riesgo : Costo ponderado / Costo ponderado máximo del estrato. Esta operación se hace para cada nivel y para cada estrato.

6 EVALUACIÓN DE MITIGABILIDAD DE RIESGOS POR INUNDACIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la definición y delimitación de zonas de amenaza, en la evaluación de la vulnerabilidad física y en la zonificación y evaluación del riesgo de inundación por desbordamiento del Río Juan Amarillo, se presentan a continuación algunas medidas de mitigación que de llevarse a cabo disminuirán los índices de riesgo determinados en el desarrollo de este estudio.

Las alternativas de mitigación están direccionadas especialmente a la reubicación o desalojo de viviendas y su población detectada en áreas expuestas y en el planeamiento y ejecución de obras que permitan disminuir la “Intensidad” de la amenaza la cual fue medida en términos de frecuencia, duración y velocidad, obteniéndose de esta manera una mayor “Resistencia” o capacidad de enfrentar la inundación, disminuyendo las pérdidas económicas y sociales identificadas para los escenarios o períodos de retorno asumidos con los que finalmente se garantizará la reducción del riesgo, todo de acuerdo a los niveles de riesgo “Relativo” calculados.

Dado el tipo de problemática que se presenta en la cuenca, las acciones para su mitigación expuestas son competencia de la UPES y de otras entidades como la EAAB-ESP, IDU, SOP, DAMA y DAPD.

A continuación se presentan las recomendaciones y obras de mitigación propuestas, las cuales se desarrollan independientemente para el sector alto, medio y bajo de la Cuenca, y son clasificadas para corto, mediano y largo plazo.

6.1 SECTOR ALTO (Cerros Orientales)

Las obras de mitigación en este sector están proyectadas al manejo y preservación de las corrientes naturales de agua las cuales presentan altas pendientes, ocasionando un alto riesgo a las familias que se han asentado en desarrollos subnormales dentro de las zonas de manejo y preservación ambiental.

Para la parte del piedemonte, entre el límite sur de la zona de estudio (calle 26) y la Quebrada Las Delicias (Calle 60), se presentan importantes desarrollos urbanos de carácter subnormal, como son entre otros, los barrios La Paz, Pardo Rubio, El Paraíso, San Martín de Porres, Villa del Cerro, los cuales se han originado a partir de una inadecuada distribución del espacio y usos deficientes del suelo, generándose problemas de interferencias de pequeños drenajes naturales, hasta construcción de viviendas que han invadido rondas de quebradas, a partir de lo cual se han generado problemas desde contaminación de aguas, depositación de basuras y materiales en los cauces, hasta la generación de zonas inestables puntuales, condiciones por medio de las cuales se establecen problemas de sedimentación y arrastre de materiales y sus consecuencias como son el taponamiento y obstrucción de obras de drenaje existentes.

6.1.1 Medidas de Mitigación a Corto Plazo

Las medidas de mitigación a corto plazo planteadas en este estudio para la problemática del sector alto son las siguientes:

- Controlar y evitar el desarrollo urbano subnormal sobre zonas montañosas y/o de relieve quebrado y abrupto. En su defecto, se recomienda la reforestación de estos espacios. Competencia de la UPES.
- Diseñar y construir sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, así como estructuras especiales de captación y entrega. Competencia de la EAAB-ESP.
- Generalmente las vías y accesos internos a estos barrios, están a nivel de terreno natural y/o de afirmado; se recomienda mejorar el diseño geométrico, así como el de drenaje y en lo posible pavimentar; estas actividades deberán estar relacionadas con el manejo de taludes, tanto en su conformación como en su protección. Competencia del IDU.
- Definición de las rondas de las diferentes quebradas y reubicación de las viviendas que presentan invasión de estas zonas. Competencia de la EAAB-ESP y de la UPES.
- Programación y desarrollo de actividades educativas para la respectiva comunidad relacionadas con procesos constructivos y manejo de espacios. Competencia DAPD, UPES.
- Para las quebradas El Chicó Alto, Los Molinos, Callejas y Trujillo, se recomienda mantener la vegetación protectora, complementada con la construcción de algunas obras de control torrencial competencia de la EAAB-ESP.
- En el sector de transición del cauce de cuenca natural a canalización o entubado por la infraestructura de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, se debe garantizar una adecuada capacidad y prever las obras necesarias que permitan el atrape de sedimentos antes de ingresar a la infraestructura pluvial del sector urbano de acuerdo a las normas de la EAAB-ESP. Competencia de la EAAB-ESP.
- Medidas complementarias pueden ser previstas para disminuir la frecuencia o caudales de inundación como almacenamiento para atrape de sedimentos y transito de crecientes de vías conductos paralelos adicionales a los existentes. Competencia de la EAAB-ESP.
- Reubicar y desalojar viviendas y familias ubicadas en áreas determinadas como zonas de riesgo por posibles deslizamientos y avalanchas (desestabilización de taludes y zonas de altas pendientes). Competencia de la UPES.

6.1.2 Medidas de Mitigación a Mediano Plazo

A continuación se plantean obras de mitigación a mediano plazo con el fin de minimizar los riesgos por inundación.

- Diseñar y aplicar programas de información a la comunidad expuesta, desarrollando talleres de tipo informativo y preventivo.
- Durante aguaceros de gran intensidad la pendiente y el caudal no captado por la infraestructura de drenaje de la EAAB-ESP determinará la velocidad o fuerza de las aguas transitando por las calles, por lo cual dependiendo de la zona y su topografía, el flujo se concentrará o no, por lo tanto es conveniente la evaluación detallada de las posibles áreas expuestas a fin de minimizar las inundaciones a través de infraestructura adicional evitando mayores riesgos y/o distribuyendo convenientemente el flujo a fin de evitar la amenaza.
- Mantenimiento y control de las obras de alcantarillado sanitario y pluvial. Competencia de la EAAB-ESP.
- Mantenimiento de vías e implementación de la protección de taludes. Competencia del IDU.
- Diseño y construcción de obras de control torrencial, cuyo desarrollo sea integral al respectivo drenaje y no parcial. Competencia de la EAAB.
- Desarrollo de una zonificación por amenaza, vulnerabilidad y riesgo a nivel de detalle, sobre cartografía a escala 1 : 1.000. Competencia de la UPES.

6.1.3 Medidas de Mitigación a Largo Plazo

Medidas de mitigación a largo plazo no se presentan, por cuanto se considera que estas están relacionadas con los respectivos planes de desarrollo zonal. Sin embargo, las condiciones de revisión y mantenimiento de la infraestructura, así como el control y orientación de nuevos desarrollos, y normalización sobre el uso del suelo, son recomendaciones para aplicación a largo plazo.

Sobre esta parte de la zona de estudio, se han desarrollado estudios a nivel de sectores específicos de cada barrio, efectuándose estos a nivel de diseño, por lo que se recomienda una evaluación e integración de las diferentes propuestas y soluciones, especialmente las relacionadas con el manejo de las aguas, para desarrollar una solución coordinada e integral.

6.2 ZONA MEDIA

La zona media de la Cuenca está conformada por el área urbanizada y habitada la cual está drenada por la infraestructura de drenaje pluvial de la EAAB-ESP y que dado su complejidad, su análisis está por fuera de este estudio.

Sin embargo, como la EAAB-ESP ha realizado estudios recientes para el mejoramiento de las condiciones de drenaje y la rehabilitación del alcantarillado, resumimos aquí las acciones y obras previstas por la EAAB-ESP a corto y mediano plazo.

6.2.1 Obras a Corto Plazo

A corto plazo (finales año 1999) entrarán en servicio las obras de la Troncal Salitre que incluyen:

- Canalización del Río Salitre (Juan Amarillo) entre la Avenida 68 y el Humedal de Juan Amarillo (Transversal 91).
- En forma paralela saneamiento del cauce al construir en el mismo tramo el interceptor de Aguas Negras del Salitre (alcantarillado tipo cajón) de dos (2) cuerpos. Desde la Transversal 91 hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, las aguas negras se transportan provisionalmente por el Canal de Aguas Lluvias en tierra (ya construido).
- Estructura de control del humedal en su descarga al Río Bogotá, con el fin de controlar su operación y ponerlo a trabajar plenamente como laguna de amortiguación.
- Interceptores para evitar entrada de aguas negras al Humedal (Suba, Tibabuyes Oriental y Occidental).

6.2.2 Obras a Mediano Plazo

Se tiene previsto:

- Dragado y restitución de volúmenes de amortiguación en los Humedales de Córdoba y Juan Amarillo, mejoramiento de sitios de cruces viales y de estructura de control.
- Terminar la canalización del Canal Córdoba y mejorar su entrega al Humedal.
- Mejorar y ampliar los interceptores de aguas negras a lo largo del Canal de Los Molinos (afluente al Humedal de Córdoba). Eliminar la contaminación de aguas negras de los barrios San Luis, La Sureña, etc en la vía a La Calera.

- Rehabilitación de alcantarillados pluviales en la zona de Chapinero y Galerías con el fin de disminuir localmente inundaciones en las zonas de la Carrera 7^a (entre calles 45 y 72) y de la Carrera 24 con Calle 53.
- Reemplazar por una alcantarilla tipo cajón el canal de tierra de aguas negras que sirven de límite sur al Humedal de Juan Amarillo y que llevará las aguas negras del Interceptor Salitre a la Planta de Tratamiento.

6.3 SECTOR BAJO (Humedal de Córdoba y Juan Amarillo)

Las recomendaciones están referidas a la estabilidad y operación de estructuras que permitan una adecuada protección ante una eventual presencia de inundaciones, específicamente se hacen recomendaciones para los diques que protejan de las inundaciones las zonas bajas de Suba cercanas al Humedal de Juan Amarillo.

6.3.1 Medida de Mitigación a Corto Plazo

A continuación se plantean las obras de mitigación que se deben realizar en un corto plazo:

- Reubicar y desalojar viviendas y familias ubicadas dentro de las zonas de Ronda, Zonas de Manejo y Preservación Ambiental de los cuerpos de agua, para el caso específico se citan las delimitaciones de Rondas según la Resolución 033 de Diciembre 6 de 1991 para el Humedal Juan Amarillo y la Resolución 003 del 26 de Febrero de 1993 para el Embalse de Córdoba. Competencia de la UPES.
- La recomendación básica se relaciona con la ejecución de una detallada caracterización geomecánica, tanto del dique longitudinal sobre el humedal de Juan Amarillo, como del dique Transversal que protege los barrios Lisboa, Santa Cecilia y Berlín, mediante la cual se determine la composición estratigráfica así como las condiciones de cimentación y estabilidad del cuerpo de la estructura en tierra. La evaluación debe incluir un análisis de subpresiones en función de diferentes láminas de agua y ante consideraciones de desembalse rápido. Se debe considerar un análisis sísmico especialmente bajo el concepto de licuación tanto a nivel de cimentación como del cuerpo mismo del dique.
- De acuerdo con los estudios vigentes se debe realizar un realce a la cota 2.576 m de la cresta del jarillón que protege la Zona Baja de Suba ó Sector Gavilanes; ya que en los levantamientos topográficos realizados para este estudio el nivel medio del jarillón se encontró en la cota 2.575,30 m.
- El Consultor ha desarrollado una caracterización y evaluación geotécnica del dique de protección sobre el río Bogotá, entre el sector La Conejera y el humedal

Juan Amarillo, zona relativamente próxima al dique de protección de los barrios Lisboa, Santa Cecilia y Berlín. Correlacionando los resultados en función de la similitud entre la litología, geomorfología, así como el origen constructivo y conformación del respectivo dique, se recomienda aplicar un mejoramiento de las condiciones geomecánicas tanto del cuerpo del dique, como del nivel de cimentación por medio de la instalación de pilotes en madera, del orden de 12 m de longitud, con lo cual se logra una densificación del estrato portante y del cuerpo del relleno; los detalles en cuanto a diámetro y separación entre pilotes, será parte de los resultados de los respectivos diseños. Complementariamente se recomienda la conformación de dentellones, la adecuación geométrica y la protección de las respectivas caras de los taludes por medio de enrocado y/o piedra pegada.

- Mientras dure la construcción del interceptor y Canal Salitre en el tramo Av. 68 – Transv. 91 y la construcción del puente de la Av. Ciudad de Cali aguas arriba del humedal, se deben controlar en forma permanente los niveles o láminas de agua presentados en el cauce del Río Juan Amarillo ya que los procesos constructivos generan obstrucción en el drenaje de las aguas poniendo en posibilidad de riesgo las zonas aledañas al cauce del río. Competencia de la EAAB-ESP.
- Configurar el sistema del Humedal Juan Amarillo, teniendo en cuenta la interacción entre los jarillones de protección de las zonas de urbanización, los jarillones entre el canal de aguas lluvias y canal de aguas negras, la estructura de control a la entrega de las aguas al Río Bogotá y el verdadero volumen de amortiguación del humedal.

Esta medida reviste especial interés ya que actualmente existen varias restricciones dentro del humedal que deben ser estudiadas a fondo y las cuales merman su capacidad e impiden un funcionamiento adecuado desde el punto de vista hidráulico, se citan entre otras las siguientes las cuales deben ser mitigadas:

- Localización y eliminación de sitios donde se encuentran depósitos de escombros y basura.
- Remoción de jarillones y montículos de pasos peatonales conformados a ciertos niveles creando piscinas dentro del humedal, los cuales se detectan a la altura de la Carrera 97 y frente a la urbanización Colsubsidio.
- Existe Conformación de jarillones (canales internos de aguas lluvias y aguas sanitarias) con material de escombros y relleno no adecuado para tal fin. Deben ser reforzados y adecuados geotécnicamente y estructuralmente.
- El curso o trazado del canal provisional de aguas sanitarias prácticamente divide el humedal en dos cuerpos de agua (sector urbanizaciones Corinto, La Carolina y Rincón de Boyacá) inhabilitando un sector en el que se evidencia vegetación de humedal, restringiendo el volumen de amortiguación. Por

cuestiones sanitarias y ambientales, el canal de aguas negras debe ser reemplazado por una alcantarilla tipo cajón en concreto cerrado.

- Dentro de los límites fijados como zona de reserva por el DAMA, se localizan delimitaciones a través de cercas evidenciando predios privados utilizados como sitio de pastoreo de animales semovientes (Frente a urbanización Colsubsidio) y en otros sitios se encuentran hasta vallas de identificación de futuras urbanizaciones dentro de los límites del humedal. (Constructora Solidez). Estos predios deben ser áreas incorporadas a la zona de amortiguación del humedal.
- La estructura de control o paso hacia el Río Bogotá que controla la amortiguación de las crecientes y los riesgos de inundación, debe ser rediseñada y su comportamiento verificado teniendo en cuenta las condiciones hidrológicas e hidráulicas extremas y el verdadero volumen de amortiguación del humedal.
- Verificar que los diseños viales de las futuras vías Ciudad de Cali y Longitudinal de Occidente (ALO) no afecten la capacidad hidráulica del humedal ya que parte del trazado se realiza por sus predios.

6.3.2 Medidas de Mitigación a Mediano Plazo

Las medidas de mitigación contempladas para desarrollar a mediano plazo son las siguientes:

- Sobre la corona de los respectivos diques de cierre del humedal, se recomienda la aplicación de una mínima instrumentación geotécnica por medio de la instalación de piezómetros e inclinómetros manuales, así como de mojones referenciados topográficamente.
- El relleno del jarillón longitudinal conformado sobre el humedal Juan Amarillo, se ha desarrollado prácticamente como un botadero principalmente de material orgánico; se recomienda el no permitir más este tipo de desarrollo, así mismo, se recomienda el de efectuar una reconfiguración geométrica con el material existente, para lograr una adecuada configuración física que permita un acabado final por medio de la siembra de vegetación arbustiva baja y media.
- Se encontró un sector en el cual el dique longitudinal sobre el humedal reduce e interviene el cuerpo del Humedal de Juan Amarillo este sitio se ubica al frente del barrio La Carolina; para este sector se recomienda la recuperación del humedal, eliminando el cuerpo del dique sobre el alineamiento actual; consecuentemente se debe construir un dique protector siguiendo el límite original del humedal .

- El desarrollo urbanístico consolidado y en proceso de consolidación (sector Los Gavilanes) debe contemplar la construcción de una infraestructura de drenaje con el cual las diversas entidades de servicios públicos y las mismas urbanizaciones garanticen la no exposición de viviendas e infraestructura ante una inundación y aunque no es objeto de este estudio se garantice la evacuación de aguas por “encharcamiento” dada su condición de nivel bajo. Se debe impulsar la realización de obras de drenaje (estaciones elevadoras de agua y sistema de redes colectoras) para los barrios Lisboa, Santa Cecilia y Bilbao, los cuales actualmente carecen de un sistema pluvial y se encuentran expuestos a inundaciones no sólo de carácter de encharcamiento sino para escenarios producidos por desbordamiento para niveles calculados en períodos de retorno de 100 y 1.000 años. Competencia de la EAAB-ESP.
- Verificación e inspección rutinaria de los volúmenes de los embalses y humedales amortiguadores, en los cuales se registre históricamente la capacidad real, depositación de sedimentos, comportamiento para diferentes niveles, etc, y estudiar de ser posible el aumento de su capacidad amortiguadora. Competencia EAAB-ESP – DAMA.
- Confirmar con el estudio antes mencionado la necesidad de elevar los diques en contorno a los cuerpos de acuerdo a los niveles registrados para cada período de retorno extremo y teniendo en cuenta un borde libre que garantice su buen funcionamiento.
- Poner en práctica las soluciones (obras) que genere el diseño hidráulico para el mejoramiento del sistema Córdoba – Juan Amarillo – Jaboque, que actualmente adelanta la EAAB-ESP el cual espera evaluar no sólo las condiciones hidráulicas de las estructuras de control y de paso en el sistema sino a la vez integrarlo ambiental, urbanísticamente y paisajísticamente a las obras del Parque Longitudinal, proyecto que desarrolla la Alcaldía Mayor.

6.3.3 Medidas de Mitigación a Largo Plazo

Como medidas de mitigación a largo plazo no se presentan, por cuanto se considera que estas están relacionadas con los respectivos planes de desarrollo zonal y territorial. Sin embargo, las condiciones de revisión y mantenimiento de la infraestructura, así como el control y orientación de nuevos desarrollos, y normalización sobre el uso del suelo, son recomendaciones para aplicación a largo plazo.

En general y sobre los linderos del humedal, se recomienda la conformación de una zona de aislamiento ambiental, mediante la siembra de vegetación arbustiva media y alta.

7 BIBLIOGRAFÍA

CONCEJO DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C. Acuerdo 6, Estudio de Ordenamiento Físico del Distrito Especial de Bogotá, 1990.

CONCEJO DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C., Acuerdo 26, Plan de Ordenamiento Físico del Borde Occidental, 1996.

CONCEJO DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C. Acuerdo 31, Plan de Ordenamiento Físico del Borde Norte y Nororiental, 1996.

CONCEJO DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C. Decreto 0484, Reglamentación de Áreas ubicadas en el sector de reserva forestal protectora, productora y en el área de densidad restringida con tratamiento de desarrollo en los Cerros de Suba, Mayo de 1988.

HIDROTEC LTDA – EAAB-ESP, Diseño Conceptual de Alcantarillado en Varios Sectores de la Ciudad – Informes Finales, 1998.

HIDROTEC LTDA - EAAB-ESP, Diseño Conceptual de Alcantarillados en Varios Sectores de la Ciudad – Memorando Técnico 31MT03-1, 1997.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – SADEC, fotos aéreas escalas 1:30.000 y 1:42.000 correspondientes a los vuelos C-2546, C-2612 y SAT 404, tomadas en los años 1994, 1996 y 1997.

IRH LTDA – EAAB-ESP, Estudio para el Análisis de Caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá, 1995.

FRANCISCO JAVIER APARICIO MIJARES, Fundamentos de Hidrología de Superficie, Editores Limosa 1989.

GÓMEZ CAJIAO Y ASOCIADOS LTDA, JAMES M. MONTGOMERY CONSULTING ENGINEERS, Plan Maestro de Alcantarillado, 1995.

GERMÁN MONSALVE, CONSTRUCTORA NORBERTO ODEBRECHT DE COLOMBIA LTDA, Estudio Hidrológico e Hidráulico Canal Temporal de Desvío del Río Juan Amarillo 1998.

ECOLOGY AND ENVIROMENT INC, HIDROMECAÑICAS LTDA, EAAB-ESP, Plan de Manejo Ambiental de Humedales, 1997.

DAMA, Resultados de Verificación de la Estructura de Control Humedal Juan Amarillo, Diciembre de 1998.

ESTUDIOS Y ASESORÍAS LTDA, EAAB-ESP, Delimitación de la Zona de Manejo y Preservación Ambiental Cuenca del Río Salitre, 1997.

DACD, IGAC y DANE, Información Cartográfica de Santa Fe de Bogotá.

CHECKLAND, El Catwoe, 1980

ESTUDIOS Y ASESORÍAS INGENIEROS CONSULTORES, Plan de Manejo Ambiental del Humedal Juan Amarillo, 1995.

GÓMEZ CAJIAO Y ASOCIADOS, Diseños definitivos del Sistema Salitre 1995.

ESTUDIOS Y ASESORÍAS INGENIEROS CONSULTORES, Estudio de Compatibilización del proyecto Salitre con el Plan de Manejo Ambiental del Humedal Juan Amarillo, 1998.

HIDROESTUDIOS Y BLACK AND VEACH – EAAB-ESP, Proyecto del Río Bogotá – Informe Técnico No. 2, Mayo 1995.

HIDROESTUDIOS Y BLACK AND VEACH – EAAB-ESP, Proyecto del Río Bogotá – Informe Principal, Mayo 1995.

EAAB-ESP, Adecuación Hidráulica del Río Bogotá – Informe Técnico No. 2 Apéndice M, Mayo 1985.

EAAB-ESP, Adecuación Hidráulica del Río Bogotá – Informe Técnico No. 1 Tomo III, Junio 1983.

GÓMEZ CAJIAO Y ASOCIADOS CÍA LTDA, EAAB-ESP, Plan Maestro de Alcantarillado – Memorias de Cálculo, 1994.

GÓMEZ CAJIAO Y ASOCIADOS, Troncal Salitre – Memorias de Cálculo y Estudios Hidrológicos Sistema Aguas Lluvias Cuenca Córdoba Vol. 1, Enero 1992.

GERMÁN QUITIAQUEZ & GINA CÁRDENAS, Plan de Manejo para el proyecto de Recuperación Paisajística de Ronda del Humedal Juan Amarillo, Abril 1997.

GÓMEZ CAJIAO Y ASOCIADOS CÍA LTDA, Control de Inundaciones del Río Bogotá, Apéndice A, Diciembre 1992.

EAAB-ESP, Planos Récord de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial, proyectados y de Obra Construida.

HIDROCONSULTA LTDA, Elementos para el Análisis de Riesgo por Inundación, Febrero de 1999.

ALCALDÍA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C., Metodología para Evaluar Vulnerabilidad y Riesgo.

ESTUDIOS Y ASESORÍAS, INGENIEROS CONSULTORES, Metodología para Análisis de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo en las Localidades de Suba y Bosa – Memorando Técnico.

HIDROTEC LTDA, INGENIEROS CONSULTORES, “Estudios y Diseños de Estabilidad de Taludes, Control de erosión y Manejo de Aguas Para la Estabilización de Diferentes Sitios en la Ciudad de Santa Fe de Bogotá, San Martín de Porres”, Junio de 1998.

SOCIEDAD COLOMBIANA DE INGENIEROS, ALVARO GONZÁLEZ G. VI Jornadas Geotécnicas, Conceptos sobre la Evaluación de Riesgos por Deslizamientos, Octubre 1990.

INGEOMINAS – UNIVERSIDAD LOS ANDES – UPES – FOPAE, Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá, 1997.

ANEXO 1

Para la evaluación y cálculo de caudales, fue necesario determinar las características de la precipitación media mensual multianual y anual de una extensa superficie de la ciudad.

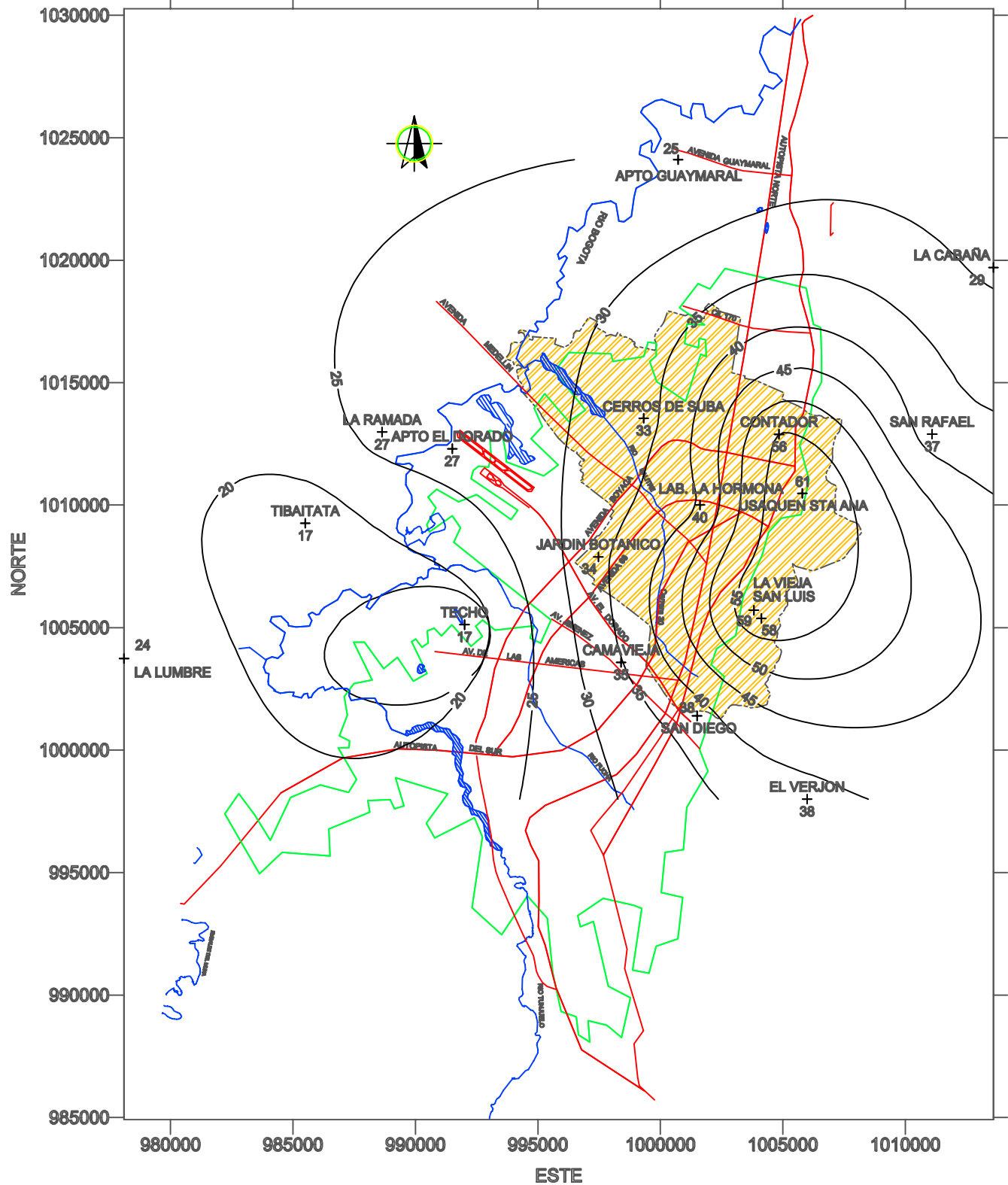
Se presenta en este anexo las curvas isoyetas medias mensuales para cada mes del año y la total anual, las cuales fueron tomadas del Diseño Conceptual de lo Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial en Varios Sectores de la Ciudad, elaborado para la EAAB-ESP por Hidrotec Ltda, Ingenieros Consultores.

A continuación se presenta una relación con la lista de figuras que conforman este anexo:

LISTA DE FIGURAS ANEXO No. 1

| | |
|-----------------|---|
| FIGURA No. A.1 | CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA ENERO CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. A.2 | CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA FEBRERO CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. A.3 | CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA MARZO CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. A.4 | CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA ABRIL CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. A.5 | CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA MAYO CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. A.6 | CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA JUNIO CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. A.7 | CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA JULIO CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. A.8 | CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA AGOSTO CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. A.9 | CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA SEPTIEMBRE CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO |
| FIGURA No. A.10 | CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA OCTUBRE CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO |

- FIGURA No. A.11 CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA
NOVIEMBRE CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO
- FIGURA No. A.12 CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA
DICIEMBRE CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO
- FIGURA No. A.13 CURVAS ISOYETAS TOTALES ANUALES
CUENCA DEL RÍO JUAN AMARILLO



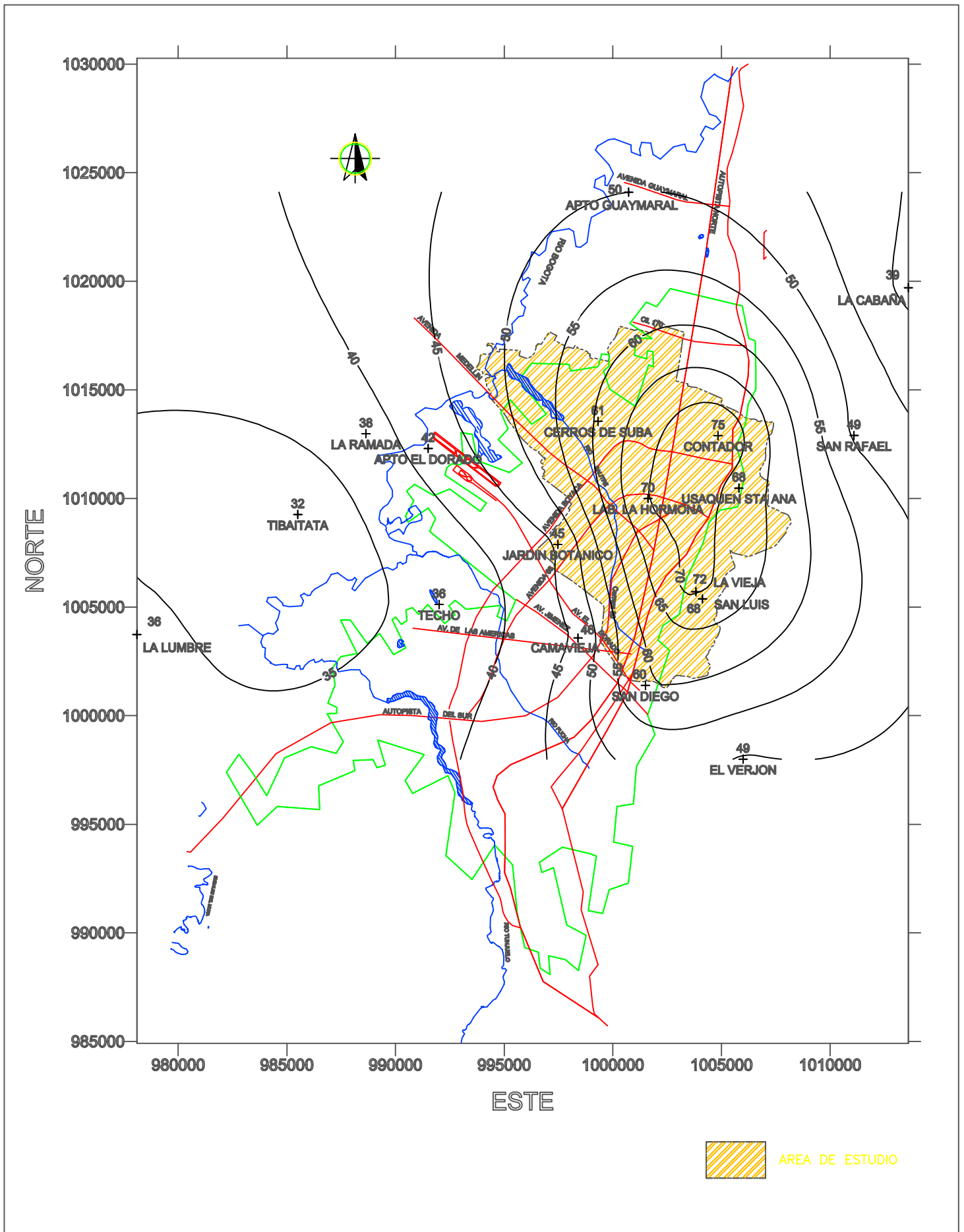
 AREA DE ESTUDIO

Alcaldía Mayor
de Santa Fe de Bogotá
UPES
Unidad de Prevención y Atención de Emergencias



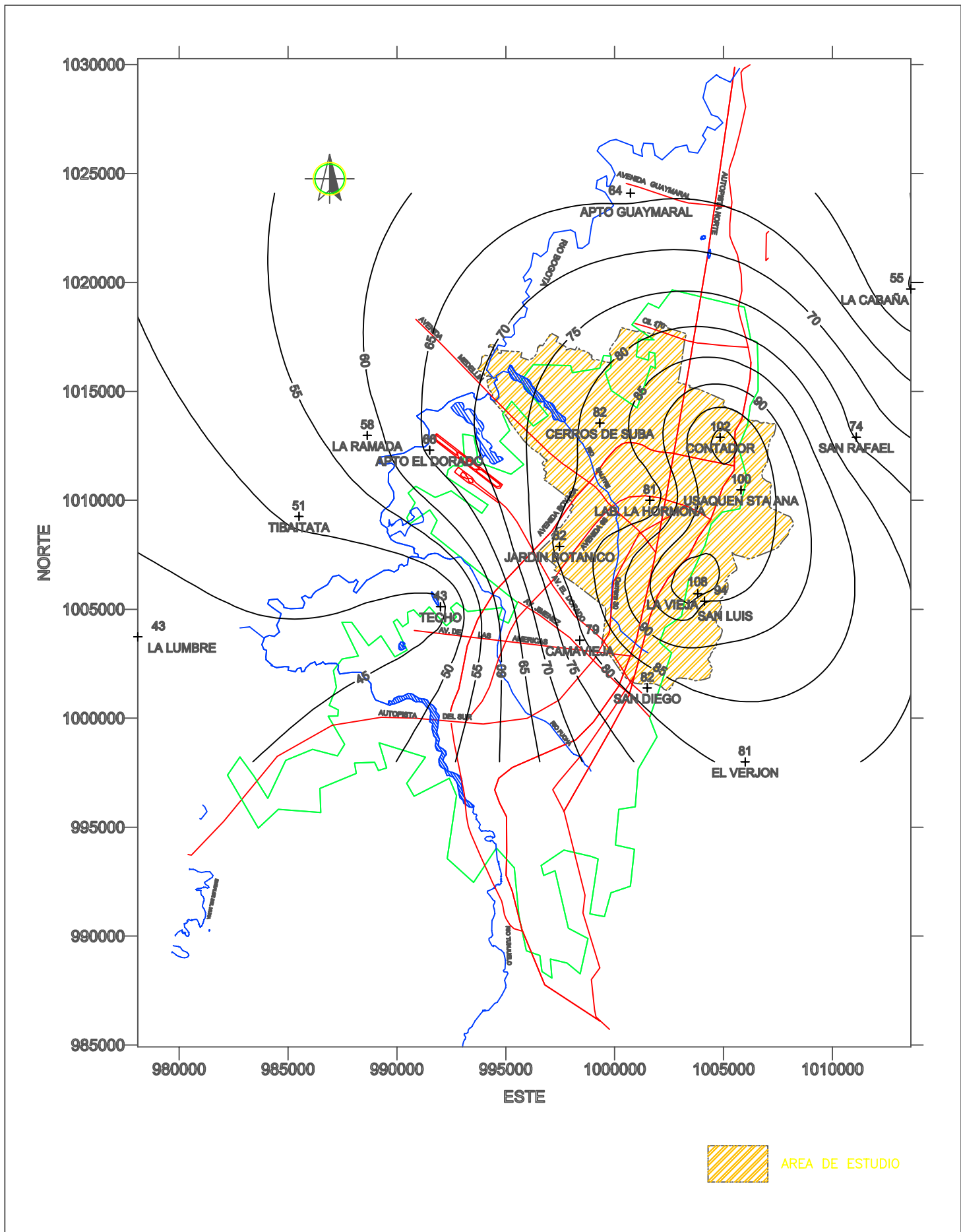
ZONIFICACION DE REGISTROS POR INUNDACION
DEL RIO JUAN AMARILLO
CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA ENERO
CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

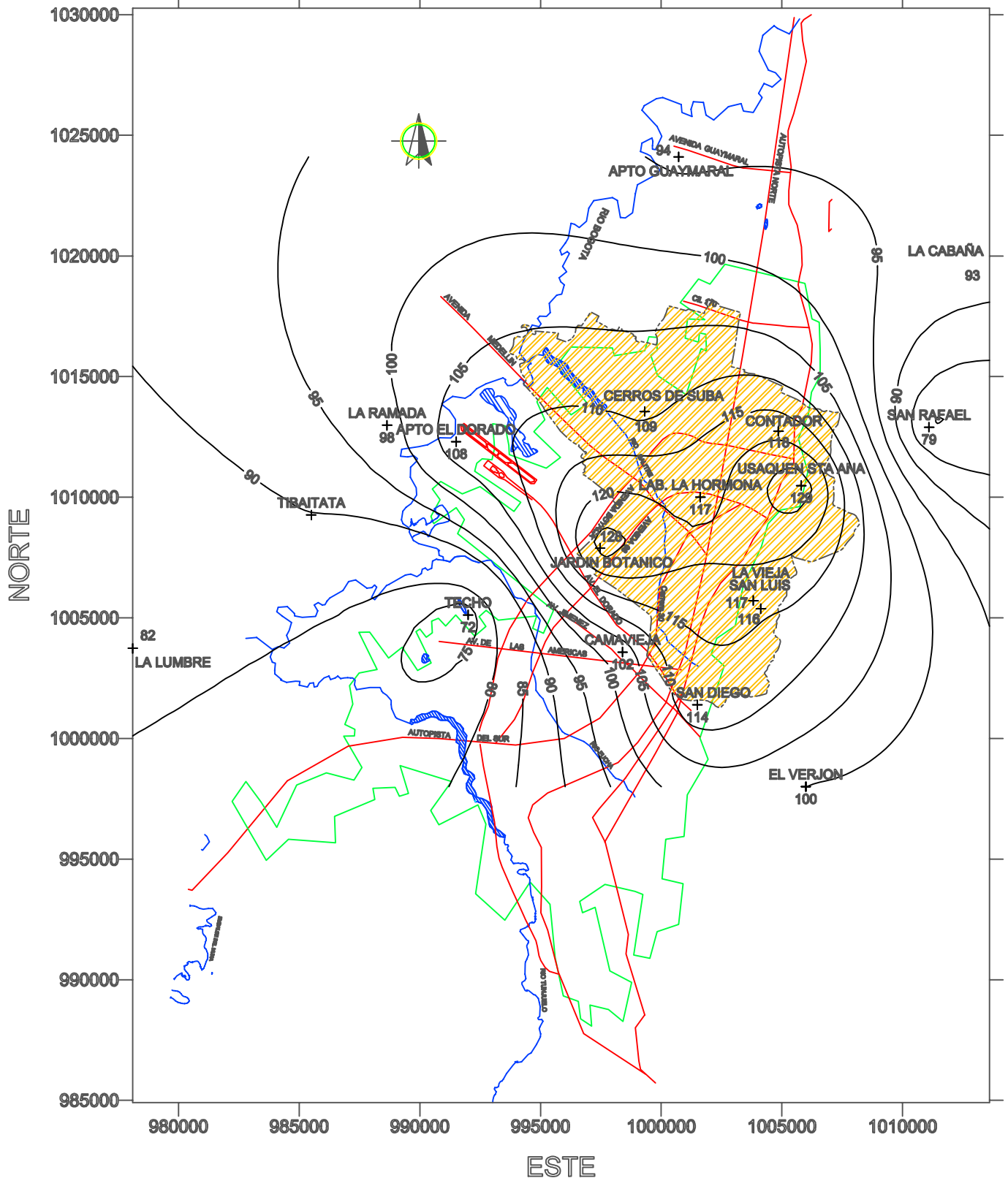
FIGURA No.
A-1
REF. :
65-IFFA-1-0



 AREA DE ESTUDIO

| | | | |
|--|---|---|-------------------------------|
| <p>Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá</p> <p>UPES</p> <p>Unidad de Prevención y Atención de Emergencias</p> |  <p>INGENIEROS CONSULTORES</p> | <p>ZONIFICACION DE REGISTROS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO</p> | <p>FIGURA No. A-2</p> |
| | | <p>CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA FEBRERO CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO</p> | <p>REF. : 65-IFFA-2-0</p> |





 AREA DE ESTUDIO

Alcaldía Mayor
de Santa Fe de Bogotá

UPES

Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

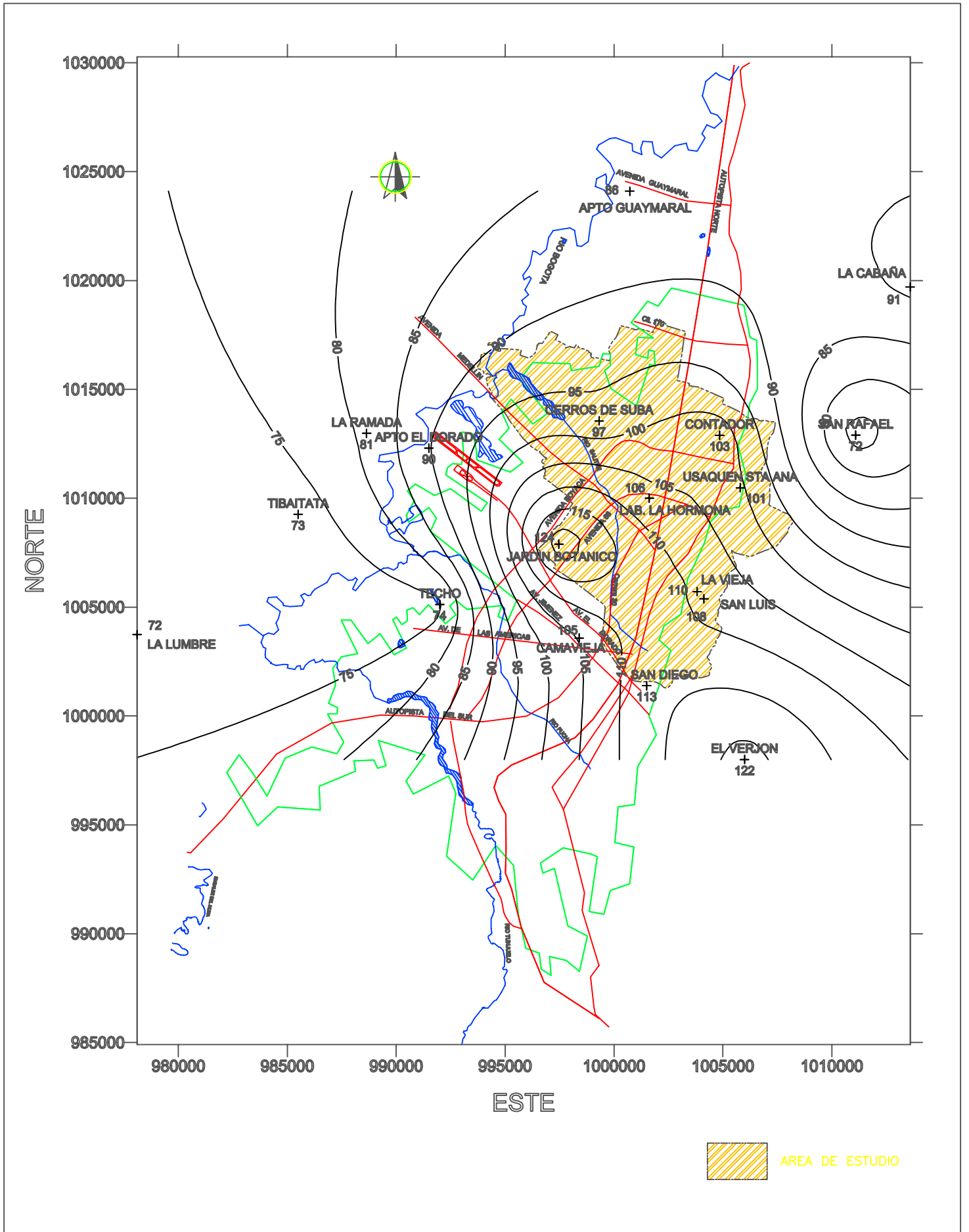


ZONIFICACION DE REGISTROS POR INUNDACION
DEL RIO JUAN AMARILLO


CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA ABRIL
CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

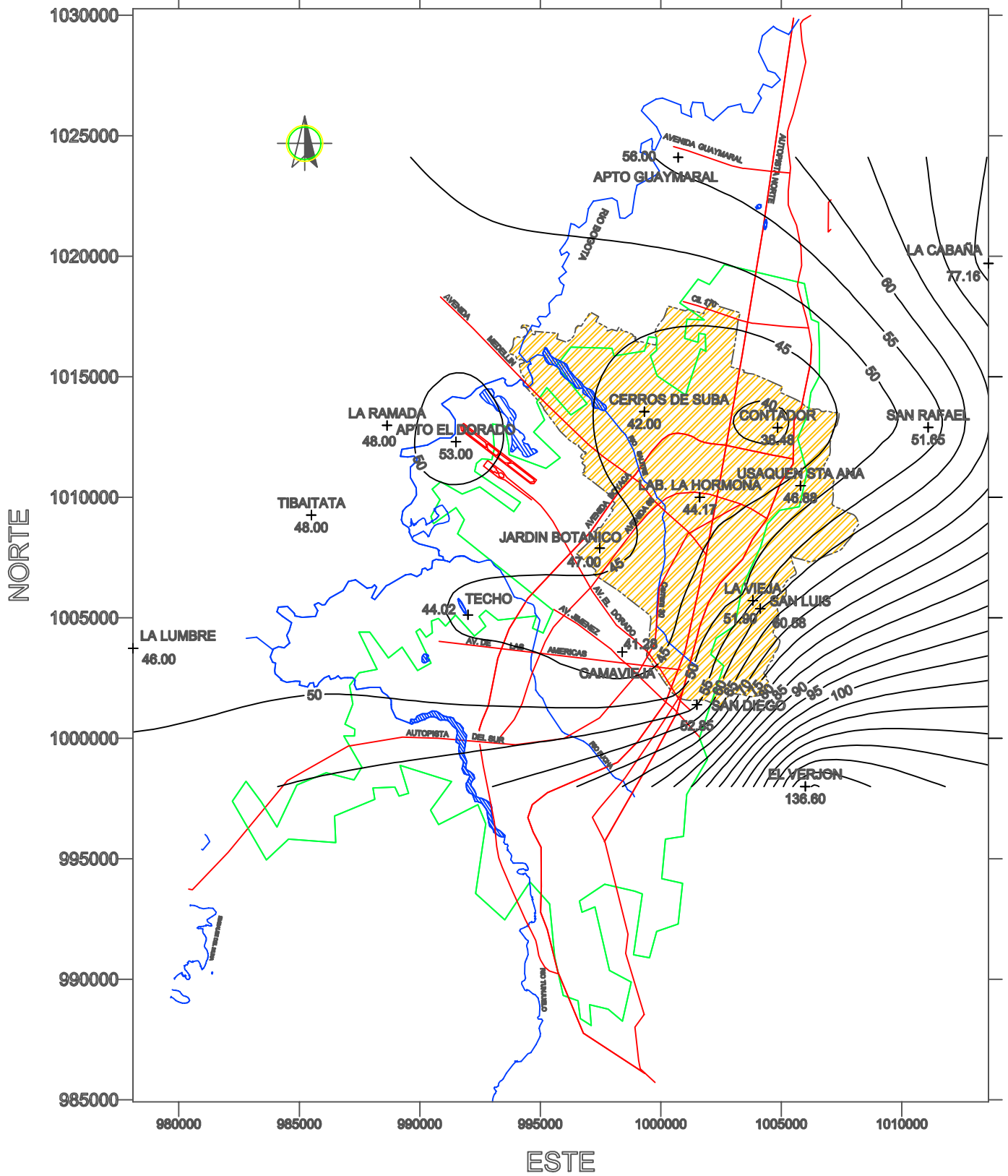
FIGURA No.
A-4

REF. :
65-IFFA-4-0



 AREA DE ESTUDIO

| | | | |
|--|--|--|---|
| <p>Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá</p> <p>UPES</p> <p>Unidad de Prevención y Atención de Emergencias</p> |  <p>IDROTEC INGENIEROS CONSULTORES</p> | <p>ZONIFICACION DE REGISTROS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO</p> <p>CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA MAYO CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO</p> | <p>FIGURA No. A-5</p> <p>REF. : 65-IFFA-5-0</p> |
|--|--|--|---|



 AREA DE ESTUDIO

Alcaldía Mayor
de Santa Fe de Bogotá

UPES

Unidad de Prevención y Atención de Emergencias



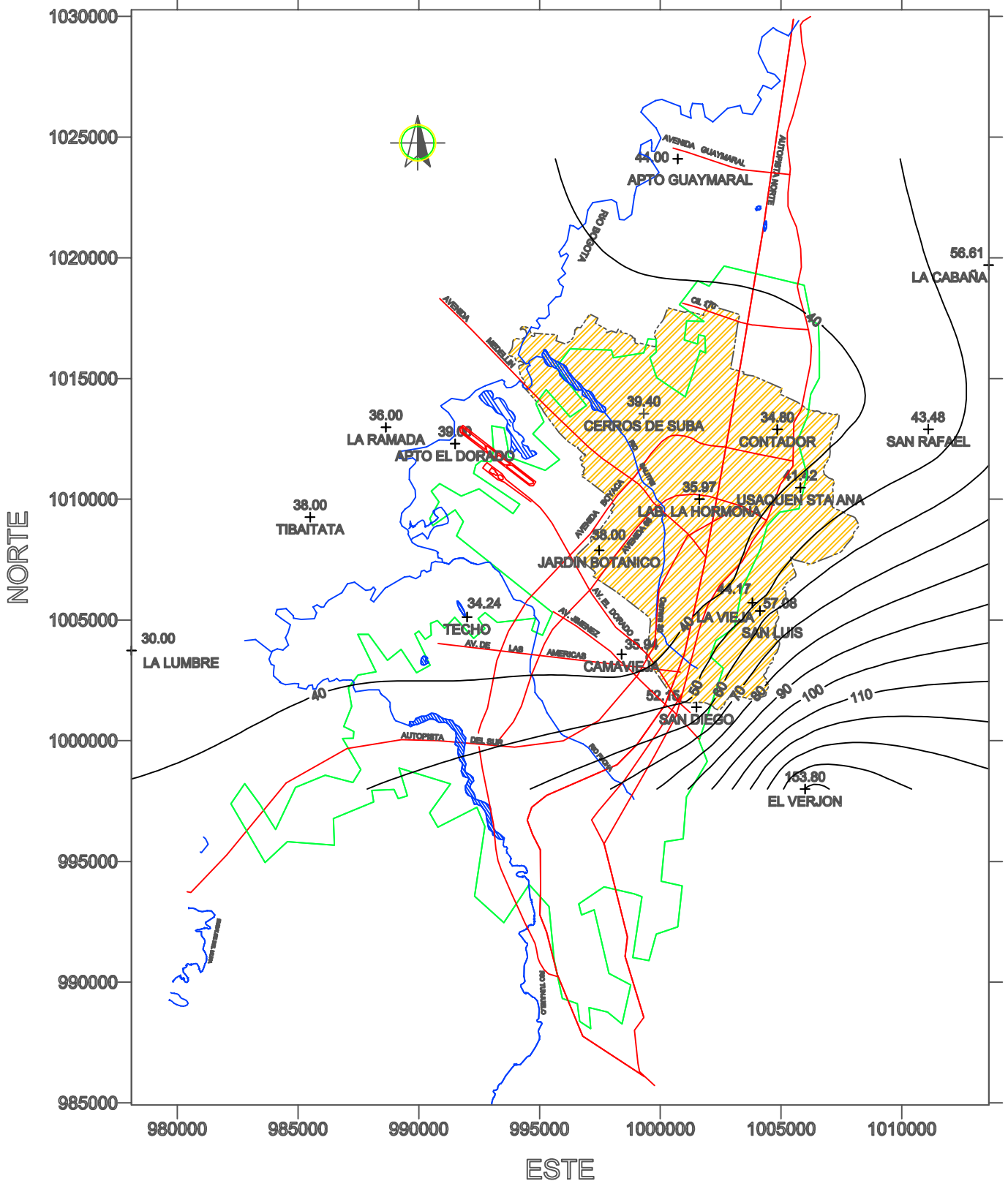
ZONIFICACION DE REGISTROS POR INUNDACION
DEL RIO JUAN AMARILLO

CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA JUNIO
CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA No.
A-6

REF. :
65-IFFA-6-0

PLOTED FEB.23/99



 AREA DE ESTUDIO



Alcaldía Mayor
de Santa Fe de Bogotá
UPES

Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

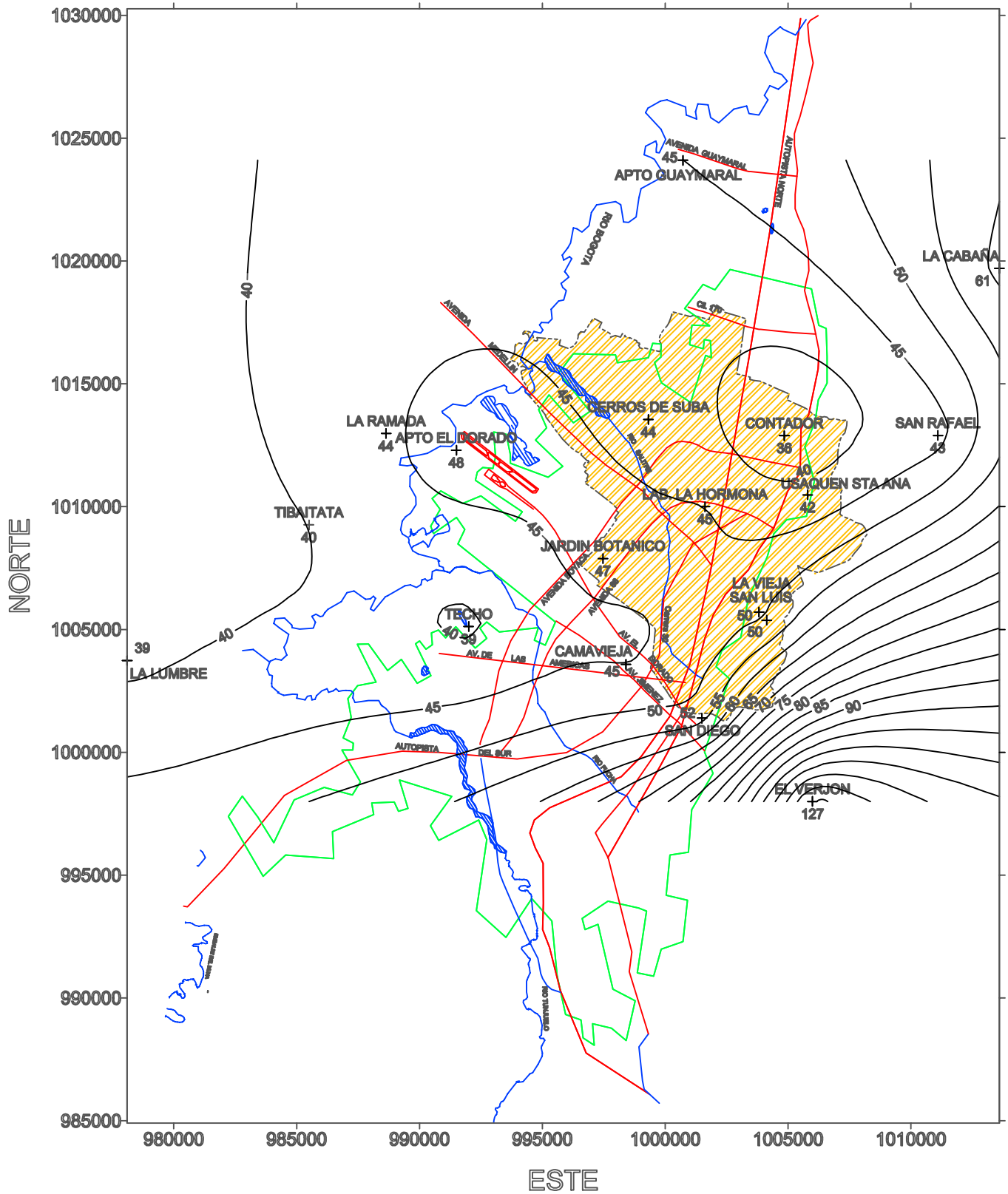


ZONIFICACION DE REGISTROS POR INUNDACION
DEL RIO JUAN AMARILLO

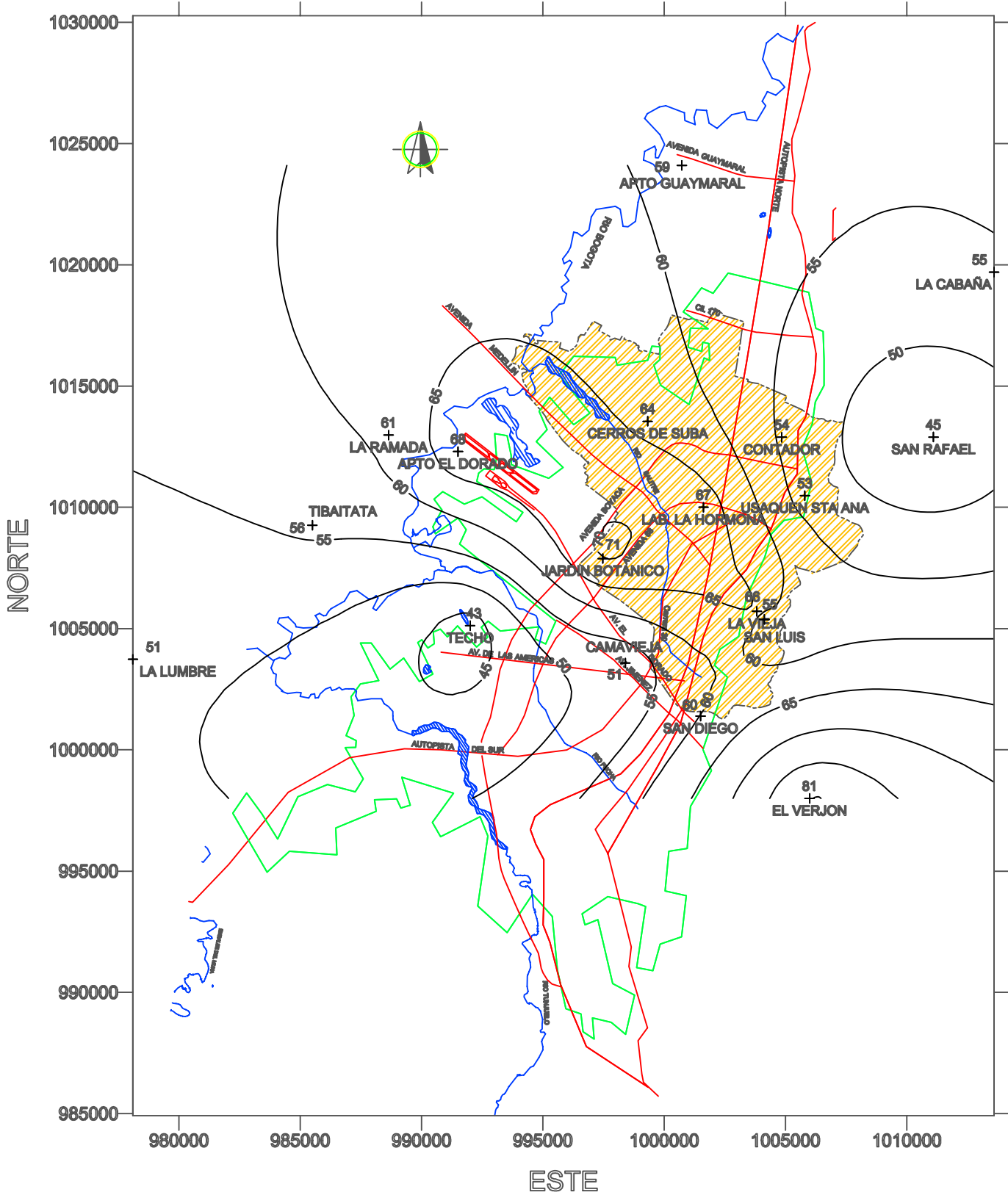
CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA JULIO
CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA No.
A-7

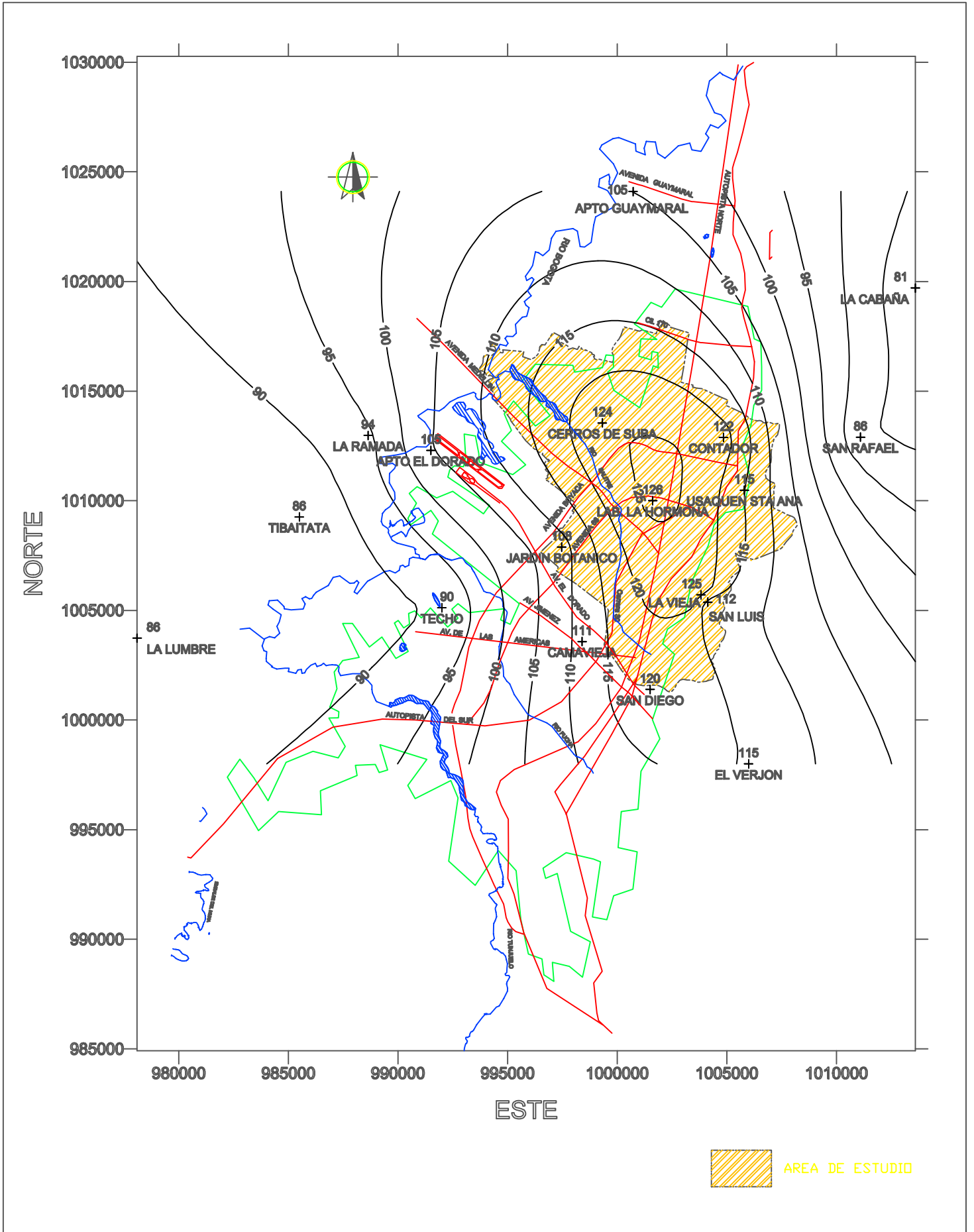
REF. :
65-IFFA-7-0




 AREA DE ESTUDIO



 AREA DE ESTUDIO



 AREA DE ESTUDIO



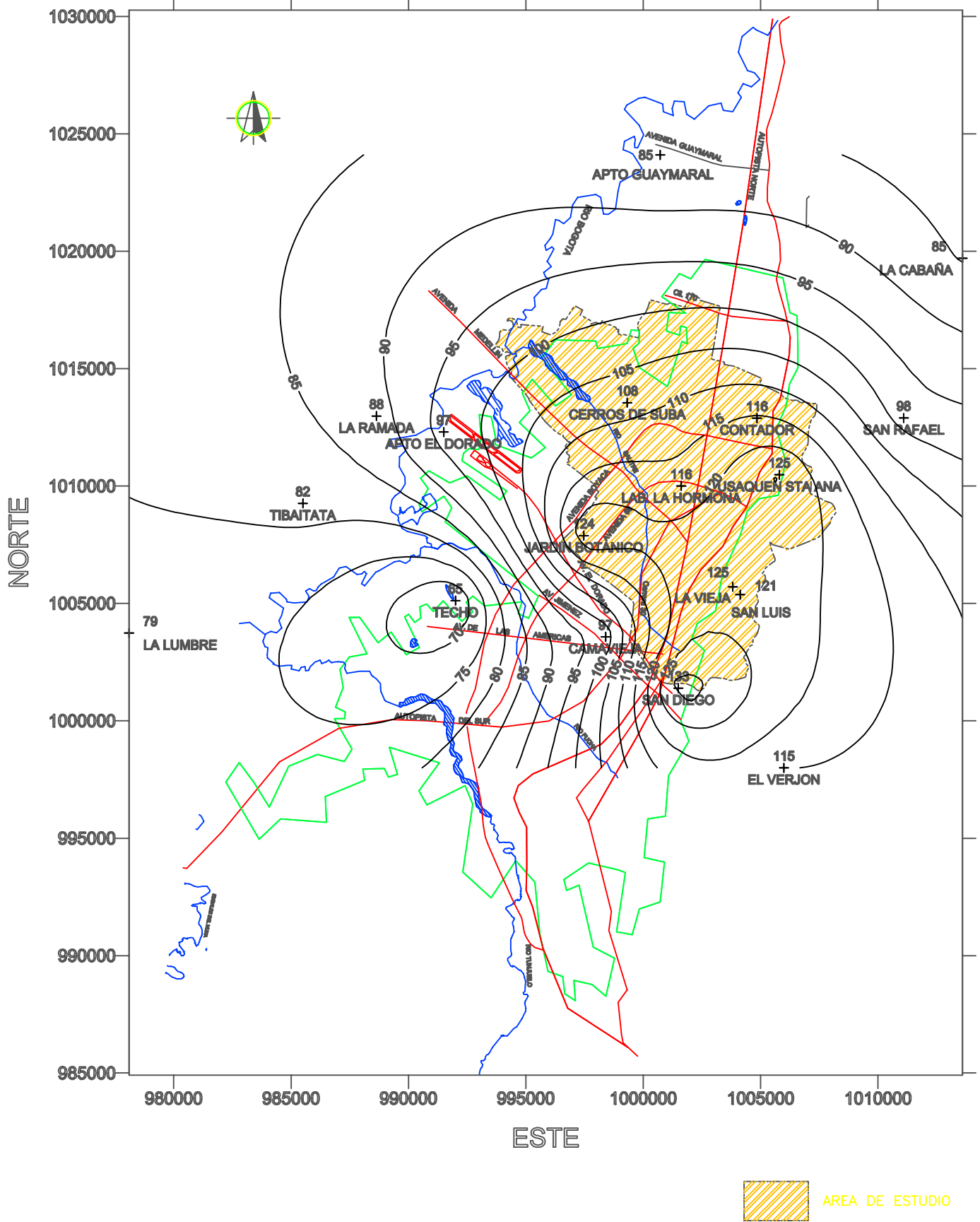
 Alcaldía Mayor
 de Santa Fe de Bogotá
UPES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias



HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

ZONIFICACION DE REGISTROS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO
 CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA OCTUBRE
 CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA No.
 A-10
 REF. :
 65-IFFA-10-0



Alcaldía Mayor
de Santa Fe de Bogotá

UPES

Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

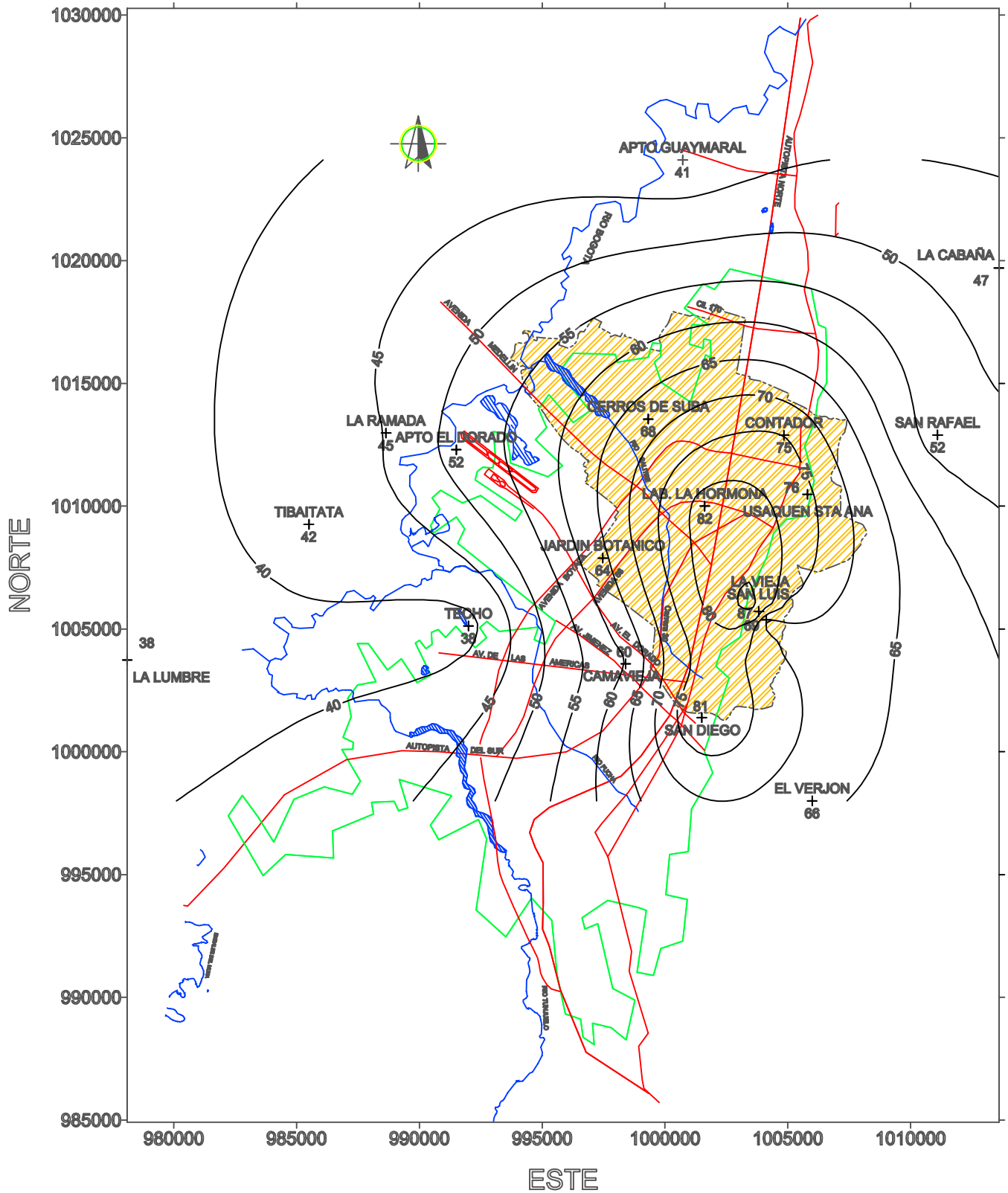


ZONIFICACION DE REGISTROS POR INUNDACION
DEL RIO JUAN AMARILLO

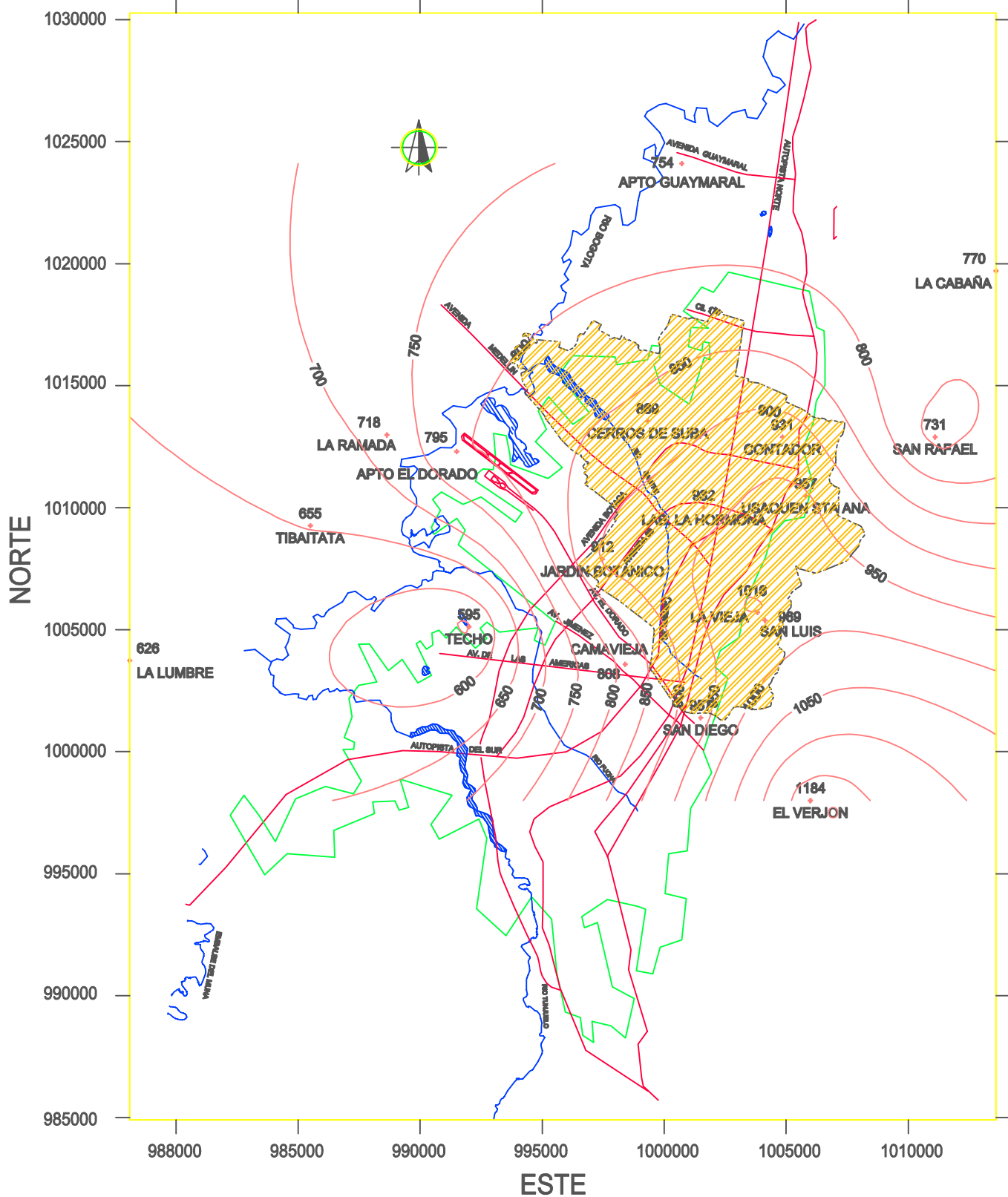
CURVAS ISOYETAS MEDIAS MENSUALES PARA NOVIEMBRE
CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

FIGURA No.
A-11

REF. :
65-IFFA-11-0



 AREA DE ESTUDIO



 AREA DE ESTUDIO

ANEXO 2

**CÁLCULO HIDRÁULICOS DE LAS PRINCIPALES
QUEBRADAS DE LA CUENCA DEL
RÍO JUAN AMARILLO**

ANEXO No. 2

En este anexo se presentan los cuadros correspondientes a los análisis hidráulicos realizados a las corrientes localizadas en la zona alta del área en estudio.

A continuación se hace una breve descripción del contenido de los cuadros y la metodología empleada para el desarrollo de los análisis hidráulicos de cada corriente.

Se presenta un cuadro con las características hidrométricas de la cuenca de la quebrada, el cual contiene el nombre de las subcuencas, área de drenaje, longitud del cauce principal, pendiente del cauce principal y el tiempo de concentración t_c dado en horas y minutos.

$$t_c = 0,000325 \times \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

t_c = Tiempo de concentración (horas)
L = Longitud (m)
S = Pendiente

En el cuadro No. 2 presenta los valores de C_1 , C_2 y X_0 , del cálculo de la intensidad de la lluvia para diferentes períodos de retorno, determinados a partir del Estudio para el Análisis de Caracterización de Tormentas de la Sabana de Bogotá, con la información de la estación más cercana y representativa según las líneas isoyetas.

Con base en los datos anteriores se calcula la intensidad de la lluvia para diferentes período de retorno y duraciones, aplicando la siguiente ecuación:

$$I = C_1 (D + X) C_2$$

Siendo I la intensidad de la lluvia en mm/hr

También se presenta una tabla con el cálculo de la lluvia efectiva para diferentes período de retorno y duraciones, aplicando las siguientes ecuaciones:

$$P^* = I \times D$$

Donde:

P^* = Precipitación Total (mm)
I = Intensidad de la Lluvia (mm/hr)
D = Duración de la Lluvia (hr)

La precipitación efectiva (P_e) se determina mediante el método del número de escurrimiento (N) del S.C.S, que tiene la siguiente ecuación:

$$P_e = \frac{(P^* - \frac{508}{N} + 5,08)}{(P^* + \frac{2032}{N} - 20,32)}$$

$$P_e = \frac{(P^* - 0,69)^2}{P^* + 2,77}$$

Donde:

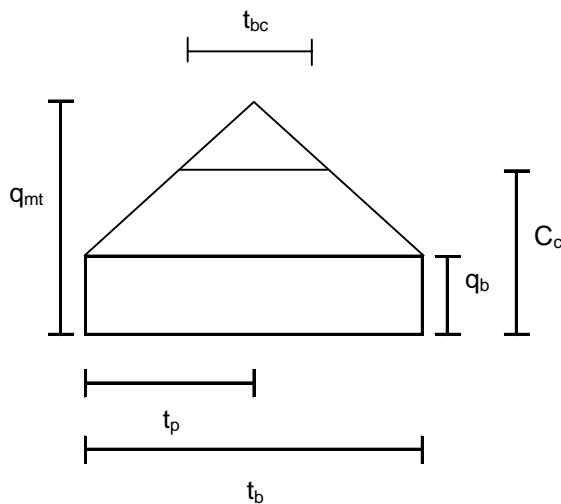
- P_e = Lluvia efectiva (cm)
- P^* = Precipitación Total (cm)
- N = 88 (adoptado en promedio)

Cuando las áreas son > 100 ha se aplica el factor de reducción de la precipitación máxima

Para la evaluación de los caudales máximos se utilizaron los registros de las estaciones más cercanas a cada corriente.

La evaluación de los caudales se determino mediante el método del hidrograma unitario triangular tomado del libro Fundamentos de Hidrología de Superficie – Editorial Limusa, 1989.

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR



- t_p = Tiempo Pico
- t_b = Tiempo base
- t_{bc} = Tiempo de baja capacidad
- q_d = Caudal base
- q_{tm} = Caudal máximo total
- C_c = Capacidad del conducto

El cálculo de los caudales para diferentes período de retorno y duraciones se efectuó aplicando las siguientes ecuaciones, para cada una de las subcuencas determinadas:

- **Según Mockus**

$$t_b = 2,67 t_p$$

$$t_p = \frac{d_e}{2} + t_r$$

$$t_r = 0,6 t_c$$

Donde:

t_b = Tiempo base

t_p = Tiempo pico

d_e = Duración exceso

t_r = Tiempo de retorno

t_c = Tiempo de concentración

$$q_b = \frac{0,555A}{t_b}$$

A = Área de Drenaje (km²)

Q_b = (m³/s – mm)

T_b = (horas)

Cálculo del caudal base (q_b) para diferentes tiempos de retorno y duraciones:

$$q_b = \frac{0,70x(P^* - P_e) x A x 10^{-3}}{6 x 3.600}$$

Donde:

q_b = Caudal base m³/s

P^* = Precipitación total (mm)

P_e = Precipitación efectiva (mm)

A = Área (km²)

Caudal máximo de escorrentía directa (q_{md}) para diferentes tiempos de retorno y duraciones:

$$q_{md} = P_e \times q_p$$

$$P_e = (\text{mm})$$

$$q_p = (\text{m}^3/\text{s}/\text{mm})$$

$$q_{md} = (\text{m}^3/\text{s})$$

Caudal máximo total (q_{mt}) para diferentes tiempos de retorno y duraciones:

$$q_{mt} = q_b + q_{md}$$

$$q_b, q_{md} \text{ y } q_{mt} = \text{m}^3/\text{s}$$

El cálculo de la capacidad hidráulica del colector se realiza aplicando la formula de Mannig.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

En este cuadro se presentan las características del conducto evaluado (tipo de sección, área de la sección, pendientes, coeficiente de rugosidad promedio y el caudal a tubo lleno dado en m^3/s).

Habiendo obtenido los caudales antes mencionados y apoyados en estos procedemos a calcular los caudales de desborde para diferentes tiempos de retorno y duraciones.

Tiempo de baja capacidad (t_{bc}) :

$$t_{bc} = \left(\frac{q_{mt} - C_c}{q_{mt} - q_b} \right) \times t_b \quad t_{bc} = (\text{s})$$

Donde C_c corresponde a la capacidad del conducto (caudal a tubo lleno).

Caudal de desborde (q_d) :

$$q_d = q_{mt} - C_c \quad q_d = (\text{m}^3/\text{s})$$

Volumen de desborde (V_d) :

$$V_d = \frac{t_{bc} \times (q_{mt} - C_c)}{2} \quad V_d = (\text{m}^3)$$

A continuación se presentan los Cálculos Hidráulicos de las Principales Quebradas de la Cuenca del Río Juan Amarillo:

- CUENCA CONTADOR
- CUENCA LAS DELICIAS DEL CARMEN Ó TRUJILLO
- CUENCA LOS MOLINOS O LA CHORRERA
- CUENCA EL CHICÓ ALTO
- CUENCA LOS ROSALES
- COLECTOR LA VIEJA
- CUENCA LAS DELICIAS
- CUENCA DEL ARZOBISPO

CUENCA CANAL CONTADOR

CUENCA CONTADOR

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| SUBCUENCAS | ÁREA DRENAJE há | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|-------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| CALLE 138 | 136.99 | 2550 | 18.24 | 0.26 | 15.76 |
| G.FEM.- B.MEDINA | 54.07 | 940 | 24.89 | 0.11 | 6.48 |
| EN Ø2,15 m | 191.06 | 2550 | 18.24 | 0.26 | 15.76 |
| EN BOX 2,0 x 2,0 | 191.06 | 2550 | 18.24 | 0.26 | 15.76 |
| EN CANAL 1,0x1,55 | 191.06 | 2550 | 18.24 | 0.26 | 15.76 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD SOBRE LA SUBCUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 77 | 69 | 35 | 26 | 18 | 9 |
| 10 | 90 | 80 | 40 | 30 | 21 | 11 |
| 25 | 107 | 95 | 47 | 36 | 25 | 14 |
| 100 | 130 | 115 | 56 | 43 | 30 | 16 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 2.3 | 4.7 | 17.6 | 32.8 | 35.1 | 36.4 |
| 10 | 3.4 | 6.5 | 22.0 | 40.4 | 43.6 | 46.4 |
| 25 | 5.1 | 9.0 | 28.1 | 50.7 | 55.1 | 59.7 |
| 100 | 7.5 | 12.7 | 36.1 | 63.7 | 69.4 | 76.3 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

(*) Las intensidades corresponden a la subcuenca sombreada, calculada como la intensidad puntual afectada por los siguientes factores adoptados de reducción por área:

- . Para duraciones menores o iguales a 60 mín., el factor adoptado es de 0,78
- . Para duraciones mayores o iguales a 120 mín., el factor adoptado es de 1,0

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA CONTADOR

CALLE 138 (A = 136,99 ha)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 14.5 | 17.0 | 39.5 | 69.5 | 99.5 | 189.5 |
| t_b (mín.) | 38.6 | 45.3 | 105.3 | 185.4 | 265.5 | 505.8 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 1.18 | 1.01 | 0.43 | 0.25 | 0.17 | 0.09 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| 10 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| 25 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.0 |
| 100 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTÍA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| 5 | 2.7 | 4.7 | 7.6 | 8.1 | 6.0 | 3.3 |
| 10 | 4.1 | 6.5 | 9.5 | 9.9 | 7.5 | 4.2 |
| 25 | 6.0 | 9.1 | 12.2 | 12.5 | 9.5 | 5.4 |
| 100 | 8.9 | 12.8 | 15.6 | 15.7 | 11.9 | 6.9 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| 5 | 3.2 | 5.3 | 8.4 | 8.9 | 6.9 | 4.2 |
| 10 | 4.6 | 7.1 | 10.3 | 10.8 | 8.4 | 5.1 |
| 25 | 6.6 | 9.8 | 13.0 | 13.4 | 10.4 | 6.3 |
| 100 | 9.5 | 13.5 | 16.5 | 16.6 | 12.9 | 7.9 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| Ø1,50 | 1.77 | 1.4 | 0.013 | 8.39 |

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|------|------|------|------|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 2.6 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 7.8 | 9.5 | 0.1 | 0 |
| 25 | 0 | 5.8 | 14.6 | 15.5 | 8.2 | 0 |
| 100 | 4.9 | 15.4 | 20.0 | 20.3 | 14.6 | 0 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 2.5 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 1.4 | 4.6 | 5.0 | 2.0 | 0.0 |
| 100 | 1.1 | 5.1 | 8.1 | 8.3 | 4.5 | 0.0 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|-------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 43.9 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 455.7 | 702.7 | 0.1 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 238.2 | 2023.0 | 2332.9 | 497.5 | 0.0 |
| 100 | 165.7 | 2337.9 | 4880.2 | 5034.0 | 1981.2 | 0.0 |

CUENCA CONTADOR

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| SUBCUENCAS | ÁREA DRENAJE há | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|-------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| CALLE 138 | 136.99 | 2550 | 18.24 | 0.26 | 15.76 |
| G.FEM.- B.MEDINA | 54.07 | 940 | 24.89 | 0.11 | 6.48 |
| EN Ø2,15 m | 191.06 | 2550 | 18.24 | 0.26 | 15.76 |
| EN BOX 2,0 x 2,0 | 191.06 | 2550 | 18.24 | 0.26 | 15.76 |
| EN CANAL 1,0x1,55 | 191.06 | 2550 | 18.24 | 0.26 | 15.76 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES

INTENSIDAD SOBRE LA SUBCUENCA (mm/hr)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 99 | 88 | 45 | 26 | 18 | 9 |
| 10 | 116 | 103 | 51 | 30 | 21 | 11 |
| 25 | 137 | 122 | 60 | 36 | 25 | 14 |
| 100 | 166 | 147 | 72 | 43 | 30 | 16 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 4.2 | 7.9 | 25.9 | 32.8 | 35.1 | 36.4 |
| 10 | 6.0 | 10.5 | 31.9 | 40.4 | 43.6 | 46.4 |
| 25 | 8.4 | 14.1 | 40.1 | 50.7 | 55.1 | 59.7 |
| 100 | 12.0 | 19.2 | 50.7 | 63.7 | 69.4 | 76.3 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA CONTADOR

GIMNASIO FEMENINO - BOSQUE DE MEDINA (A = 54,07 há)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 8.9 | 11.4 | 33.9 | 63.9 | 93.9 | 183.9 |
| t_b (mín.) | 23.7 | 30.4 | 90.5 | 170.6 | 250.7 | 491.0 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 0.76 | 0.59 | 0.20 | 0.11 | 0.07 | 0.04 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 10 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| 25 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| 100 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTÍA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 5 | 3.2 | 4.7 | 5.2 | 3.5 | 2.5 | 1.3 |
| 10 | 4.5 | 6.2 | 6.3 | 4.3 | 3.1 | 1.7 |
| 25 | 6.4 | 8.3 | 8.0 | 5.3 | 4.0 | 2.2 |
| 100 | 9.1 | 11.3 | 10.1 | 6.7 | 5.0 | 2.8 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 5 | 3.4 | 4.9 | 5.5 | 3.8 | 2.9 | 1.7 |
| 10 | 4.8 | 6.5 | 6.7 | 4.6 | 3.5 | 2.1 |
| 25 | 6.6 | 8.6 | 8.3 | 5.7 | 4.3 | 2.6 |
| 100 | 9.3 | 11.7 | 10.5 | 7.1 | 5.4 | 3.2 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| Ø1,20 | 1.13 | 1.4 | 0.013 | 4.61 |

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|------|------|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 1.5 | 4.0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0.8 | 7.1 | 7.8 | 0.1 | 0 | 0 |
| 25 | 7.5 | 11.5 | 11.1 | 4.9 | 0 | 0 |
| 100 | 12.4 | 14.7 | 13.8 | 8.8 | 3.7 | 0 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.3 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.1 | 1.9 | 2.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 2.0 | 4.0 | 3.7 | 1.1 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 4.7 | 7.0 | 5.8 | 2.5 | 0.8 | 0.0 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|-------|------|-----|
| 5 | 0.0 | 13.5 | 105.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 3.5 | 397.8 | 486.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 458.7 | 1384.0 | 1235.7 | 164.5 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 1760.7 | 3118.1 | 2414.7 | 663.0 | 84.0 | 0.0 |

CUENCA CONTADOR

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| SUBCUENCAS | ÁREA DRENAJE há | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|-------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| CALLE 138 | 136.99 | 2550 | 18.24 | 0.26 | 15.76 |
| G.FEM.- B.MEDINA | 54.07 | 940 | 24.89 | 0.11 | 6.48 |
| EN Ø2,15 m | 191.06 | 2550 | 18.24 | 0.26 | 15.76 |
| EN BOX 2,0 x 2,0 | 191.06 | 2550 | 18.24 | 0.26 | 15.76 |
| EN CANAL 1,0x1,55 | 191.06 | 2550 | 18.24 | 0.26 | 15.76 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD SOBRE LA SUBCUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 76 | 68 | 34 | 26 | 18 | 9 |
| 10 | 89 | 79 | 40 | 30 | 21 | 11 |
| 25 | 106 | 94 | 46 | 36 | 25 | 14 |
| 100 | 128 | 113 | 55 | 43 | 30 | 16 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 2.2 | 4.6 | 17.2 | 32.8 | 35.1 | 36.4 |
| 10 | 3.3 | 6.3 | 21.6 | 40.4 | 43.6 | 46.4 |
| 25 | 4.9 | 8.8 | 27.5 | 50.7 | 55.1 | 59.7 |
| 100 | 7.3 | 12.4 | 35.4 | 63.7 | 69.4 | 76.3 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service N =92 (Adoptado)

(*) Las intensidades corresponden a la subcuenca sombreada, calculada como la intensidad puntual afectada por los siguientes factores adoptados de reducción por área:

- . Para duraciones menores o iguales a 60 mín., el factor adoptado es de 0,77
- . Para duraciones mayores o iguales a 120 mín., el factor adoptado es de 1,0

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA CONTADOR

EN COLECTOR Ø2,15 m (A = 191,06 há)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|-----------------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 14.5 | 17.0 | 39.5 | 69.5 | 99.5 | 189.5 |
| t_b (mín.) | 38.6 | 45.3 | 105.3 | 185.4 | 265.5 | 505.8 |
| q_p (m ³ /s-m) | 1.65 | 1.41 | 0.60 | 0.34 | 0.24 | 0.13 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| 10 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 25 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 100 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.4 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTÍA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|-----|
| 5 | 3.7 | 6.4 | 10.4 | 11.3 | 8.4 | 4.6 |
| 10 | 5.5 | 8.9 | 13.0 | 13.9 | 10.5 | 5.8 |
| 25 | 8.1 | 12.4 | 16.6 | 17.4 | 13.2 | 7.5 |
| 100 | 12.1 | 17.4 | 21.4 | 21.9 | 16.6 | 9.6 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 4.3 | 7.2 | 11.4 | 12.5 | 9.6 | 5.8 |
| 10 | 6.2 | 9.7 | 14.1 | 15.1 | 11.7 | 7.1 |
| 25 | 8.9 | 13.3 | 17.8 | 18.7 | 14.5 | 8.8 |
| 100 | 13.0 | 18.4 | 22.6 | 23.2 | 18.0 | 11.0 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| Ø2,15 | 3.63 | 0.4 | 0.013 | 11.68 |

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|------|------|------|------|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 2.7 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 7.3 | 9.6 | 0.2 | 0 |
| 25 | 0 | 5.0 | 14.2 | 15.6 | 8.3 | 0 |
| 100 | 4.1 | 14.9 | 19.7 | 20.4 | 14.7 | 0 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 3.4 | 0.1 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 1.6 | 6.1 | 7.0 | 2.8 | 0.0 |
| 100 | 1.3 | 6.7 | 10.9 | 11.5 | 6.3 | 0.0 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|-------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 64.8 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 535.2 | 992.7 | 0.3 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 245.2 | 2610.6 | 3274.1 | 704.8 | 0.0 |
| 100 | 156.6 | 2986.0 | 6478.8 | 7047.7 | 2782.4 | 0.0 |

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA CONTADOR

EN BOX 2,0 x 2,0 (A = 191,06 há)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (min.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (min.) | 14.5 | 17.0 | 39.5 | 69.5 | 99.5 | 189.5 |
| t_b (min.) | 38.6 | 45.3 | 105.3 | 185.4 | 265.5 | 505.8 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 1.65 | 1.41 | 0.60 | 0.34 | 0.24 | 0.13 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (min.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| 10 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 25 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 100 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.4 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTÍA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|-----|
| 5 | 3.7 | 6.4 | 10.4 | 11.3 | 8.4 | 4.6 |
| 10 | 5.5 | 8.9 | 13.0 | 13.9 | 10.5 | 5.8 |
| 25 | 8.1 | 12.4 | 16.6 | 17.4 | 13.2 | 7.5 |
| 100 | 12.1 | 17.4 | 21.4 | 21.9 | 16.6 | 9.6 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 4.3 | 7.2 | 11.4 | 12.5 | 9.6 | 5.8 |
| 10 | 6.2 | 9.7 | 14.1 | 15.1 | 11.7 | 7.1 |
| 25 | 8.9 | 13.3 | 17.8 | 18.7 | 14.5 | 8.8 |
| 100 | 13.0 | 18.4 | 22.6 | 23.2 | 18.0 | 11.0 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| BOX (2 x 2) | 4 | 0.4 | 0.013 | 12.26 |

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (min)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (min.) | | | | | |
|---------------|------------------------|------|------|------|------|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0.7 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 5.6 | 8.0 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 3.2 | 12.9 | 14.3 | 6.6 | 0 |
| 100 | 2.2 | 13.6 | 18.7 | 19.3 | 13.3 | 0 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 2.9 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 1.0 | 5.5 | 6.4 | 2.3 | 0.0 |
| 100 | 0.7 | 6.1 | 10.4 | 11.0 | 5.7 | 0.0 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.7 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 311.9 | 686.6 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 100.9 | 2139.1 | 2754.4 | 445.6 | 0.0 |
| 100 | 46.7 | 2490.9 | 5809.6 | 6356.3 | 2295.0 | 0.0 |

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA CONTADOR

EN CANAL 1,0 x 2,05 m (A = 191,06 ha)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 14.5 | 17.0 | 39.5 | 69.5 | 99.5 | 189.5 |
| t_b (mín.) | 38.6 | 45.3 | 105.3 | 185.4 | 265.5 | 505.8 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 1.65 | 1.41 | 0.60 | 0.34 | 0.24 | 0.13 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| 10 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 25 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 100 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.4 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTÍA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|-----|
| 5 | 3.7 | 6.4 | 10.4 | 11.3 | 8.4 | 4.6 |
| 10 | 5.5 | 8.9 | 13.0 | 13.9 | 10.5 | 5.8 |
| 25 | 8.1 | 12.4 | 16.6 | 17.4 | 13.2 | 7.5 |
| 100 | 12.1 | 17.4 | 21.4 | 21.9 | 16.6 | 9.6 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 4.3 | 7.2 | 11.4 | 12.5 | 9.6 | 5.8 |
| 10 | 6.2 | 9.7 | 14.1 | 15.1 | 11.7 | 7.1 |
| 25 | 8.9 | 13.3 | 17.8 | 18.7 | 14.5 | 8.8 |
| 100 | 13.0 | 18.4 | 22.6 | 23.2 | 18.0 | 11.0 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| 1.0 x 2,05 * | 6.75 | 0.4 | 0.019 | 20.40 |

* 1,55 m de sección en concreto y 0,50 m en pasto, con un borde libre = 1,0 m. Z = 1

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | 0 | 0 | 4.0 | 5.0 | 0 | 0 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 2.8 | 0.0 | 0.0 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 0.0 | 0.0 | 265.5 | 418.4 | 0.0 | 0.0 |

CUENCA LAS DELICIAS DEL CARMEN Ó QUEBRADA TRUJILLO

CUENCA QUEBRADA DELICIAS DEL CARMÉN Ó TRUJILLO

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| SUBCUENCAS | ÁREA DRENAJE ha | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|--------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Q. DELICIAS DEL C. | 104.17 | 1760 | 28 | 0.17 | 10.04 |
| Q. TRUJILLO | 62.15 | 1350 | 31 | 0.13 | 7.87 |
| EN C. CALLEJAS | 166.32 | 1760 | 28 | 0.17 | 10.04 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD SOBRE LA SUBCUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 77 | 69 | 35 | 26 | 18 | 9 |
| 10 | 90 | 80 | 40 | 30 | 21 | 11 |
| 25 | 107 | 95 | 47 | 36 | 25 | 14 |
| 100 | 130 | 115 | 56 | 43 | 30 | 16 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 2.3 | 4.7 | 17.6 | 32.8 | 35.1 | 36.4 |
| 10 | 3.4 | 6.5 | 22.0 | 40.4 | 43.6 | 46.4 |
| 25 | 5.1 | 9.0 | 28.1 | 50.7 | 55.1 | 59.7 |
| 100 | 7.5 | 12.7 | 36.1 | 63.7 | 69.4 | 76.3 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

- (*) Las intensidades corresponden a la subcuenca sombreada, calculada como la intensidad puntual afectada por los siguientes factores adoptados de reducción por área:
- . Para duraciones menores o iguales a 60 mín., el factor adoptado es de 0,78
 - . Para duraciones mayores o iguales a 120 mín., el factor adoptado es de 1,0

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA DELICIAS DEL CARMÉN

QUEBRADA DELICIAS DEL CARMÉN (A = 104,17 ha)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 11.0 | 13.5 | 36.0 | 66.0 | 96.0 | 186.0 |
| t_b (mín.) | 29.4 | 36.1 | 96.2 | 176.3 | 256.4 | 496.7 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 1.18 | 0.96 | 0.36 | 0.20 | 0.14 | 0.07 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 10 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 25 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 100 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTÍA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|-----|-----|
| 5 | 2.7 | 4.5 | 6.3 | 6.5 | 4.8 | 2.5 |
| 10 | 4.1 | 6.2 | 7.9 | 8.0 | 5.9 | 3.2 |
| 25 | 6.0 | 8.7 | 10.1 | 10.0 | 7.4 | 4.2 |
| 100 | 8.9 | 12.2 | 13.0 | 12.5 | 9.4 | 5.3 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| 5 | 3.1 | 4.9 | 6.9 | 7.1 | 5.4 | 3.2 |
| 10 | 4.4 | 6.7 | 8.5 | 8.6 | 6.6 | 3.9 |
| 25 | 6.4 | 9.2 | 10.8 | 10.7 | 8.2 | 4.9 |
| 100 | 9.3 | 12.7 | 13.7 | 13.3 | 10.1 | 6.1 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| Ø1,50 m | 1.77 | 2.2 | 0.013 | 7.08 (**) |

(**) Se presenta control por entrada (V = 4 m/s)

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|------|------|------|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 5.4 | 5.8 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 7.1 | 10.7 | 10.6 | 4.3 | 0 |
| 100 | 7.5 | 13.6 | 14.9 | 14.5 | 9.6 | 0 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 1.6 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 2.1 | 3.7 | 3.6 | 1.1 | 0.0 |
| 100 | 2.3 | 5.6 | 6.6 | 6.2 | 3.1 | 0.0 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|-------|--------|--------|--------|-------|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 237.7 | 270.3 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 446.9 | 1183.9 | 1149.6 | 140.7 | 0.0 |
| 100 | 509.1 | 2292.5 | 2957.6 | 2704.2 | 879.6 | 0.0 |

CUENCA QUEBRADA DELICIAS DEL CARMÉN Ó TRUJILLO

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| SUBCUENCAS | ÁREA DRENAJE ha | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|--------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Q. DELICIAS DEL C. | 104.17 | 1760 | 28 | 0.17 | 10.04 |
| Q. TRUJILLO | 62.15 | 1350 | 31 | 0.13 | 7.87 |
| EN C. CALLEJAS | 166.32 | 1760 | 28 | 0.17 | 10.04 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD SOBRE LA SUBCUENCA (mm/hr)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 99 | 88 | 45 | 26 | 18 | 9 |
| 10 | 116 | 103 | 51 | 30 | 21 | 11 |
| 25 | 137 | 122 | 60 | 36 | 25 | 14 |
| 100 | 166 | 147 | 72 | 43 | 30 | 16 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 4.2 | 7.9 | 25.9 | 32.8 | 35.1 | 36.4 |
| 10 | 6.0 | 10.5 | 31.9 | 40.4 | 43.6 | 46.4 |
| 25 | 8.4 | 14.1 | 40.1 | 50.7 | 55.1 | 59.7 |
| 100 | 12.0 | 19.2 | 50.7 | 63.7 | 69.4 | 76.3 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA DELICIAS DEL CARMÉN

QUEBRADA TRUJILLO (A = 62,15 ha)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 9.7 | 12.2 | 34.7 | 64.7 | 94.7 | 184.7 |
| t_b (mín.) | 26.0 | 32.6 | 92.7 | 172.8 | 252.9 | 493.2 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 0.80 | 0.63 | 0.22 | 0.12 | 0.08 | 0.04 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| 10 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| 25 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| 100 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTIA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 5 | 3.4 | 5.0 | 5.8 | 3.9 | 2.9 | 1.5 |
| 10 | 4.8 | 6.6 | 7.1 | 4.8 | 3.6 | 1.9 |
| 25 | 6.7 | 8.9 | 8.9 | 6.1 | 4.5 | 2.5 |
| 100 | 9.5 | 12.2 | 11.3 | 7.6 | 5.7 | 3.2 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 5 | 3.6 | 5.3 | 6.2 | 4.3 | 3.3 | 1.9 |
| 10 | 5.0 | 6.9 | 7.5 | 5.3 | 4.0 | 2.4 |
| 25 | 7.0 | 9.3 | 9.3 | 6.5 | 4.9 | 2.9 |
| 100 | 9.8 | 12.5 | 11.7 | 8.1 | 6.1 | 3.6 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| 1,0 x 3,0 | 3 | 2 | 0.015 | 20.12 |

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

CUENCA QUEBRADA DELICIAS DEL CARMÉN

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| SUBCUENCAS | ÁREA DRENAJE ha | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|--------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Q. DELICIAS DEL C. | 104.17 | 1760 | 28 | 0.17 | 10.04 |
| Q. TRUJILLO | 62.15 | 1350 | 31 | 0.13 | 7.87 |
| EN C. CALLEJAS | 166.32 | 1760 | 28 | 0.17 | 10.04 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD SOBRE LA SUBCUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 76 | 68 | 34 | 26 | 18 | 9 |
| 10 | 89 | 79 | 40 | 30 | 21 | 11 |
| 25 | 106 | 94 | 46 | 36 | 25 | 14 |
| 100 | 128 | 113 | 55 | 43 | 30 | 16 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 2.2 | 4.6 | 17.2 | 32.8 | 35.1 | 36.4 |
| 10 | 3.3 | 6.3 | 21.6 | 40.4 | 43.6 | 46.4 |
| 25 | 4.9 | 8.8 | 27.5 | 50.7 | 55.1 | 59.7 |
| 100 | 7.3 | 12.4 | 35.4 | 63.7 | 69.4 | 76.3 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

(*) Las intensidades corresponden a la subcuenca sombreada, calculada como la intensidad puntual afectada por los siguientes factores adoptados de reducción por área:

- . Para duraciones menores o iguales a 60 mín., el factor adoptado es de 0,77
- . Para duraciones mayores o iguales a 120 mín., el factor adoptado es de 1,0

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA DELICIAS DEL CARMÉN

EN CANAL CALLEJAS (A = 166,32 há)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 11.0 | 13.5 | 36.0 | 66.0 | 96.0 | 186.0 |
| t_b (mín.) | 29.4 | 36.1 | 96.2 | 176.3 | 256.4 | 496.7 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 1.88 | 1.53 | 0.58 | 0.31 | 0.22 | 0.11 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 10 | 0.6 | 0.7 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 25 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.2 |
| 100 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTÍA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|-----|
| 5 | 4.2 | 7.0 | 9.9 | 10.3 | 7.6 | 4.1 |
| 10 | 6.3 | 9.7 | 12.4 | 12.7 | 9.4 | 5.2 |
| 25 | 9.3 | 13.5 | 15.9 | 15.9 | 11.9 | 6.7 |
| 100 | 13.8 | 19.0 | 20.4 | 20.0 | 15.0 | 8.5 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|-----|
| 5 | 4.8 | 7.7 | 10.8 | 11.4 | 8.7 | 5.1 |
| 10 | 6.9 | 10.4 | 13.4 | 13.8 | 10.5 | 6.3 |
| 25 | 10.0 | 14.3 | 16.9 | 17.1 | 13.0 | 7.8 |
| 100 | 14.6 | 19.8 | 21.5 | 21.2 | 16.2 | 9.7 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| 3,0 x 1,43 * | 5.81 | 2.8 | 0.019 | 44.35 |

* 0,93 m de sección en concreto y 0,50 m en pasto, con un borde libre de 0,50 m. Z = 0,5

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

CUENCA MOLINOS

CUENCA MOLINOS Ó LA CHORRERA

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| SUBCUENCAS | ÁREA DRENAJE ha | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|-----------------|--------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Q. MOLINOS | 708.91 | 4400 | 10.81 | 0.49 | 29.34 |
| Q. STA. ANA OR. | 83.63 | 1500 | 25.8 | 0.15 | 9.17 |
| PEDREGAL | 29.07 | 450 | 34.67 | 0.05 | 3.24 |
| CANAL MOLINOS | 821.71 | 4400 | 10.81 | 0.49 | 29.34 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD DE LA SUBCUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 71 | 64 | 32 | 24 | 17 | 9 |
| 10 | 83 | 74 | 37 | 28 | 19 | 10 |
| 25 | 99 | 88 | 43 | 33 | 23 | 12 |
| 100 | 120 | 106 | 52 | 39 | 28 | 15 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 1.9 | 3.9 | 15.4 | 28.6 | 30.7 | 31.8 |
| 10 | 2.8 | 5.5 | 19.4 | 35.4 | 38.3 | 40.8 |
| 25 | 4.3 | 7.8 | 24.9 | 44.6 | 48.6 | 52.8 |
| 100 | 6.4 | 11.0 | 32.2 | 56.4 | 61.6 | 67.7 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

(*) Las intensidades corresponden a la subcuenca sombreada, calculada como la intensidad puntual afectada por los siguientes factores adoptados de reducción por área:

- . Para duraciones menores o iguales a 60 mín., el factor adoptado es de 0,72
- . Para duraciones mayores o iguales a 120 mín., el factor adoptado es de 0,91

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA MOLINOS

QUEBRADA LOS MOLINOS (A = 708,91 há)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 22.6 | 25.1 | 47.6 | 77.6 | 107.6 | 197.6 |
| t_b (mín.) | 60.4 | 67.0 | 127.1 | 207.2 | 287.3 | 527.6 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 3.91 | 3.52 | 1.86 | 1.14 | 0.82 | 0.45 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 2.3 | 2.8 | 3.8 | 4.4 | 4.4 | 4.5 |
| 10 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 4.6 | 4.6 | 4.7 |
| 25 | 2.8 | 3.3 | 4.3 | 4.7 | 4.8 | 4.9 |
| 100 | 3.1 | 3.5 | 4.5 | 4.9 | 5.0 | 5.0 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTÍA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 7.3 | 13.9 | 28.6 | 32.6 | 25.2 | 14.2 |
| 10 | 11.1 | 19.4 | 36.0 | 40.4 | 31.5 | 18.3 |
| 25 | 16.7 | 27.3 | 46.2 | 50.9 | 39.9 | 23.6 |
| 100 | 25.1 | 38.7 | 59.8 | 64.3 | 50.6 | 30.3 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 9.6 | 16.6 | 32.4 | 37.0 | 29.6 | 18.7 |
| 10 | 13.6 | 22.4 | 40.1 | 44.9 | 36.1 | 22.9 |
| 25 | 19.5 | 30.6 | 50.5 | 55.6 | 44.7 | 28.5 |
| 100 | 28.2 | 42.2 | 64.2 | 69.2 | 55.6 | 35.3 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| 2,0 x 2,50 * | 12.25 | 1.2 | 0.019 | 80.54 |

* 1,50 m de sección en concreto y 1,0 m en pasto, con un borde libre de 0,50 m. Z = 1.

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

CUENCA MOLINOS Ó LA CHORRERA

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| SUBCUENCAS | ÁREA DRENAJE ha | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|-----------------|--------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Q. MOLINOS | 708.91 | 4400 | 10.81 | 0.49 | 29.34 |
| Q. STA. ANA OR. | 83.63 | 1500 | 25.8 | 0.15 | 9.17 |
| PEDREGAL | 29.07 | 450 | 34.67 | 0.05 | 3.24 |
| CANAL MOLINOS | 821.71 | 4400 | 10.81 | 0.49 | 29.34 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD DE LA SUBCUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 99 | 88 | 45 | 26 | 18 | 9 |
| 10 | 116 | 103 | 51 | 30 | 21 | 11 |
| 25 | 137 | 122 | 60 | 36 | 25 | 14 |
| 100 | 166 | 147 | 72 | 43 | 30 | 16 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 4.2 | 7.9 | 25.9 | 32.8 | 35.1 | 36.4 |
| 10 | 6.0 | 10.5 | 31.9 | 40.4 | 43.6 | 46.4 |
| 25 | 8.4 | 14.1 | 40.1 | 50.7 | 55.1 | 59.7 |
| 100 | 12.0 | 19.2 | 50.7 | 63.7 | 69.4 | 76.3 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA MOLINOS

SANTA ANA ORIENTAL (A = 83,63 ha)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 10.5 | 13.0 | 35.5 | 65.5 | 95.5 | 185.5 |
| t_b (mín.) | 28.0 | 34.7 | 94.8 | 174.9 | 255.0 | 495.3 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 0.99 | 0.80 | 0.29 | 0.16 | 0.11 | 0.06 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 10 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 25 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 100 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTÍA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|-----|-----|
| 5 | 4.2 | 6.3 | 7.6 | 5.2 | 3.8 | 2.0 |
| 10 | 5.9 | 8.4 | 9.4 | 6.4 | 4.8 | 2.6 |
| 25 | 8.4 | 11.3 | 11.8 | 8.1 | 6.0 | 3.4 |
| 100 | 11.9 | 15.4 | 14.9 | 10.1 | 7.6 | 4.3 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|-----|-----|
| 5 | 4.3 | 6.4 | 7.8 | 5.4 | 4.0 | 2.2 |
| 10 | 6.0 | 8.5 | 9.6 | 6.6 | 5.0 | 2.8 |
| 25 | 8.5 | 11.5 | 12.0 | 8.3 | 6.2 | 3.6 |
| 100 | 12.0 | 15.5 | 15.1 | 10.4 | 7.8 | 4.5 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| 21" | 0.23 | 6.6 | 0.013 | 1.20 |

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 20.8 | 23.3 | 24.3 | 22.6 | 20.6 | 14.2 |
| 10 | 23.0 | 24.5 | 25.0 | 23.6 | 22.1 | 17.3 |
| 25 | 24.5 | 25.4 | 25.6 | 24.6 | 23.4 | 19.7 |
| 100 | 25.6 | 26.2 | 26.2 | 25.3 | 24.4 | 21.6 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|-----|-----|-----|
| 5 | 3.1 | 5.2 | 6.6 | 4.2 | 2.8 | 1.0 |
| 10 | 4.9 | 7.3 | 8.4 | 5.4 | 3.8 | 1.6 |
| 25 | 7.3 | 10.3 | 10.8 | 7.1 | 5.0 | 2.4 |
| 100 | 10.8 | 14.3 | 13.9 | 9.2 | 6.6 | 3.3 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|--------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 5 | 1960.5 | 3666.2 | 4792.8 | 2856.6 | 1750.2 | 440.0 |
| 10 | 3341.2 | 5404.9 | 6269.4 | 3853.7 | 2497.8 | 831.9 |
| 25 | 5355.2 | 7839.6 | 8276.4 | 5209.9 | 3519.5 | 1398.9 |
| 100 | 8296.8 | 11255.8 | 10899.4 | 6947.7 | 4821.2 | 2135.7 |

CUENCA MOLINOS

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| SUBCUENCAS | ÁREA DRENAJE ha | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|-----------------|--------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Q. MOLINOS | 708.91 | 4400 | 10.81 | 0.49 | 29.34 |
| Q. STA. ANA OR. | 83.63 | 1500 | 25.8 | 0.15 | 9.17 |
| PEDREGAL | 29.07 | 450 | 34.67 | 0.05 | 3.24 |
| CANAL MOLINOS | 821.71 | 4400 | 10.81 | 0.49 | 29.34 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES

INTENSIDAD DE LA SUBCUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 240 | 360 |
| 5 | 99 | 88 | 45 | 26 | 14 | 9 |
| 10 | 116 | 103 | 51 | 30 | 16 | 11 |
| 25 | 137 | 122 | 60 | 36 | 20 | 14 |
| 100 | 166 | 147 | 72 | 43 | 24 | 16 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 240 | 360 |
| 5 | 4.2 | 7.9 | 25.9 | 32.8 | 36.0 | 36.4 |
| 10 | 6.0 | 10.5 | 31.9 | 40.4 | 45.2 | 46.4 |
| 25 | 8.4 | 14.1 | 40.1 | 50.7 | 57.4 | 59.7 |
| 100 | 12.0 | 19.2 | 50.7 | 63.7 | 72.7 | 76.3 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA MOLINOS

EL PEDREGAL (A = 29,07 há)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (min.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 240 | 360 |
| t_p (min.) | 6.9 | 9.4 | 31.9 | 61.9 | 121.9 | 181.9 |
| t_b (min.) | 18.5 | 25.2 | 85.3 | 165.4 | 325.6 | 485.8 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 0.52 | 0.38 | 0.11 | 0.06 | 0.03 | 0.02 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (min.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 240 | 360 |
| 5 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 10 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 25 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 100 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTÍA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 2.2 | 3.0 | 2.9 | 1.9 | 1.1 | 0.7 |
| 10 | 3.1 | 4.0 | 3.6 | 2.4 | 1.3 | 0.9 |
| 25 | 4.4 | 5.4 | 4.5 | 3.0 | 1.7 | 1.2 |
| 100 | 6.2 | 7.4 | 5.8 | 3.7 | 2.2 | 1.5 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 2.3 | 3.2 | 3.1 | 2.1 | 1.3 | 0.9 |
| 10 | 3.2 | 4.2 | 3.8 | 2.6 | 1.5 | 1.1 |
| 25 | 4.5 | 5.6 | 4.7 | 3.2 | 1.9 | 1.4 |
| 100 | 6.4 | 7.5 | 6.0 | 3.9 | 2.4 | 1.7 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| Ø1,60 | 2.01 | 0.4 | 0.013 | 5.31 |

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (min.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (min.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 240 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | 3.2 | 5.6 | 2.1 | 0 | 0 | 0 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 1.1 | 2.2 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|-------|-------|------|-----|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 104.8 | 372.4 | 40.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

CUENCA MOLINOS

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| SUBCUENCAS | ÁREA DRENAJE ha | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CAUCE P. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Q. MOLINOS | 708.91 | 4400 | 10.81 | 0.49 | 29.34 |
| Q. STA. ANA OR. | 83.63 | 1500 | 25.8 | 0.15 | 9.17 |
| PEDREGAL | 29.07 | 450 | 34.67 | 0.05 | 3.24 |
| CANAL MOLINOS | 821.71 | 4400 | 10.81 | 0.49 | 29.34 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD DE LA SUBCUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 69 | 62 | 31 | 24 | 16 | 8 |
| 10 | 81 | 72 | 36 | 27 | 19 | 10 |
| 25 | 96 | 85 | 42 | 32 | 23 | 12 |
| 100 | 116 | 103 | 50 | 38 | 27 | 15 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 1.7 | 3.7 | 14.7 | 28.2 | 30.2 | 31.3 |
| 10 | 2.6 | 5.2 | 18.5 | 34.9 | 37.7 | 40.2 |
| 25 | 4.0 | 7.3 | 23.9 | 44.0 | 47.9 | 52.0 |
| 100 | 6.1 | 10.4 | 30.9 | 55.6 | 60.7 | 66.8 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

(*) Las intensidades corresponden a la subcuenca sombreada, calculada como la intensidad puntual afectada por los siguientes factores adoptados de reducción por área:

- . Para duraciones menores o iguales a 60 mín., el factor adoptado es de 0,70
- . Para duraciones mayores o iguales a 120 mín., el factor adoptado es de 0,90

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA MOLINOS

TOTAL EN CANAL LOS MOLINOS (A = 821,61 ha)
 CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (min.) | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t _p (min.) | 22.6 | 25.1 | 47.6 | 60.0 | 107.6 | 197.6 |
| t _b (min.) | 60.4 | 67.0 | 127.1 | 160.2 | 287.3 | 527.6 |
| q _p (m ³ /s-mm) | 4.53 | 4.08 | 2.15 | 1.71 | 0.95 | 0.52 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (min.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 2.6 | 3.1 | 4.4 | 5.1 | 5.1 | 5.2 |
| 10 | 2.9 | 3.4 | 4.6 | 5.3 | 5.3 | 5.4 |
| 25 | 3.2 | 3.7 | 4.9 | 5.5 | 5.6 | 5.6 |
| 100 | 3.6 | 4.1 | 5.1 | 5.7 | 5.8 | 5.8 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTÍA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 7.8 | 15.0 | 31.6 | 48.1 | 28.8 | 16.2 |
| 10 | 12.0 | 21.2 | 39.9 | 59.6 | 35.9 | 20.8 |
| 25 | 18.1 | 29.9 | 51.4 | 75.1 | 45.6 | 27.0 |
| 100 | 27.4 | 42.6 | 66.5 | 95.0 | 57.8 | 34.6 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|-------|------|------|
| 5 | 10.4 | 18.2 | 36.0 | 53.1 | 33.9 | 21.4 |
| 10 | 14.8 | 24.6 | 44.5 | 64.8 | 41.3 | 26.2 |
| 25 | 21.3 | 33.7 | 56.2 | 80.6 | 51.2 | 32.6 |
| 100 | 31.0 | 46.7 | 71.7 | 100.7 | 63.6 | 40.5 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| 2,0 x 2,50 * | 12.25 | 1.2 | 0.019 | 80.54 |

* 1,50 m de sección en concreto y 1,0 m en pasto, con un Borde libre de 0,50 m. Z = 1.

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (min.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (min.) | | | | | |
|---------------|------------------------|----|----|------|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 |
| 100 | 0 | 0 | 0 | 12.8 | 0 | 0 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.1 | 0.0 | 0.0 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7729.6 | 0.0 | 0.0 |

CUENCA EL ALTO CHICÓ

CUENCA CHICÓ

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| CUENCA | ÁREA DRENAJE há | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|--------|--------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| CHICÓ | 269.18 | 2490 | 22.3 | 0.24 | 14.32 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD DE LA CUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 64 | 57 | 29 | 22 | 16 | 8 |
| 10 | 75 | 67 | 33 | 26 | 18 | 10 |
| 25 | 89 | 79 | 39 | 30 | 22 | 12 |
| 100 | 107 | 95 | 46 | 36 | 26 | 14 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|-----|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 1.4 | 3.0 | 12.8 | 25.9 | 27.8 | 28.8 |
| 10 | 2.1 | 4.3 | 16.3 | 32.1 | 34.8 | 37.1 |
| 25 | 3.3 | 6.2 | 21.1 | 40.7 | 44.3 | 48.2 |
| 100 | 5.1 | 9.0 | 27.5 | 51.6 | 56.4 | 62.1 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

- (*) Las intensidades corresponden a la subcuenca sombreada, calculada como la intensidad puntual afectada por los siguientes factores adoptados de reducción por área:
- . Para duraciones menores o iguales a 60 mín., el factor adoptado es de 0,76
 - . Para duraciones mayores o iguales a 120 mín., el factor adoptado es de 1,0

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA CHICÓ

QUEBRADA CHICÓ

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 13.6 | 16.1 | 38.6 | 68.6 | 98.6 | 188.6 |
| t_b (mín.) | 36.3 | 43.0 | 103.0 | 183.1 | 263.2 | 503.5 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 2.47 | 2.09 | 0.87 | 0.49 | 0.34 | 0.18 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0.8 | 1.0 | 1.4 | 1.6 | 1.7 | 1.7 |
| 10 | 0.9 | 1.1 | 1.5 | 1.7 | 1.7 | 1.7 |
| 25 | 1.0 | 1.2 | 1.6 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |
| 100 | 1.1 | 1.3 | 1.6 | 1.8 | 1.9 | 1.9 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTIA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 3.4 | 6.3 | 11.1 | 12.7 | 9.5 | 5.1 |
| 10 | 5.3 | 9.1 | 14.1 | 15.7 | 11.9 | 6.6 |
| 25 | 8.2 | 13.0 | 18.3 | 19.9 | 15.1 | 8.6 |
| 100 | 12.6 | 18.8 | 23.9 | 25.2 | 19.2 | 11.1 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 4.2 | 7.3 | 12.5 | 14.3 | 11.1 | 6.8 |
| 10 | 6.2 | 10.1 | 15.6 | 17.4 | 13.6 | 8.3 |
| 25 | 9.2 | 14.2 | 19.9 | 21.7 | 16.9 | 10.4 |
| 100 | 13.7 | 20.0 | 25.5 | 27.1 | 21.1 | 12.9 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|------|-------|--|
| 1.80 | 2.55 | 0.78 | 0.013 | 10.17 |

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|------|------|------|------|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 7.6 | 11.8 | 3.6 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 14.0 | 16.8 | 10.4 | 0 |
| 25 | 0 | 11.2 | 19.2 | 21.0 | 16.2 | 1.0 |
| 100 | 10.2 | 19.1 | 23.3 | 24.3 | 20.6 | 9.1 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 4.1 | 0.9 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 5.4 | 7.3 | 3.4 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 4.0 | 9.7 | 11.5 | 6.7 | 0.2 |
| 100 | 3.6 | 9.9 | 15.4 | 16.9 | 10.9 | 2.8 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|--------|--------|---------|---------|--------|-------|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 537.2 | 1455.1 | 100.4 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 2285.7 | 3648.8 | 1066.8 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 1351.4 | 5610.7 | 7241.9 | 3258.5 | 7.1 |
| 100 | 1095.1 | 5660.4 | 10758.9 | 12343.9 | 6726.4 | 758.3 |

CUENCA ROSALES

CUENCA LOS ROSALES

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| CUENCAS | ÁREA DRENAJE há | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|---------|--------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| ROSALES | 167 | 2540 | 21.46 | 0.25 | 14.76 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD DE LA CUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 76 | 68 | 34 | 26 | 18 | 9 |
| 10 | 89 | 79 | 40 | 30 | 21 | 11 |
| 25 | 106 | 94 | 46 | 36 | 25 | 14 |
| 100 | 128 | 113 | 55 | 43 | 30 | 16 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 2.2 | 4.6 | 17.2 | 32.8 | 35.1 | 36.4 |
| 10 | 3.3 | 6.3 | 21.6 | 40.4 | 43.6 | 46.4 |
| 25 | 4.9 | 8.8 | 27.5 | 50.7 | 55.1 | 59.7 |
| 100 | 7.3 | 12.4 | 35.4 | 63.7 | 69.4 | 76.3 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service N = 92 (Adoptado)

- (*) Las intensidades corresponden a la subcuenca sombreada, calculada como la intensidad puntual afectada por los siguientes factores adoptados de reducción por área:
- . Para duraciones menores o iguales a 60 mín., el factor adoptado es de 0,77
 - . Para duraciones mayores o iguales a 120 mín., el factor adoptado es de 1,0

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA ROSALES

QUEBRADA LOS ROSALES

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 13.9 | 16.4 | 38.9 | 68.9 | 98.9 | 188.9 |
| t_b (mín.) | 37.0 | 43.7 | 103.7 | 183.8 | 263.9 | 504.2 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 1.50 | 1.27 | 0.54 | 0.30 | 0.21 | 0.11 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 10 | 0.6 | 0.7 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 25 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.2 |
| 100 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTIA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|-----|
| 5 | 3.4 | 5.8 | 9.2 | 9.9 | 7.4 | 4.0 |
| 10 | 5.0 | 8.1 | 11.6 | 12.2 | 9.2 | 5.1 |
| 25 | 7.4 | 11.2 | 14.8 | 15.3 | 11.6 | 6.6 |
| 100 | 11.0 | 15.8 | 19.0 | 19.3 | 14.6 | 8.4 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|-----|
| 5 | 3.9 | 6.5 | 10.1 | 11.0 | 8.5 | 5.1 |
| 10 | 5.6 | 8.8 | 12.5 | 13.3 | 10.3 | 6.2 |
| 25 | 8.1 | 12.0 | 15.8 | 16.5 | 12.8 | 7.8 |
| 100 | 11.8 | 16.6 | 20.1 | 20.5 | 15.8 | 9.6 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| 1.05 | 0.87 | 2.5 | 0.013 | 4.35 |

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 13.6 | 23.2 | 24.7 | 20.6 | 6.8 |
| 10 | 9.5 | 20.4 | 26.2 | 27.2 | 24.0 | 13.7 |
| 25 | 18.7 | 25.3 | 28.7 | 29.2 | 26.8 | 19.1 |
| 100 | 24.9 | 28.8 | 30.6 | 30.9 | 29.0 | 23.2 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| 5 | 0.0 | 2.1 | 5.8 | 6.6 | 4.1 | 0.7 |
| 10 | 1.3 | 4.4 | 8.2 | 9.0 | 6.0 | 1.9 |
| 25 | 3.8 | 7.7 | 11.4 | 12.1 | 8.4 | 3.4 |
| 100 | 7.4 | 12.3 | 15.7 | 16.1 | 11.5 | 5.3 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|--------|---------|---------|---------|--------|--------|
| 5 | 0.0 | 880.2 | 4035.8 | 4923.5 | 2548.4 | 150.3 |
| 10 | 365.1 | 2711.6 | 6422.7 | 7313.4 | 4283.4 | 774.3 |
| 25 | 2116.3 | 5815.9 | 9829.6 | 10632.2 | 6757.1 | 1952.0 |
| 100 | 5561.3 | 10600.8 | 14424.5 | 14935.9 | 9984.1 | 3659.9 |

CUENCA QUEBRADA LA VIEJA

CUENCA LA VIEJA

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCAS

| CUENCA | ÁREA DRENAJE há | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|----------|--------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| LA VIEJA | 193 | 2860 | 19.3 | 0.28 | 16.85 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD DE LA SUBCUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 76 | 68 | 34 | 26 | 18 | 9 |
| 10 | 89 | 79 | 40 | 30 | 21 | 11 |
| 25 | 106 | 94 | 46 | 36 | 25 | 14 |
| 100 | 128 | 113 | 55 | 43 | 30 | 16 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 2.2 | 4.6 | 17.2 | 32.8 | 35.1 | 36.4 |
| 10 | 3.3 | 6.3 | 21.6 | 40.4 | 43.6 | 46.4 |
| 25 | 4.9 | 8.8 | 27.5 | 50.7 | 55.1 | 59.7 |
| 100 | 7.3 | 12.4 | 35.4 | 63.7 | 69.4 | 76.3 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

- (*) Las intensidades corresponden a la subcuena sombreada, calculada como la intensidad puntual afectada por los siguientes factores adoptados de reducción por área:
- . Para duraciones menores o iguales a 60 mín., el factor adoptado es de 0,77
 - . Para duraciones mayores o iguales a 120 mín., el factor adoptado es de 1,0

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA LA VIEJA

QUEBRADA LA VIEJA (A = 193,0 há)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 15.1 | 17.6 | 40.1 | 70.1 | 100.1 | 190.1 |
| t_b (mín.) | 40.3 | 47.0 | 107.1 | 187.2 | 267.3 | 507.6 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 1.59 | 1.37 | 0.60 | 0.34 | 0.24 | 0.13 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| 10 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 25 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 100 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.4 | 1.4 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTÍA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|-----|
| 5 | 3.6 | 6.3 | 10.3 | 11.3 | 8.4 | 4.6 |
| 10 | 5.3 | 8.6 | 12.9 | 13.9 | 10.5 | 5.9 |
| 25 | 7.9 | 12.1 | 16.5 | 17.4 | 13.2 | 7.6 |
| 100 | 11.7 | 16.9 | 21.3 | 21.9 | 16.7 | 9.7 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 4.2 | 7.0 | 11.4 | 12.5 | 9.7 | 5.8 |
| 10 | 6.0 | 9.5 | 14.1 | 15.2 | 11.8 | 7.2 |
| 25 | 8.7 | 13.0 | 17.7 | 18.7 | 14.6 | 8.9 |
| 100 | 12.6 | 17.9 | 22.5 | 23.2 | 18.1 | 11.0 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| Ø1,20 | 1.13 | 4 | 0.013 | 7.79 |

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 14.1 | 16.8 | 9.1 | 0 |
| 10 | 0 | 8.0 | 19.6 | 21.4 | 15.4 | 0 |
| 25 | 4.5 | 17.3 | 24.2 | 25.3 | 20.7 | 6.0 |
| 100 | 16.5 | 24.1 | 27.9 | 28.5 | 24.9 | 13.6 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 4.7 | 1.9 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 1.7 | 6.3 | 7.4 | 4.0 | 0.0 |
| 25 | 0.9 | 5.2 | 9.9 | 10.9 | 6.8 | 1.1 |
| 100 | 4.8 | 10.1 | 14.7 | 15.5 | 10.3 | 3.3 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 1519.2 | 2379.1 | 516.9 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 407.8 | 3683.7 | 4727.7 | 1839.2 | 0.0 |
| 25 | 119.0 | 2698.2 | 7210.6 | 8309.3 | 4210.0 | 202.6 |
| 100 | 2362.1 | 7334.3 | 12320.2 | 13215.9 | 7672.2 | 1335.1 |

CUENCA DELICIAS DEL CARMEN

CUENCA LAS DELICIAS

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| CUENCA | ÁREA DRENAJE há | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|----------|--------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| DELIICAS | 496.8 | 3890 | 16.56 | 0.38 | 22.64 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD DE LA CUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 74 | 66 | 33 | 26 | 18 | 9 |
| 10 | 87 | 77 | 39 | 30 | 21 | 11 |
| 25 | 103 | 91 | 45 | 36 | 25 | 14 |
| 100 | 125 | 110 | 54 | 43 | 30 | 16 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 2.1 | 4.3 | 16.5 | 32.8 | 35.1 | 36.4 |
| 10 | 3.1 | 6.0 | 20.7 | 40.4 | 43.6 | 46.4 |
| 25 | 4.7 | 8.4 | 26.5 | 50.7 | 55.1 | 59.7 |
| 100 | 7.0 | 11.8 | 34.1 | 63.7 | 69.4 | 76.3 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

- (*) Las intensidades corresponden a la subcuena sombreada, calculada como la intensidad puntual afectada por los siguientes factores adoptados de reducción por área:
- . Para duraciones menores o iguales a 60 mín., el factor adoptado es de 0,75
 - . Para duraciones mayores o iguales a 120 mín., el factor adoptado es de 1,0

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA DELICIAS

QUEBRADA DELICIAS (A = 496,8 há)

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 18.6 | 21.1 | 43.6 | 73.6 | 103.6 | 193.6 |
| t_b (mín.) | 49.6 | 56.3 | 116.4 | 196.5 | 276.6 | 516.9 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 3.33 | 2.94 | 1.42 | 0.84 | 0.60 | 0.32 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 1.7 | 2.0 | 2.7 | 3.1 | 3.2 | 3.2 |
| 10 | 1.8 | 2.1 | 2.9 | 3.3 | 3.3 | 3.3 |
| 25 | 2.0 | 2.3 | 3.0 | 3.4 | 3.4 | 3.5 |
| 100 | 2.2 | 2.5 | 3.2 | 3.5 | 3.5 | 3.6 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTIA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 7.0 | 12.7 | 23.4 | 27.6 | 21.0 | 11.6 |
| 10 | 10.4 | 17.6 | 29.4 | 34.0 | 26.1 | 14.8 |
| 25 | 15.6 | 24.6 | 37.6 | 42.7 | 32.9 | 19.1 |
| 100 | 23.2 | 34.7 | 48.5 | 53.7 | 41.5 | 24.4 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 8.6 | 14.7 | 26.1 | 30.8 | 24.2 | 14.8 |
| 10 | 12.3 | 19.8 | 32.3 | 37.3 | 29.4 | 18.2 |
| 25 | 17.6 | 27.0 | 40.7 | 46.1 | 36.4 | 22.6 |
| 100 | 25.4 | 37.2 | 51.7 | 57.2 | 45.1 | 28.0 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|--------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| Ø1,60 | 2.01 | 1.8 | 0.013 | 11.25 |

CÁLCULO CAUDALES DE DESBORDE

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 13.3 | 31.5 | 35.1 | 30.6 | 15.3 |
| 10 | 4.8 | 24.0 | 35.5 | 38.0 | 34.5 | 23.2 |
| 25 | 20.1 | 31.7 | 38.8 | 40.5 | 37.8 | 29.4 |
| 100 | 30.3 | 37.2 | 41.4 | 42.5 | 40.4 | 34.0 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 0.0 | 3.4 | 14.9 | 19.5 | 12.9 | 3.6 |
| 10 | 1.0 | 8.5 | 21.0 | 26.1 | 18.2 | 6.9 |
| 25 | 6.3 | 15.7 | 29.4 | 34.8 | 25.1 | 11.3 |
| 100 | 14.2 | 26.0 | 40.4 | 45.9 | 33.8 | 16.7 |

VOLUMEN DE DESBORDE (m³)

| | | | | | | |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5 | 0.0 | 1357.3 | 14073.4 | 20551.2 | 11875.5 | 1648.1 |
| 10 | 142.8 | 6108.3 | 22371.6 | 29688.4 | 18809.2 | 4824.4 |
| 25 | 3811.9 | 14926.5 | 34202.4 | 42269.0 | 28509.1 | 10006.2 |
| 100 | 12893.7 | 28971.0 | 50144.8 | 58493.9 | 41019.4 | 17100.1 |

CUENCA EL ARZOBISPO

CUENCA ARZOBISPO

CARACTERÍSTICAS HIDROMÉTRICAS

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

| CUENCA | ÁREA DRENAJE há | L CAUCE PRINCIPAL m | PENDIENTE CAUCE P. % | TIEMPO DE CONCENT. (hr) | TIEMPO DE CONCENT. (mín.) |
|-----------|--------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| ARZOBISPO | 576 | 4200 | 14.52 | 0.42 | 25.27 |

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

| Tr (Años) | C ₁ | X ₀ | C ₂ |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 5 | 7204.9 | 37.7 | -1.11 |
| 10 | 6302.7 | 33.5 | -1.06 |
| 25 | 5958.7 | 30.3 | -1.02 |
| 100 | 5995.4 | 27.4 | -0.99 |

LLUVIAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO Y DURACIONES INTENSIDAD DE LA CUENCA (mm/hr) (*)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 73 | 65 | 33 | 26 | 18 | 9 |
| 10 | 85 | 76 | 38 | 30 | 21 | 11 |
| 25 | 102 | 90 | 45 | 36 | 25 | 14 |
| 100 | 123 | 109 | 53 | 43 | 30 | 16 |

LLUVIA EFECTIVA (mm)

| Tr (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín) | | | | | |
|--------------|-----------------------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 2.0 | 4.2 | 16.1 | 32.8 | 35.1 | 36.4 |
| 10 | 3.0 | 5.8 | 20.3 | 40.4 | 43.6 | 46.4 |
| 25 | 4.5 | 8.2 | 26.0 | 50.7 | 55.1 | 59.7 |
| 100 | 6.8 | 11.5 | 33.5 | 63.7 | 69.4 | 76.3 |

Nota: La lluvia efectiva se determina por el Método del número del escurrimiento del Soil Conservation Service
 N = 92 (Adoptado)

(*) Las intensidades corresponden a la subcuenca sombreada, calculada como la intensidad puntual afectada por los siguientes factores adoptados de reducción por área:

- . Para duraciones menores o iguales a 60 mín., el factor adoptado es de 0,74
- . Para duraciones mayores o iguales a 120 mín., el factor adoptado es de 1,0

CÁLCULO DEL CAUDAL - CUENCA ARZOBISPO

QUEBRADA ARZOBISPO

CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

| | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| t_p (mín.) | 20.2 | 22.7 | 45.2 | 75.2 | 105.2 | 195.2 |
| t_b (mín.) | 53.8 | 60.5 | 120.6 | 200.7 | 280.8 | 521.1 |
| q_p (m ³ /s-mm) | 3.56 | 3.17 | 1.59 | 0.96 | 0.68 | 0.37 |

CAUDAL BASE (m³/s)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 1.9 | 2.3 | 3.1 | 3.6 | 3.7 | 3.7 |
| 10 | 2.1 | 2.5 | 3.3 | 3.8 | 3.8 | 3.9 |
| 25 | 2.3 | 2.7 | 3.5 | 3.9 | 4.0 | 4.0 |
| 100 | 2.6 | 2.9 | 3.7 | 4.1 | 4.1 | 4.2 |

CAUDALES MÁXIMOS ESCORRENTIA DIRECTA (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 7.2 | 13.3 | 25.6 | 31.4 | 24.0 | 13.4 |
| 10 | 10.8 | 18.5 | 32.2 | 38.6 | 29.8 | 17.1 |
| 25 | 16.1 | 25.9 | 41.3 | 48.4 | 37.6 | 22.0 |
| 100 | 24.1 | 36.6 | 53.2 | 60.9 | 47.4 | 28.1 |

CAUDALES MÁXIMOS TOTALES (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 5 | 9.1 | 15.5 | 28.8 | 35.0 | 27.7 | 17.1 |
| 10 | 12.9 | 20.9 | 35.5 | 42.4 | 33.7 | 21.0 |
| 25 | 18.5 | 28.6 | 44.8 | 52.4 | 41.6 | 26.0 |
| 100 | 26.7 | 39.5 | 56.9 | 65.0 | 51.5 | 32.2 |

CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR, SEGÚN MANNING

| TIPO SECCIÓN | ÁREA DE SECCIÓN (m ²) | S % | n | Q _{LLENO} (m ³ /s) |
|-----------------|-----------------------------------|-----|-------|--|
| 2,55 x 1,50 (*) | 6 | 2 | 0.015 | 30.00 (**) |

(*) 1 m de sección en ladrillo y 0,50 m en pasto, Borde libre de 1,0 m. Z = 1

(**) Capacidad limitada por la velocidad máxima

CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS MENOS CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL CANAL (*)

TIEMPO DE BAJA CAPACIDAD (mín.)

| Tr. (Años) | DURACIÓN LLUVIA (mín.) | | | | | |
|---------------|------------------------|------|------|------|------|-----|
| | 10 | 15 | 60 | 120 | 180 | 360 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 8.6 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 9.2 | 17.3 | 6.6 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 19.3 | 24.9 | 16.6 | 0 |
| 100 | 0 | 14.0 | 27.2 | 30.9 | 24.5 | 4.3 |

CAUDAL (m³/s)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | 12.4 | 3.7 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 14.8 | 22.4 | 11.6 | 0.0 |
| 100 | 0.0 | 9.5 | 26.9 | 35.0 | 21.5 | 2.2 |

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO EN EL EMBALSE (m³)

| | | | | | | |
|-----|-----|--------|---------|---------|---------|-------|
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1299.4 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 1531.4 | 6457.1 | 722.3 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 8531.4 | 16680.3 | 5770.7 | 0.0 |
| 100 | 0.0 | 3974.2 | 21957.4 | 32444.2 | 15808.7 | 286.6 |

(*) 1 m de sección en ladrillo y 0,50 m en pasto, Z = 1

NOTA: Se consideró un caudal mínimo de desborde debido a que existe un embalse de amortiguación, aguas arriba del canal, el cual reduce los picos de la corriente.

**CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARA LAS DIFERENTES QUEBRADAS ESTUDIADAS
DE ACUERDO A LOS CAUDALES DE DESBORDE**

| NOMBRE DE LA QUEBRADA | TR (Años) | Q(Desborde) (m ³ /s) | n | B (m) | S (%) | K | Y ₁ (m) | Y ₂ (m) | V (m/s) | F (kg-f/m) |
|--------------------------------|-----------|-----------------------------------|-------|-------|-------|------|--------------------|--------------------|---------|------------|
| CONTADOR | 100 | 8.3 | 0.015 | 12 | 10 | 0.03 | 0.13 | 0.13 | 5.3 | 369 |
| | | 4.15 | 0.015 | 7 | 2.6 | 0.06 | 0.18 | 0.18 | 3.3 | 196 |
| | | 4.15 | 0.015 | 7 | 1 | 0.09 | 0.24 | 0.24 | 2.5 | 146 |
| | | 4.15 | 0.015 | 7 | 4 | 0.04 | 0.16 | 0.16 | 3.8 | 224 |
| | 100 | 7.3 | 0.015 | 15 | 20 | 0.02 | 0.09 | 0.09 | 5.7 | 278 |
| | | 3.65 | 0.015 | 14 | 2.2 | 0.03 | 0.11 | 0.11 | 2.3 | 60 |
| | | 3.65 | 0.015 | 14 | 0.4 | 0.06 | 0.19 | 0.19 | 1.4 | 36 |
| | | 3.65 | 0.015 | 14 | 0.25 | 0.08 | 0.22 | 0.22 | 1.2 | 31 |
| | | 3.65 | 0.015 | 14 | 0.06 | 0.16 | 0.34 | 0.34 | 0.8 | 20 |
| | | | | | | | | | | |
| DELICIAS DEL CARMEN O TRUJILLO | 10 | 4.25 | 0.015 | 7 | 18 | 0.02 | 0.10 | 0.10 | 6.0 | 365 |
| | | 0 | 0.015 | 14 | 5 | - | - | - | - | - |
| | | 0 | 0.015 | 14 | 2.4 | - | - | - | - | - |
| | 100 | 6.85 | 0.015 | 7 | 18 | 0.03 | 0.13 | 0.13 | 7.25 | 709.88 |
| | | 6.85 | 0.015 | 14 | 5 | 0.03 | 0.13 | 0.13 | 3.77 | 184.60 |
| | | 6.85 | 0.015 | 14 | 2.4 | 0.05 | 0.16 | 0.16 | 3.02 | 147.85 |
| LOS MOLINOS | 10 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 100 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SANTA ANA | 10 | 8.4 | 0.015 | 12 | 10 | 0.03 | 0.13 | 0.13 | 5.35 | 374.75 |
| | | 8.4 | 0.015 | 12 | 8 | 0.04 | 0.14 | 0.14 | 5.00 | 350.27 |
| | | 8.4 | 0.015 | 20 | 3.5 | 0.03 | 0.13 | 0.13 | 3.20 | 134.23 |
| | | 8.4 | 0.015 | 30 | 1.5 | 0.03 | 0.13 | 0.13 | 2.11 | 59.11 |
| | 100 | 13.9 | 0.015 | 12 | 10 | 0.05 | 0.18 | 0.18 | 6.53 | 756.22 |
| | | 13.9 | 0.015 | 12 | 8 | 0.06 | 0.19 | 0.19 | 6.10 | 706.69 |
| | | 13.9 | 0.015 | 20 | 3.5 | 0.06 | 0.18 | 0.18 | 3.90 | 271.19 |
| | | 13.9 | 0.015 | 30 | 1.5 | 0.06 | 0.18 | 0.18 | 2.58 | 119.50 |
| CHICÓ | 10 | 7.3 | 0.015 | 10 | 3 | 0.06 | 0.19 | 0.19 | 3.77 | 275.13 |
| | | 5.11 | 0.015 | 10 | 3 | 0.04 | 0.16 | 0.16 | 3.28 | 167.47 |
| | | 2.19 | 0.015 | 7 | 2 | 0.03 | 0.13 | 0.13 | 2.38 | 74.43 |
| | 100 | 16.9 | 0.015 | 10 | 3 | 0.15 | 0.32 | 0.32 | 5.22 | 882.32 |
| | | 11.83 | 0.015 | 10 | 3 | 0.10 | 0.26 | 0.26 | 4.55 | 538.09 |
| | | 5.07 | 0.015 | 7 | 2 | 0.08 | 0.22 | 0.22 | 3.30 | 238.75 |
| LOS ROSALES | 10 | 6.3 | 0.015 | 15 | 4 | 0.03 | 0.13 | 0.13 | 3.32 | 139.51 |
| | | 2.7 | 0.015 | 5 | 3 | 0.05 | 0.16 | 0.16 | 3.31 | 178.58 |
| | | 2.25 | 0.015 | 7 | 4 | 0.02 | 0.11 | 0.11 | 2.97 | 95.41 |
| | | 2.25 | 0.015 | 7 | 3 | 0.03 | 0.12 | 0.12 | 2.72 | 87.42 |
| | 100 | 11.27 | 0.015 | 15 | 4 | 0.06 | 0.18 | 0.18 | 4.18 | 314.06 |
| | | 4.83 | 0.015 | 5 | 3 | 0.08 | 0.23 | 0.23 | 4.13 | 398.94 |
| | | 4.025 | 0.015 | 7 | 4 | 0.04 | 0.15 | 0.15 | 3.73 | 214.29 |
| | | 4.025 | 0.015 | 7 | 3 | 0.05 | 0.17 | 0.17 | 3.41 | 196.27 |
| LA VIEJA | 10 | 7.4 | 0.015 | 20 | 6.2 | 0.02 | 0.10 | 0.10 | 3.61 | 133.59 |
| | | 3.7 | 0.015 | 15 | 1 | 0.04 | 0.14 | 0.14 | 1.77 | 43.66 |
| | | 3.7 | 0.015 | 30 | 3 | 0.01 | 0.07 | 0.07 | 1.88 | 23.13 |
| | | 3.7 | 0.015 | 30 | 1 | 0.02 | 0.09 | 0.09 | 1.35 | 16.63 |
| | 100 | 15.5 | 0.015 | 20 | 6.2 | 0.05 | 0.16 | 0.16 | 4.84 | 375.26 |
| | | 7.75 | 0.015 | 15 | 1 | 0.08 | 0.22 | 0.22 | 2.37 | 122.42 |
| | | 7.75 | 0.015 | 30 | 3 | 0.02 | 0.10 | 0.10 | 2.52 | 65.07 |
| | | 7.75 | 0.015 | 30 | 1 | 0.04 | 0.14 | 0.14 | 1.81 | 46.75 |
| LAS DELICIAS | 10 | 26.1 | 0.015 | 26 | 5.5 | 0.06 | 0.19 | 0.19 | 5.18 | 520.26 |
| | | 26.1 | 0.015 | 26 | 1 | 0.15 | 0.32 | 0.32 | 3.10 | 310.74 |
| | | 26.1 | 0.015 | 50 | 1 | 0.08 | 0.22 | 0.22 | 2.40 | 125.19 |
| | 100 | 45.9 | 0.015 | 26 | 5.5 | 0.11 | 0.27 | 0.27 | 6.48 | 1144.00 |
| | | 45.9 | 0.015 | 26 | 1 | 0.26 | 0.46 | 0.46 | 3.86 | 682.21 |
| | | 45.9 | 0.015 | 50 | 1 | 0.14 | 0.31 | 0.31 | 3.00 | 275.56 |
| ARZOBISPO | 100 | 3.5 | 0.015 | 15 | 5.5 | 0.01 | 0.08 | 0.08 | 2.90 | 67.57 |
| | | 3.5 | 0.015 | 15 | 4 | 0.02 | 0.09 | 0.09 | 2.63 | 61.39 |
| | | 3.5 | 0.015 | 15 | 1 | 0.04 | 0.13 | 0.13 | 1.73 | 40.40 |

ANEXO 3

En este anexo se presentan las carteras de topografía de los levantamientos planimétricos y altimétricos realizados sobre el Humedal Juan Amarillo.

Adicionalmente se presentan los listados con las características (ángulos, distancia, coordenadas y cotas) de los puntos radiados.

De este levantamiento no se presenta un plano específico, pero en las [Figuras Nos. 2.23 a 2.27](#) se puede observar una localización en planta y algunas secciones transversales típicas.

ANEXO 4

Se presenta a continuación una evaluación de los costos o pérdidas que se podrían presentar por estrato para diferentes láminas de agua calculadas, para una duración promedio de catorce (14) horas.

Esta evaluación se realizó teniendo en cuenta la infraestructura y muebles típicos de las viviendas en la zona en estudio y sirve para obtener unos índices relativos de la Vulnerabilidad y Riesgo para las posibles zonas de inundación que se determinaron en el estudio.

Los costos se presentan por unidad de vivienda y fueron calculados para el primer semestre del año de 1999.

Adicionalmente, se presentan unas curvas de vulnerabilidad donde se puede obtener dependiendo de la duración de la inundación y la lámina de agua los costos o pérdidas estimados por unidad de vivienda, para cada estrato.

LISTA DE CUADROS ANEXO No. 4

- CUADRO No. A4-1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE VULNERABILIDAD PARA $Tr = 10$ ÑOS
- CUADRO No. A4-2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE VULNERABILIDAD PARA $Tr = 100$ ÑOS

LISTA DE FIGURAS ANEXO No. 4

- FIGURA No. A-14 CURVA DE VULNERABILIDAD ESTRATO 1
RELACIÓN COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA Vs. LÁMINA
- FIGURA No. A-15 CURVA DE VULNERABILIDAD ESTRATO 2
RELACIÓN COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA Vs. LÁMINA
- FIGURA No. A-16 CURVA DE VULNERABILIDAD ESTRATO 3
RELACIÓN COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA Vs. LÁMINA
- FIGURA No. A-17 CURVA DE VULNERABILIDAD ESTRATO 4
RELACIÓN COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA Vs. LÁMINA
- FIGURA No. A-18 CURVA DE VULNERABILIDAD ESTRATO 5
RELACIÓN COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA Vs. LÁMINA
- FIGURA No. A-19 CURVA DE VULNERABILIDAD ESTRATO 6
RELACIÓN COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA Vs. LÁMINA

CUADRO No. A4 - 1
CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE VULNERABILIDAD PARA $T_r = 10$ AÑOS

| AREA No. | AREA (ha) | ESTRATO | TIPO DE DAÑO | No. DE VIVIENDAS | VALOR UNITARIO UNIDAD | COSTO TOTAL (miles de \$) | POBLACION AFECTADA |
|----------|-------------|---------|--------------|------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1 | 0,71 | 2 | MODERADO | 41 | \$ 2.737 | \$ 112.593 | 238 |
| 2 | 0,72 | 2 | MODERADO | 42 | \$ 2.737 | \$ 114.179 | 241 |
| 3 | 0,82 | 3 | MODERADO | 48 | \$ 3.558 | \$ 169.043 | 275 |
| 4 | 0,16 | 2 | MODERADO | 9 | \$ 2.737 | \$ 24.633 | 52 |
| 5 | 0,14 | 2 | MODERADO | 8 | \$ 2.737 | \$ 21.554 | 46 |
| 6 | 0,65 | 2 | MODERADO | 26 | \$ 2.737 | \$ 71.749 | 152 |
| 7 | 0,28 | 2 | MODERADO | 17 | \$ 2.737 | \$ 46.395 | 98 |
| 8 | 2,01 | 2 | MODERADO | 122 | \$ 2.737 | \$ 333.053 | 703 |
| 9 | 0,10 | 2 | MODERADO | 6 | \$ 2.737 | \$ 15.790 | 33 |
| 10 | 0,08 | 2 | MODERADO | 5 | \$ 2.737 | \$ 12.632 | 27 |
| 12 | 0,19 | 1 | MODERADO | 19 | \$ 1.368 | \$ 25.992 | 110 |
| 13 | 4,04 | 1 | MODERADO | 404 | \$ 1.368 | \$ 552.672 | 2.335 |
| 14 | 0,02 | 6 | SEVERO | 1 | \$ 13.895 | \$ 13.895 | 3 |
| 15 | 0,01 | 6 | SEVERO | 1 | \$ 13.895 | \$ 13.895 | 3 |
| 16 | 0,11 | 6 | SEVERO | 1 | \$ 13.895 | \$ 18.341 | 4 |
| 17 | 0,03 | 6 | SEVERO | 1 | \$ 13.895 | \$ 13.895 | 3 |
| 18 | 0,06 | 6 | SEVERO | 1 | \$ 13.895 | \$ 10.004 | 2 |
| 19 | 5,05 | 5 | ALTO | 70 | \$ 9.553 | \$ 669.126 | 217 |
| 20 | 0,71 | 5 | ALTO | 56 | \$ 9.553 | \$ 533.386 | 173 |
| 21 | 5,04 | 5 | ALTO | 244 | \$ 9.553 | \$ 2.335.617 | 758 |
| 22 | 4,31 | 5 | ALTO | 314 | \$ 9.553 | \$ 2.995.367 | 972 |
| 23 | 0,20 | 4 | ALTO | 10 | \$ 6.824 | \$ 67.162 | 37 |
| 24 | 0,61 | 6 | SEVERO | 7 | \$ 13.895 | \$ 101.711 | 23 |
| 25 | 0,89 | 6 | SEVERO | 11 | \$ 13.895 | \$ 148.399 | 33 |
| 26 | 0,60 | 1 | MODERADO | 29 | \$ 1.368 | \$ 39.784 | 168 |

CUADRO No. A4- 2
CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE VULNERABILIDAD PARA Tr = 100 AÑOS

| AREA No. | SECTOR DANE | AREA (ha) | ESTRATO | TIPO DE DAÑO | No. DE VIVIENDAS | VALOR UNITARIO UNIDAD | COSTO TOTAL (miles de \$) | POBLACION AFECTADA |
|----------|-------------|-------------|---------|--------------|------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1 | 9219 | 69,30 | 2 | MODERADO | 8.316 | \$ 2.935 | \$ 24.407.460 | 48.066 |
| 2 | 9215 | 27,66 | 2 | MODERADO | 3.319 | \$ 2.935 | \$ 9.741.852 | 19.185 |
| 3 | 9218 | 51,10 | 2 | MODERADO | 6.132 | \$ 2.935 | \$ 17.997.420 | 35.443 |
| 4 | 9217 | 9,48 | 2 | MODERADO | 1.138 | \$ 2.935 | \$ 3.338.856 | 6.575 |
| 5 | 9215 | 0,71 | 2 | MODERADO | 41 | \$ 4.053 | \$ 166.730 | 238 |
| 6 | 9215 | 1,48 | 2 | MODERADO | 86 | \$ 1.408 | \$ 120.738 | 496 |
| 7 | 9215 | 0,72 | 2 | MODERADO | 42 | \$ 4.053 | \$ 169.078 | 241 |
| 8 | 9215 | 0,33 | 2 | MODERADO | 19 | \$ 1.408 | \$ 26.921 | 111 |
| 9 | 9215 | 0,82 | 3 | MODERADO | 48 | \$ 5.269 | \$ 250.334 | 275 |
| 10 | 9215 | 1,00 | 3 | MODERADO | 58 | \$ 1.830 | \$ 106.030 | 335 |
| 11 | 9214 | 0,16 | 2 | MODERADO | 9 | \$ 4.053 | \$ 36.477 | 52 |
| 12 | 9214 | 0,60 | 2 | MODERADO | 34 | \$ 1.408 | \$ 47.520 | 195 |
| 13 | 9214 | 0,14 | 2 | MODERADO | 8 | \$ 4.053 | \$ 31.917 | 46 |
| 14 | 9214 | 0,06 | 2 | MODERADO | 3 | \$ 1.408 | \$ 4.752 | 20 |
| 15 | 9216 | 0,65 | 2 | MODERADO | 26 | \$ 4.053 | \$ 106.247 | 152 |
| 16 | 9216 | 0,12 | 2 | MODERADO | 5 | \$ 1.408 | \$ 6.814 | 28 |
| 17 | 9206 | 0,28 | 2 | MODERADO | 17 | \$ 4.053 | \$ 68.703 | 98 |
| 18 | 9206 | 0,02 | 2 | MODERADO | 1 | \$ 1.408 | \$ 1.705 | 7 |
| 19 | 9206 | 2,01 | 2 | MODERADO | 122 | \$ 4.053 | \$ 493.191 | 703 |
| 20 | 9206 | 0,60 | 2 | MODERADO | 36 | \$ 1.408 | \$ 51.144 | 210 |
| 21 | 9205 | 0,10 | 2 | MODERADO | 6 | \$ 4.053 | \$ 23.382 | 33 |
| 22 | 9205 | 0,08 | 2 | MODERADO | 5 | \$ 4.053 | \$ 18.705 | 27 |
| 23 | 9205 | 0,87 | 2 | MODERADO | 50 | \$ 1.408 | \$ 70.668 | 290 |
| 24 | 9205 | 0,45 | 2 | MODERADO | 26 | \$ 4.053 | \$ 105.218 | 150 |
| 25 | 9205 | 0,88 | 2 | MODERADO | 51 | \$ 1.408 | \$ 71.480 | 293 |
| 26 | 9999 | 0,19 | 1 | MODERADO | 19 | \$ 2.026 | \$ 38.494 | 110 |
| 27 | 9999 | 4,04 | 1 | MODERADO | 404 | \$ 2.026 | \$ 818.504 | 2.335 |
| 28 | 9999 | 2,64 | 2 | MODERADO | 153 | \$ 1.408 | \$ 215.593 | 885 |
| 29 | 9999 | 0,02 | 6 | SEVERO | 1 | \$ 19.270 | \$ 19.270 | 3 |
| 30 | 9999 | 0,01 | 6 | SEVERO | 1 | \$ 19.270 | \$ 19.270 | 3 |
| 31 | 9999 | 0,11 | 6 | SEVERO | 1 | \$ 19.270 | \$ 25.436 | 4 |
| 32 | 9999 | 0,03 | 6 | SEVERO | 1 | \$ 19.270 | \$ 19.270 | 3 |
| 33 | 9999 | 0,10 | 6 | ALTO | 1 | \$ 8.423 | \$ 10.108 | 4 |
| 34 | 9999 | 0,06 | 6 | SEVERO | 1 | \$ 19.270 | \$ 13.874 | 2 |
| 35 | 9999 | 0,05 | 6 | ALTO | 1 | \$ 8.423 | \$ 5.054 | 2 |
| 36 | 9109 | 5,05 | 5 | SEVERO | 70 | \$ 13.795 | \$ 966.250 | 217 |
| 37 | 9109 | 4,51 | 5 | ALTO | 63 | \$ 9.788 | \$ 612.276 | 194 |
| 38 | 9111 | 0,16 | 5 | ALTO | 8 | \$ 9.788 | \$ 75.971 | 24 |
| 39 | 9118 | 0,71 | 5 | SEVERO | 56 | \$ 13.795 | \$ 770.236 | 173 |
| 40 | 9118 | 0,29 | 5 | ALTO | 23 | \$ 9.788 | \$ 223.221 | 71 |
| 41 | 9111 | 5,04 | 5 | SEVERO | 244 | \$ 13.795 | \$ 3.372.745 | 758 |
| 42 | 9111 | 2,08 | 5 | ALTO | 101 | \$ 9.788 | \$ 987.617 | 313 |
| 43 | 5301 | 4,31 | 5 | SEVERO | 314 | \$ 13.795 | \$ 4.325.457 | 972 |
| 44 | 5301 | 2,14 | 5 | ALTO | 156 | \$ 9.788 | \$ 1.523.845 | 483 |
| 45 | 5401 | 0,20 | 4 | SEVERO | 10 | \$ 13.795 | \$ 135.770 | 31 |
| 46 | 5401 | 0,24 | 4 | ALTO | 12 | \$ 6.991 | \$ 82.567 | 45 |
| 47 | 9999 | 0,61 | 6 | SEVERO | 7 | \$ 19.270 | \$ 141.056 | 23 |
| 48 | 9999 | 0,39 | 6 | ALTO | 5 | \$ 8.423 | \$ 39.420 | 15 |
| 49 | 9999 | 0,89 | 6 | SEVERO | 11 | \$ 19.270 | \$ 205.804 | 33 |
| 50 | 5601 | 0,60 | 1 | MODERADO | 29 | \$ 2.026 | \$ 58.920 | 168 |
| 51 | 5601 | 0,22 | 1 | MENORES | 11 | \$ 703 | \$ 7.496 | 62 |
| 52 | 5613 | 0,20 | 3 | MODERADO | 7 | \$ 1.830 | \$ 12.294 | 39 |
| 53 | 5637 | 0,01 | 1 | MENORES | 1 | \$ 703 | \$ 444 | 4 |
| 54 | 5622 | 0,01 | 1 | MENORES | 1 | \$ 703 | \$ 665 | 5 |

NOTAS: Los valores corresponden al primer periodo de 1999, incluye costos directos e indirectos.

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD
PÉRDIDAS EN (\$) POR UNIDAD DE VIVIENDA
DEL ESTRATO 1**

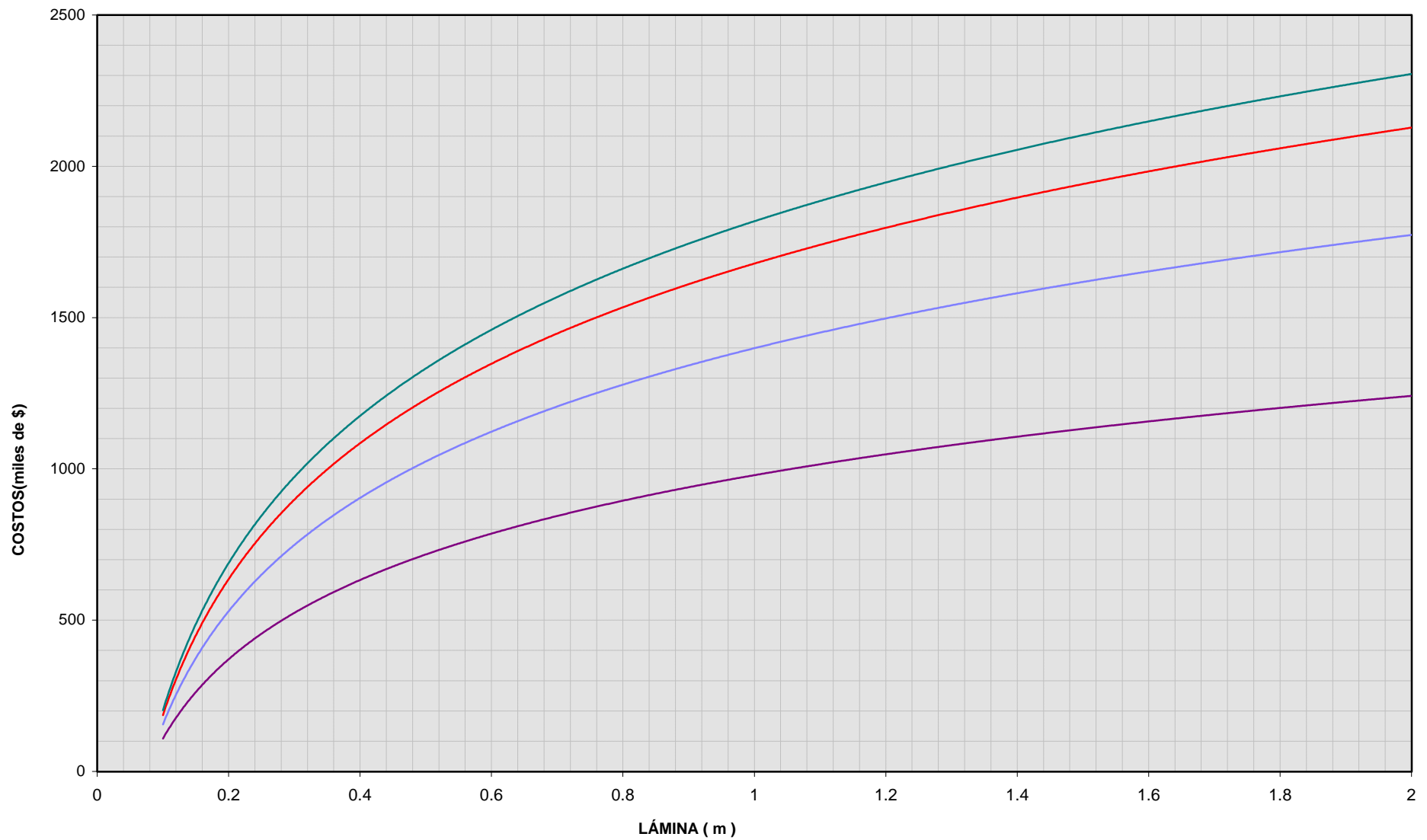
LÁMINA 0,20

| | Valores en miles de \$ |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Pisos en vinisol o similar | 376 |
| Nevera Reposición parcial | 75 |
| Pañete | 34 |
| Vinilo/pañete | 45 |
| TOTAL | 530 |

LÁMINA 0,7

| | Valores en miles de \$ |
|---|-----------------------------------|
| Pisos en vinisol o similar | 376 |
| Nevera Reposición parcial | 150 |
| Pañete | 172 |
| Vinilo | 180 |
| Instalacion Electrica reparación parcial | 78 |
| Muebles sala y enseres con daño 50% valor | 250 |
| TOTAL | 1.206 |

- NOTAS:**
1. Valores correspondientes al primer semestre del año 1999 (Incluyen costos Directos e Indirectos).
 2. La estimación de los costos se realizó teniendo como promedio una duración de la inundación de catorce (14) horas.
 3. Para otras duraciones (Ver gráficas adjuntas) se establecieron los siguientes criterios:
 - Para 3 horas: la medida es de aprox. un 70% del valor estimado para la duración de 14 horas
 - Para 20 horas: la medida es de aprox. un 20% más del valor estimado para la duración de 14 horas
 - Para 25 horas: la medida es de aprox. un 50% más del valor estimado para la duración de 14 horas



**ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
DEL RIO JUAN AMARILLO**

CURVA DE VULNERABILIDAD ESTRATO 1
RELACION COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA Vs LAMINA

FIGURA No.
A-14

REFERENCIA
65-IFFA-14

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD
PÉRDIDAS EN (\$) POR UNIDAD DE VIVIENDA
DEL ESTRATO 2**

LÁMINA 0,20

| | Valores en miles de \$ |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Pisos en vinisol o similar | 753 |
| Nevera Reposición parcial | 150 |
| Pañete | 69 |
| Vinilo/pañete | 90 |
| TOTAL | 1.062 |

LÁMINA 0,70

| | Valores en miles de \$ |
|---|-----------------------------------|
| Pisos en vinisol o similar | 753 |
| Nevera Reposición parcial 500.000 x 0,60 | 300 |
| Pañete | 344 |
| Vinilo | 361 |
| Instalacion Electrica reparación parcial | 156 |
| Muebles sala y enseres con daño 50% valor | 500 |
| TOTAL | 2.414 |

- NOTAS:**
1. Valores correspondientes al primer semestre del año 1999 (Incluyen costos Directos e Indirectos).
 2. La estimación de los costos se realizó teniendo como promedio una duración de la inundación de catorce (14) horas.
 3. Para otras duraciones (Ver gráficas adjuntas) se establecieron los siguientes criterios:
 - Para 3 horas: la medida es de aprox. un 70% del valor estimado para la duración de 14 horas
 - Para 20 horas: la medida es de aprox. un 20% más del valor estimado para la duración de 14 horas
 - Para 25 horas: la medida es de aprox. un 50% más del valor estimado para la duración de 14 horas

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD
PÉRDIDAS EN (\$) POR UNIDAD DE VIVIENDA
DEL ESTRATO 3**

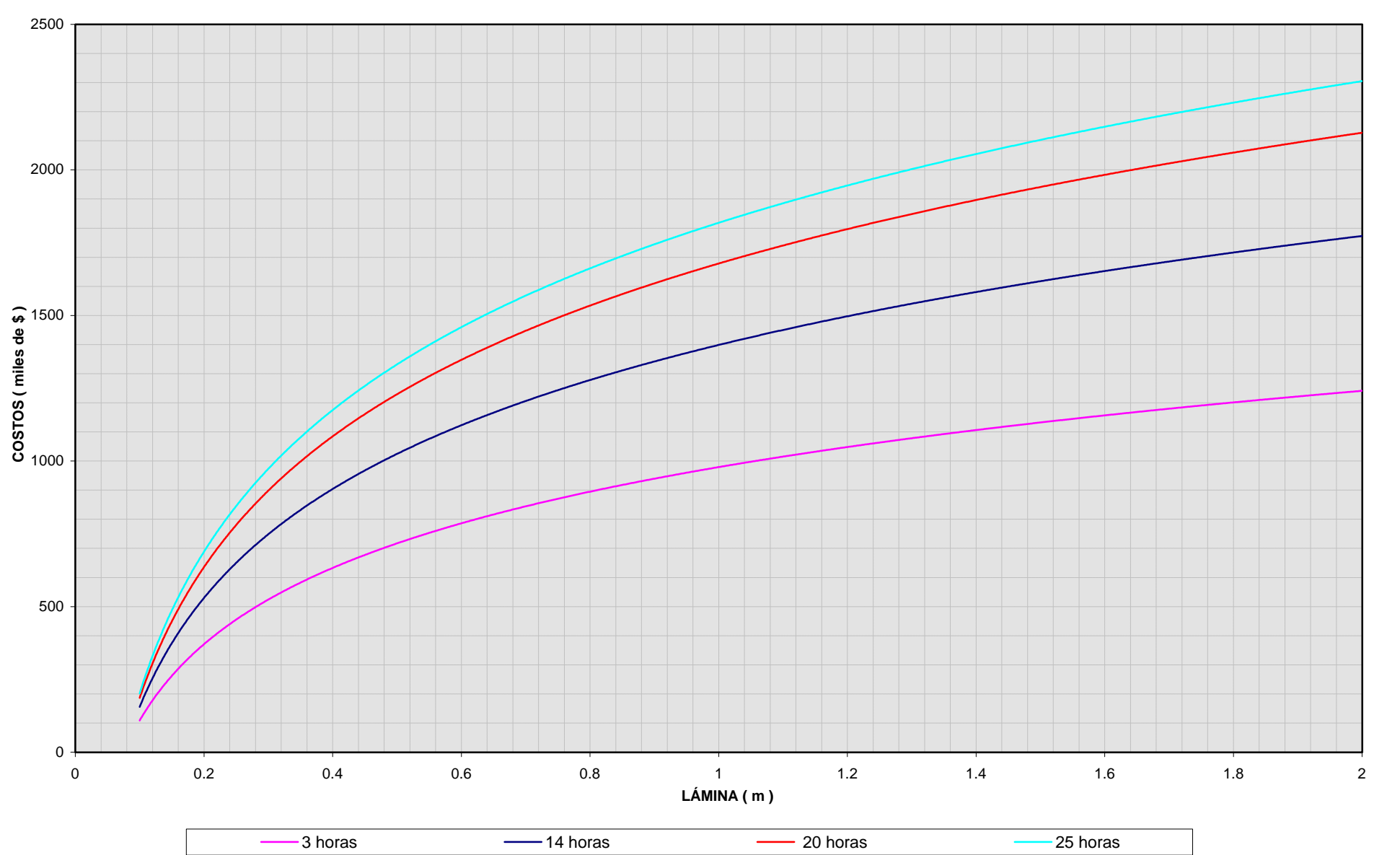
LÁMINA 0,20

| | Valores en miles de \$ |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Pisos en vinisol o similar | 979 |
| Nevera Reposición parcial | 195 |
| Pañete | 90 |
| Vinilo/pañete | 117 |
| TOTAL | 1.381 |

LÁMINA 0,70

| | Valores en miles de \$ |
|---|-----------------------------------|
| Pisos en vinisol o similar | 979 |
| Nevera Reposición parcial | 390 |
| Pañete | 447 |
| Vinilo | 469 |
| Instalacion Electrica reparación parcial | 203 |
| Muebles sala y enseres con daño 50% valor | 650 |
| TOTAL | 3.138 |

- NOTAS:**
1. Valores correspondientes al primer semestre del año 1999 (Incluyen costos Directos e Indirectos).
 2. La estimación de los costos se realizó teniendo como promedio una duración de la inundación de catorce (14) horas.
 3. Para otras duraciones (Ver gráficas adjuntas) se establecieron los siguientes criterios:
 - Para 3 horas: la medida es de aprox. un 70% del valor estimado para la duración de 14 horas
 - Para 20 horas: la medida es de aprox. un 20% más del valor estimado para la duración de 14 horas
 - Para 25 horas: la medida es de aprox. un 50% más del valor estimado para la duración de 14 horas



**ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO**
 CURVA DE VULNERABILIDAD ESTRATO 3
 RELACION COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA Vs LAMINA

FIGURA No.
 A-16
REFERENCIA
 65-IFFA-16

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD
PÉRDIDAS EN (\$) POR UNIDAD DE VIVIENDA
DEL ESTRATO 4**

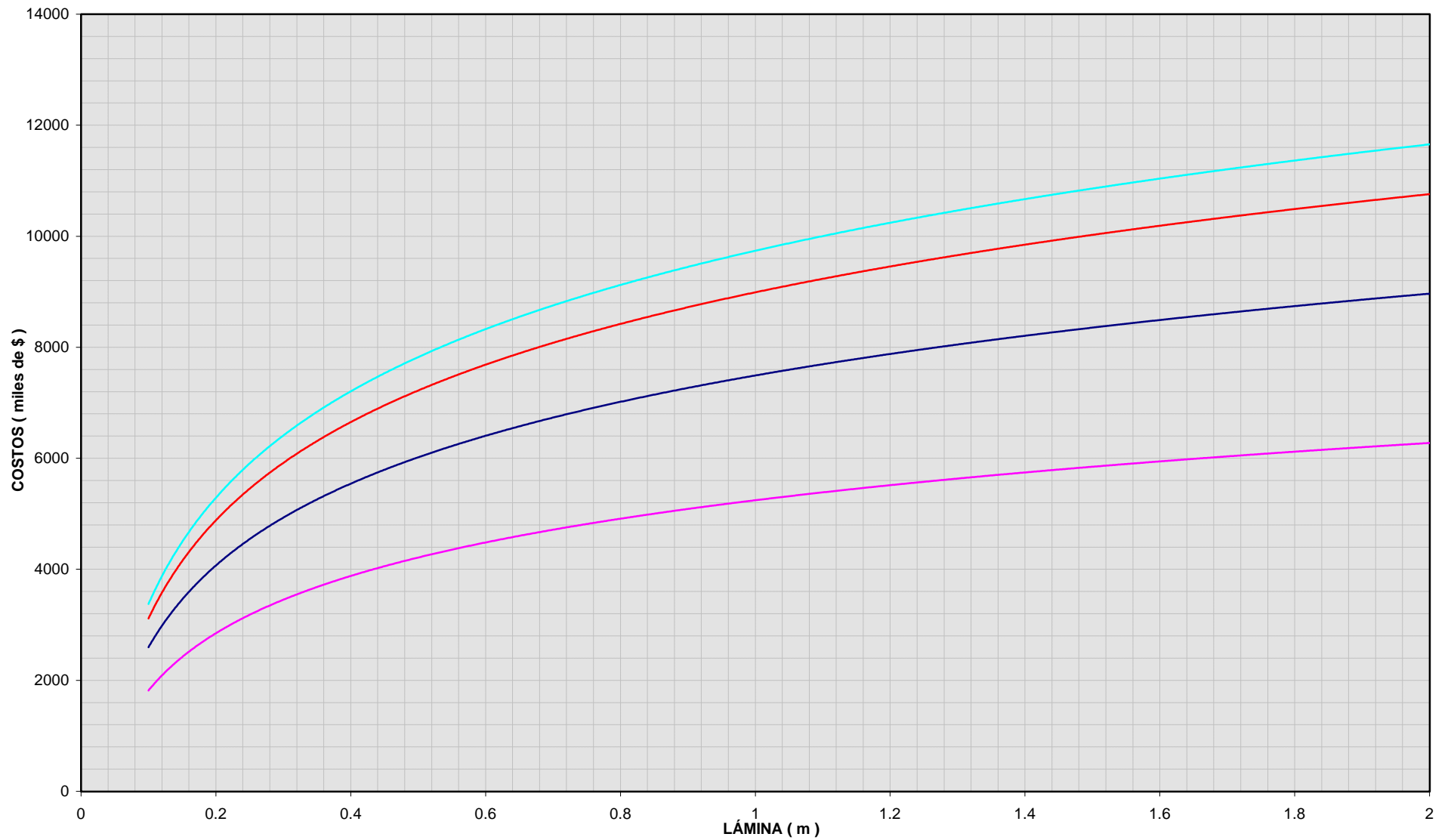
LÁMINA 0,20 m

| | Valores en miles de \$ |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Nevera | 350 |
| Piso en enchape o lavado de tapetes | 1000 |
| Pisos en madera | 2343 |
| Pañete | 63 |
| Estuco y Vinilo | 313 |
| TOTAL | 4.069 |

LÁMINA 0,70

| | Valores en miles de \$ |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Nevera | 700 |
| Pisos en Alfombra | 1000 |
| Pisos en Madera | 2343 |
| Pañete | 438 |
| Estuco y vinilo | 940 |
| Reparación total Sistema Eléctrico | 312 |
| Muebles y enseres 50% valor | 1000 |
| TOTAL | 6.733 |

- NOTAS:**
1. Valores correspondientes al primer semestre del año 1999 (Incluyen costos Directos e Indirectos).
 2. La estimación de los costos se realizó teniendo como promedio una duración de la inundación de catorce (14) horas.
 3. Para otras duraciones (Ver gráficas adjuntas) se establecieron los siguientes criterios:
 - Para 3 horas: la medida es de aprox. un 70% del valor estimado para la duración de 14 horas
 - Para 20 horas: la medida es de aprox. un 20% más del valor estimado para la duración de 14 horas
 - Para 25 horas: la medida es de aprox. un 50% más del valor estimado para la duración de 14 horas



— 3 horas
 — 14 horas
 — 20 horas
 — 25 horas



**ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO**
 CURVA DE VULNERABILIDAD ESTRATO 4
 RELACION COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA Vs LAMINA

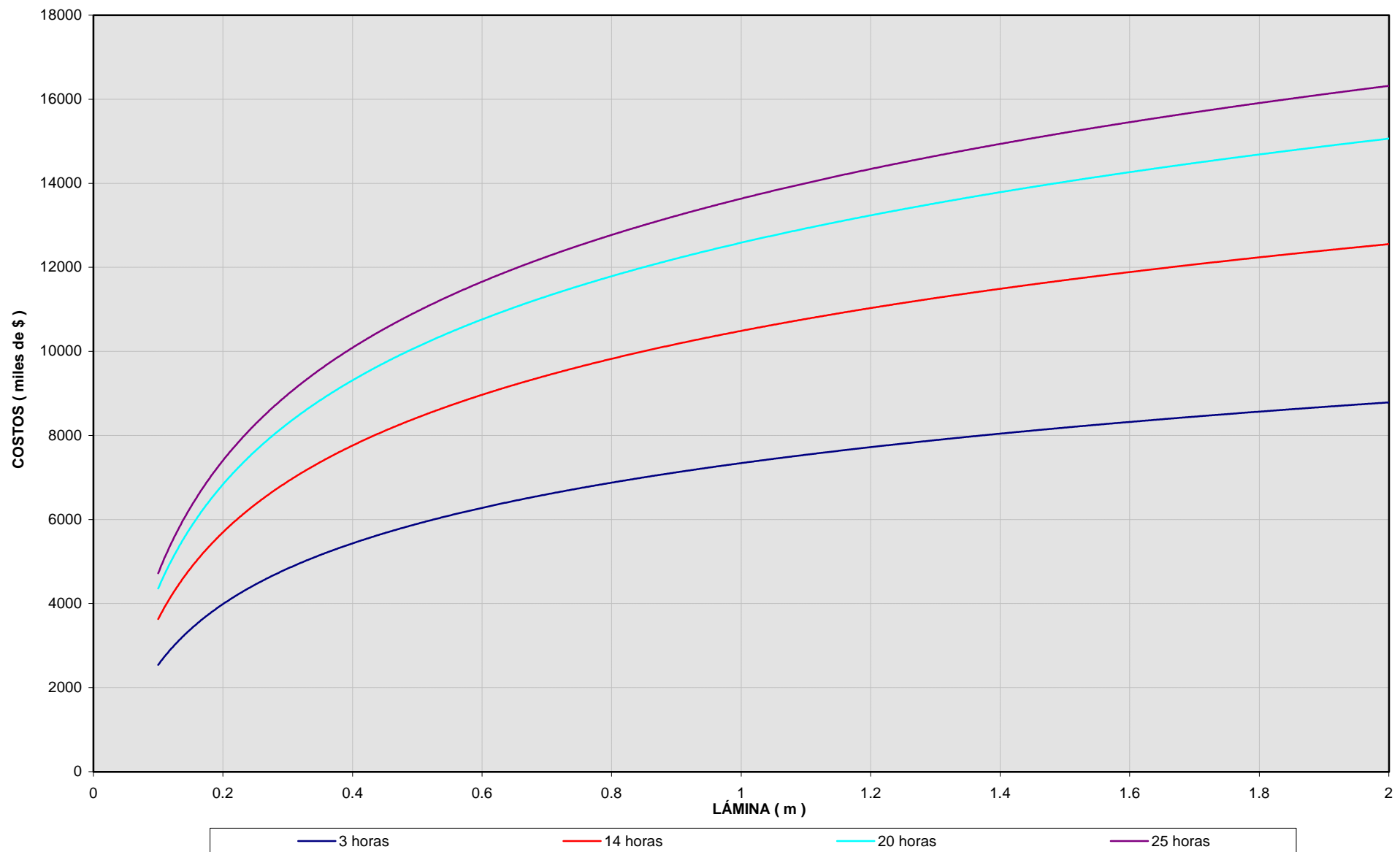
FIGURA No.
 A-17
REFERENCIA
 65-IFFA-17

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD
PÉRDIDAS EN (\$) POR UNIDAD DE VIVIENDA
DEL ESTRATO 5**

| LÁMINA 0,20 m | | Valores en miles de \$ |
|-------------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| Nevera | | 490 |
| Piso en enchape o lavado de tapetes | | 1400 |
| Pisos en madera | | 3280 |
| Pañete | | 88 |
| Estuco y Vinilo | | 438 |
| | TOTAL | 5.696 |

| LÁMINA 0,70 | | Valores en miles de \$ |
|------------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| Nevera | | 980 |
| Pisos en Alfombra | | 1400 |
| Pisos en Madera | | 3280 |
| Pañete | | 613 |
| Estuco y vinilo | | 1316 |
| Reparación total Sistema Eléctrico | | 437 |
| Muebles y enseres 50% valor | | 1400 |
| | TOTAL | 9.426 |

- NOTAS:**
1. Valores correspondientes al primer semestre del año 1999 (Incluyen costos Directos e Indirectos).
 2. La estimación de los costos se realizó teniendo como promedio una duración de la inundación de catorce (14) horas.
 3. Para otras duraciones (Ver gráficas adjuntas) se establecieron los siguientes criterios:
 - Para 3 horas: la medida es de aprox. un 70% del valor estimado para la duración de 14 horas
 - Para 20 horas: la medida es de aprox. un 20% más del valor estimado para la duración de 14 horas
 - Para 25 horas: la medida es de aprox. un 50% más del valor estimado para la duración de 14 horas



**ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
DEL RIO JUAN AMARILLO**
CURVA DE VULNERABILIDAD ESTRATO 5
RELACION COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA Vs LAMINA

FIGURA No.
A-18
REFERENCIA
65-IFFA-18

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD
PÉRDIDAS EN (\$) POR UNIDAD DE VIVIENDA
DEL ESTRATO 6**

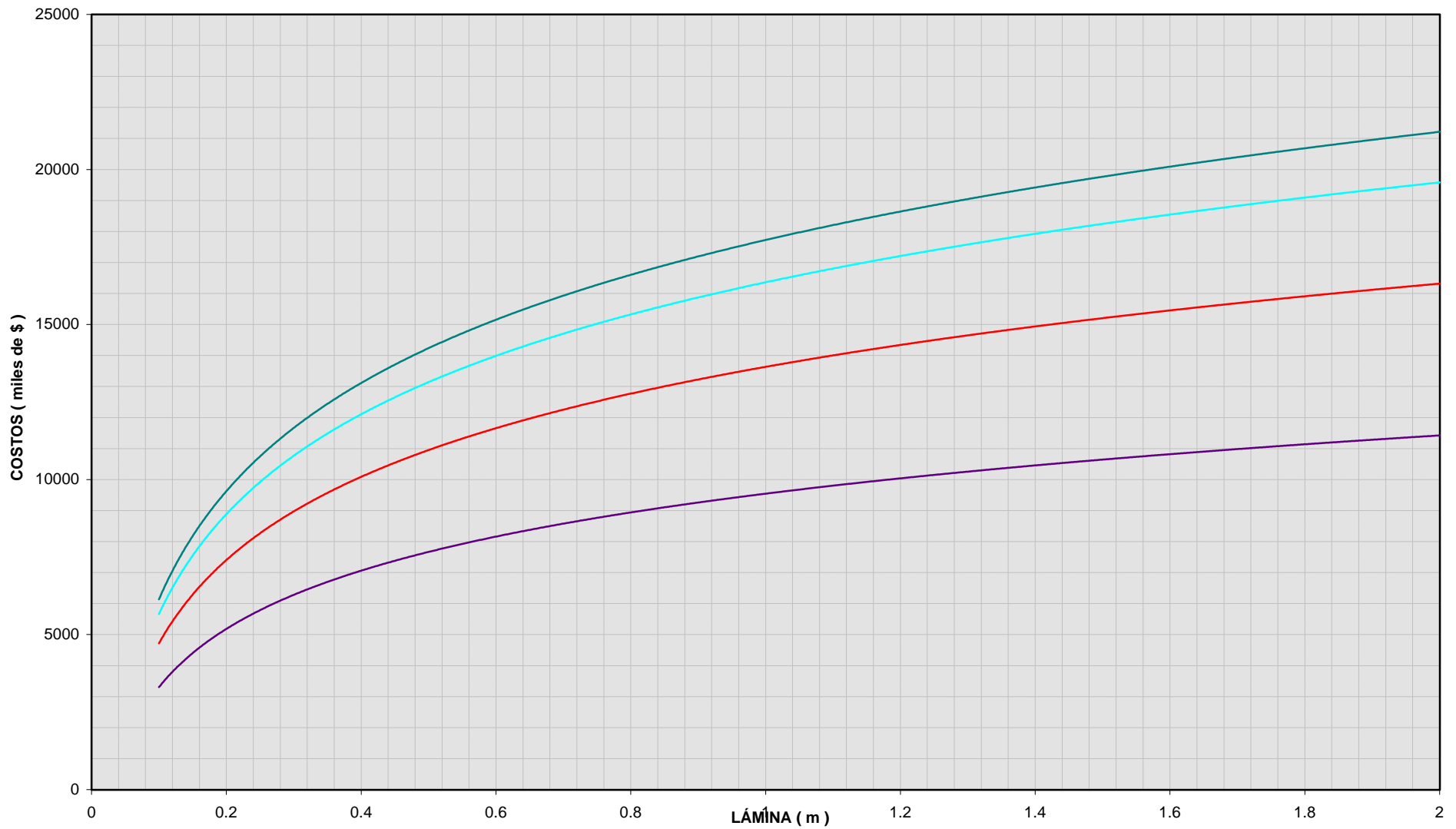
LÁMINA 0,20 m

| | Valores en miles de \$ |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Nevera | 637 |
| Piso en enchape o lavado de tapetes | 1820 |
| Pisos en madera | 4264 |
| Pañete | 114 |
| Estuco y Vinilo | <u>569</u> |
| TOTAL | 7.404 |

LÁMINA 0,70

| | Valores en miles de \$ |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Nevera | 1274 |
| Pisos en Alfombra | 1820 |
| Pisos en Madera | 4264 |
| Pañete | 797 |
| Estuco y vinilo | 1711 |
| Reparación total Sistema Eléctrico | 568 |
| Muebles y enseres 50% valor | <u>1820</u> |
| TOTAL | 12.254 |

- NOTAS:**
1. Valores correspondientes al primer semestre del año 1999 (Incluyen costos Directos e Indirectos).
 2. La estimación de los costos se realizó teniendo como promedio una duración de la inundación de catorce (14) horas.
 3. Para otras duraciones (Ver gráficas adjuntas) se establecieron los siguientes criterios:
 - Para 3 horas: la medida es de aprox. un 70% del valor estimado para la duración de 14 horas
 - Para 20 horas: la medida es de aprox. un 20% más del valor estimado para la duración de 14 horas
 - Para 25 horas: la medida es de aprox. un 50% más del valor estimado para la duración de 14 horas



**ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
DEL RIO JUAN AMARILLO**
CURVA DE VULNERABILIDAD ESTRATO 6
RELACION COSTOS POR UNIDAD DE VIVIENDA Vs LAMINA

FIGURA No.
A-19
REFERENCIA
65-IFFA-19

ANEXO 5

En este anexo se presentan los cuadros con la evaluación y los resultados de los costos o pérdidas totales que se podrían presentar para diferentes láminas de agua y para diferentes períodos de retorno.

La metodología utilizada para la delimitación de las áreas estudiadas obedece a la topografía, al tipo de estrato y a la divisoria de los sectores DANE. El número de viviendas afectadas por cada área de estudio fue calculada teniendo en cuenta una densificación media y apoyados en el conocimiento de la zona.

El número de las áreas varían dependiendo de los niveles de inundación, los cuales se encuentran referidos al período de retorno.

Los costos unitarios corresponden al primer semestre de 1999, incluyen costos directos e indirectos. El soporte técnico se presenta en el anexo No. 4.

Los resultados de la población afectada están estimados para el año de 1999, a partir de los resultados del censo de 1993 y del Estudio de Actualización de Población y Demanda elaborado por la EAAB-ESP.

Hacen parte de este anexo los siguientes cuadros:

LISTA DE CUADROS ANEXO No. 5

CUADRO No. A5-1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE RIEGO

CUADRO No. A5 - 1
ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO
CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS DE RIESGO

| AREA No. | SECTOR DANE | AREA (ha) | ESTRATO | TIPO DE RIESGO | No. DE VIVIENDAS | VALOR UNITARIO UNIDAD | COSTO TOTAL (miles de \$) | POBLACION AFECTADA |
|----------|-------------|-------------|---------|----------------|------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1 | 9219 | 69,30 | 2 | MEDIO | 8.316 | \$ 1.924 | \$ 15.999.984 | 48066 |
| 2 | 9215 | 27,66 | 2 | MEDIO | 3.319 | \$ 1.924 | \$ 6.386.141 | 19185 |
| 3 | 9218 | 51,10 | 2 | MEDIO | 6.132 | \$ 1.924 | \$ 11.797.968 | 35443 |
| 4 | 9217 | 9,48 | 2 | MEDIO | 1.138 | \$ 1.924 | \$ 2.188.742 | 6575 |
| 5 | 9215 | 0,71 | 2 | ALTO | 41 | \$ 5.106 | \$ 210.048 | 238 |
| 6 | 9215 | 1,48 | 2 | MEDIO | 86 | \$ 866 | \$ 74.261 | 496 |
| 7 | 9215 | 1,66 | 2 | BAJO | 96 | \$ 151 | \$ 14.523 | 556 |
| 8 | 9215 | 0,72 | 2 | ALTO | 42 | \$ 5.106 | \$ 213.006 | 241 |
| 9 | 9215 | 0,33 | 2 | MEDIO | 19 | \$ 866 | \$ 16.558 | 111 |
| 10 | 9215 | 0,34 | 2 | BAJO | 20 | \$ 151 | \$ 2.975 | 114 |
| 11 | 9215 | 0,82 | 3 | ALTO | 48 | \$ 6.637 | \$ 315.329 | 275 |
| 12 | 9215 | 1,00 | 3 | MEDIO | 58 | \$ 1.126 | \$ 65.240 | 335 |
| 13 | 9215 | 1,01 | 3 | BAJO | 59 | \$ 196 | \$ 11.470 | 338 |
| 14 | 9214 | 0,16 | 2 | ALTO | 9 | \$ 5.106 | \$ 45.954 | 52 |
| 15 | 9214 | 0,60 | 2 | MEDIO | 34 | \$ 866 | \$ 29.228 | 195 |
| 16 | 9214 | 0,68 | 2 | BAJO | 38 | \$ 151 | \$ 5.776 | 221 |
| 17 | 9214 | 0,14 | 2 | ALTO | 8 | \$ 5.106 | \$ 40.210 | 46 |
| 18 | 9214 | 0,06 | 2 | MEDIO | 3 | \$ 866 | \$ 2.923 | 20 |
| 19 | 9214 | 0,05 | 2 | BAJO | 3 | \$ 151 | \$ 425 | 16 |
| 20 | 9216 | 0,65 | 2 | ALTO | 26 | \$ 5.106 | \$ 133.851 | 152 |
| 21 | 9216 | 0,12 | 2 | MEDIO | 5 | \$ 866 | \$ 4.191 | 28 |
| 22 | 9216 | 0,12 | 2 | BAJO | 5 | \$ 151 | \$ 731 | 28 |
| 23 | 9216 | 0,05 | 2 | BAJO | 2 | \$ 151 | \$ 304 | 12 |
| 24 | 9206 | 0,28 | 2 | ALTO | 17 | \$ 5.106 | \$ 86.553 | 98 |
| 25 | 9206 | 0,02 | 2 | MEDIO | 1 | \$ 866 | \$ 1.049 | 7 |
| 26 | 9206 | 0,02 | 2 | BAJO | 1 | \$ 151 | \$ 183 | 7 |
| 27 | 9206 | 2,01 | 2 | ALTO | 122 | \$ 5.106 | \$ 621.326 | 703 |
| 28 | 9206 | 0,60 | 2 | MEDIO | 36 | \$ 866 | \$ 31.457 | 210 |
| 29 | 9206 | 0,54 | 2 | BAJO | 33 | \$ 151 | \$ 4.936 | 189 |
| 30 | 9205 | 0,10 | 2 | ALTO | 6 | \$ 5.106 | \$ 29.457 | 33 |
| 31 | 9205 | 0,08 | 2 | ALTO | 5 | \$ 5.106 | \$ 23.565 | 27 |
| 32 | 9205 | 0,87 | 2 | MEDIO | 50 | \$ 866 | \$ 43.465 | 290 |
| 33 | 9205 | 0,91 | 2 | BAJO | 52 | \$ 151 | \$ 7.927 | 303 |
| 34 | 9205 | 0,45 | 2 | ALTO | 26 | \$ 5.106 | \$ 132.554 | 150 |
| 35 | 9205 | 0,88 | 2 | MEDIO | 51 | \$ 866 | \$ 43.964 | 293 |
| 36 | 9205 | 1,29 | 2 | BAJO | 74 | \$ 151 | \$ 11.237 | 430 |
| 37 | 9999 | 0,19 | 1 | ALTO | 19 | \$ 2.551 | \$ 48.469 | 110 |
| 38 | 9999 | 4,04 | 1 | ALTO | 404 | \$ 2.551 | \$ 1.030.604 | 2335 |
| 39 | 9999 | 2,64 | 2 | MEDIO | 153 | \$ 866 | \$ 132.602 | 885 |
| 40 | 9999 | 1,96 | 2 | BAJO | 114 | \$ 151 | \$ 17.166 | 657 |
| 41 | 9999 | 0,02 | 6 | ALTO | 1 | \$ 26.357 | \$ 26.357 | 3 |
| 42 | 9999 | 0,01 | 6 | ALTO | 1 | \$ 26.357 | \$ 26.357 | 3 |
| 43 | 9999 | 0,11 | 6 | ALTO | 1 | \$ 26.357 | \$ 34.791 | 4 |
| 44 | 9999 | 0,03 | 6 | ALTO | 1 | \$ 26.357 | \$ 26.357 | 3 |
| 45 | 9999 | 0,10 | 6 | MEDIO | 1 | \$ 4.905 | \$ 5.886 | 4 |

CUADRO No. A5 - 1 (Continuación)
ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO
CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS DE RIESGO

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|---|-------|-----|-----------|--------------|------|
| 46 | 9999 | 0,21 | 6 | BAJO | 3 | \$ 840 | \$ 2.117 | 8 |
| 47 | 9999 | 0,06 | 6 | ALTO | 1 | \$ 26.357 | \$ 18.977 | 2 |
| 48 | 9999 | 0,05 | 6 | MEDIO | 1 | \$ 4.905 | \$ 2.943 | 2 |
| 49 | 9999 | 0,07 | 6 | BAJO | 1 | \$ 840 | \$ 706 | 3 |
| 50 | 9999 | 0,03 | 6 | BAJO | 1 | \$ 840 | \$ 840 | 3 |
| 51 | 9109 | 5,05 | 5 | ALTO | 70 | \$ 18.669 | \$ 1.307.642 | 217 |
| 52 | 9109 | 4,51 | 5 | MEDIO | 63 | \$ 5.618 | \$ 351.427 | 194 |
| 53 | 9109 | 7,28 | 5 | BAJO | 101 | \$ 920 | \$ 92.896 | 313 |
| 54 | 9111 | 2,43 | 5 | BAJO | 118 | \$ 920 | \$ 108.449 | 365 |
| 55 | 9111 | 0,16 | 5 | MEDIO | 8 | \$ 5.618 | \$ 43.605 | 24 |
| 56 | 9111 | 7,29 | 5 | BAJO | 354 | \$ 920 | \$ 325.347 | 1096 |
| 57 | 9118 | 0,71 | 5 | ALTO | 56 | \$ 18.669 | \$ 1.042.372 | 173 |
| 58 | 9118 | 0,29 | 5 | MEDIO | 23 | \$ 5.618 | \$ 128.122 | 71 |
| 59 | 9118 | 2,13 | 5 | BAJO | 168 | \$ 920 | \$ 154.103 | 519 |
| 60 | 9111 | 5,04 | 5 | ALTO | 244 | \$ 18.669 | \$ 4.564.391 | 758 |
| 61 | 9111 | 2,08 | 5 | MEDIO | 101 | \$ 5.618 | \$ 566.861 | 313 |
| 62 | 9111 | 17,21 | 5 | BAJO | 835 | \$ 920 | \$ 768.069 | 2588 |
| 63 | 5303 | 4,18 | 5 | BAJO | 102 | \$ 920 | \$ 93.563 | 315 |
| 64 | 5302 | 3,69 | 5 | BAJO | 248 | \$ 920 | \$ 228.402 | 770 |
| 65 | 5301 | 4,31 | 5 | ALTO | 314 | \$ 18.669 | \$ 5.853.712 | 972 |
| 66 | 5301 | 2,14 | 5 | MEDIO | 156 | \$ 5.618 | \$ 874.638 | 483 |
| 67 | 5301 | 11,96 | 5 | BAJO | 870 | \$ 920 | \$ 800.483 | 2697 |
| 68 | 5401 | 0,20 | 4 | ALTO | 10 | \$ 14.482 | \$ 142.532 | 37 |
| 69 | 5401 | 0,24 | 4 | MEDIO | 12 | \$ 4.013 | \$ 47.395 | 45 |
| 70 | 5401 | 1,69 | 4 | BAJO | 83 | \$ 657 | \$ 54.639 | 315 |
| 71 | 5401 | 1,71 | 5 | BAJO | 84 | \$ 920 | \$ 77.417 | 261 |
| 72 | 5401 | 0,71 | 5 | BAJO | 35 | \$ 920 | \$ 32.144 | 108 |
| 73 | 9999 | 0,61 | 6 | ALTO | 7 | \$ 26.357 | \$ 192.933 | 23 |
| 74 | 9999 | 0,39 | 6 | MEDIO | 5 | \$ 4.905 | \$ 22.955 | 15 |
| 75 | 9999 | 1,18 | 6 | BAJO | 14 | \$ 840 | \$ 11.894 | 44 |
| 76 | 9999 | 0,89 | 6 | ALTO | 11 | \$ 26.357 | \$ 281.493 | 33 |
| 77 | 5601 | 0,60 | 1 | ALTO | 29 | \$ 2.551 | \$ 74.188 | 168 |
| 78 | 5601 | 0,22 | 1 | MEDIO | 11 | \$ 432 | \$ 4.607 | 62 |
| 79 | 5601 | 0,31 | 1 | BAJO | 15 | \$ 75 | \$ 1.127 | 87 |
| 80 | 5613 | 0,20 | 3 | MEDIO | 7 | \$ 1.126 | \$ 7.564 | 39 |
| 81 | 5613 | 0,62 | 3 | BAJO | 21 | \$ 196 | \$ 4.082 | 120 |
| 82 | 5637 | 0,01 | 1 | MEDIO | 1 | \$ 432 | \$ 273 | 4 |
| 83 | 5637 | 0,01 | 1 | BAJO | 1 | \$ 75 | \$ 47 | 4 |
| 84 | 5622 | 0,01 | 1 | MEDIO | 1 | \$ 432 | \$ 409 | 5 |
| 85 | 5622 | 0,01 | 1 | BAJO | 1 | \$ 75 | \$ 71 | 5 |
| 86 | 5622 | 0,16 | 2 | BAJO | 15 | \$ 151 | \$ 2.285 | 87 |

NOTAS: Los valores corresponden al primer periodo de 1999, incluye costos directos e indirectos.
La evaluación de los costos unitarios se presentan en el [anexo No. 4](#) de este informe.
La población afectada esta estimada al año de 1999, teniendo como base el censo de 1993.

ANEXO 6

Como complemento a la información recopilada en las diferentes Entidades, se efectuaron recorridos de campo tendientes a identificar el estado actual de los cuerpos de agua incluidos dentro de la cuenca del Río Juan Amarillo.

Esta labor de campo se realizó especialmente sobre las quebradas localizadas en el sector oriental de la cuenca y en los Humedales Juan Amarillo y Córdoba.

El siguiente registro fotográfico ilustra las principales quebradas, su estado actual, problemática ambiental presentada y estructuras de control y encauzamiento.

Por último se presenta las condiciones actuales de los humedales y su área de ronda.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



(a)



(b)



(c)

FOTO No. 1 FECHA : Ene-99 TOMADA POR: JAIME EDUARDO MORENO

LOCALIZACIÓN: QUEBRADA CONTADOR

DESCRIPCIÓN: LA SECUENCIA ILUSTRAR EL ESTADO ACTUAL DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA CONTADOR, SE OBSERVA UNA ESTRUCTURA DE CONTROL, EL ENTUBAMIENTO DE LA QUEBRADA CON UN MANTENIMIENTO ADECUADO Y EN BUENAS CONDICIONES. (FIG. (a) Y (b)).
LA CUENCA EN GENERAL PRESENTA UN ENTORNO CONSERVADO, NO SE OBSERVA GRAN CANTIDAD DE SEDIMENTOS O ESCOMBROS POR ÚLTIMO EN LA FIG (c) SE MUESTRA EL INICIO DEL CANAL CONTADOR A LA SALIDA DE UN BOX COULVERT DE 2,70 * 2,20 M.

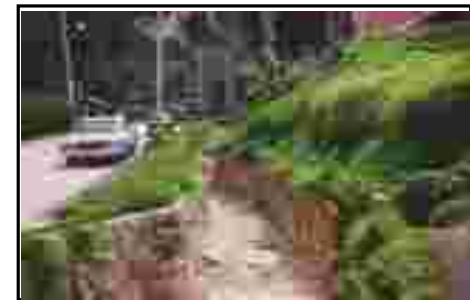
REGISTRO FOTOGRAFICO



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

FOTO No. 2 FECHA : Ene-99 TOMADA POR: JAIME EDUARDO MORENO

LOCALIZACIÓN: QUEBRADA TRUJILLO

DESCRIPCIÓN: LAS FOTOGRAFÍAS MUESTRAN LOS SIGUIENTES PUNTOS SOBRE LA QUEBRADA TRUJILLO.

(a) DESARROLLO DE LA QUEBRADA PARALELO A LAS VÍAS EXISTENTES, SE OBSERVA LA ALTA ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS, ESCOMBROS Y BASURAS.

(b) REMOCIÓN DE SEDIMENTOS EN DESBORDAMIENTOS DE LA QUEBRADA

(c) CANALIZACIÓN DE LA QUEBRADA EN UN SECTOR, EL CANAL PRESENTA FALLAS ESTRUCTURALES Y DETERIORO.

(d) ESTRUCTURA DE ENTUBAMIENTO EN LA QUEBRADA, SE EVIDENCIA LA FALTA DE MANTENIMIENTO Y REMOCIÓN DE SEDIMENTOS.

(e) ESTRUCTURA DE CONTROL PREVIO AL ENTUBAMIENTO PARA CRUCE DE LA CRA. 7a.

REGISTRO FOTOGRAFICO



(a)



(b)

FOTO No. 3 **FECHA :** Ene-99 **TOMADA POR:** JAIME EDUARDO MORENO

LOCALIZACIÓN: QUEBRADA DELICIAS DEL CARMEN - CALLE 127 - CRA. 7

DESCRIPCIÓN: (a) SE MUESTRA LA ESTRUCTURA CONSTRUIDA PARA CONTROL Y RETENCIÓN DE SÓLIDOS (OBSÉRVESE LA ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS) ANTES DEL CRUCE DE LA CARRERA 7a DE LA QUEBRADA.

(b) SE ILUSTRAN EL INICIO DEL CANAL CALLEJAS SOBRE CALLE 127 Ó AVENIDA RODRIGO LARA BONILLA.

REGISTRO FOTOGRAFICO



FOTO No. 4 FECHA : Ene-99 TOMADA POR: JAIME EDUARDO MORENO

LOCALIZACIÓN: CANAL MOLINOS

DESCRIPCIÓN: LA FOTOGRAFÍA ILUSTRÁ EL ESTADO ACTUAL DEL CANAL LOS MOLINOS SOBRE EL SECTOR DE SANTA ANA (COSTADO ORIENTAL DE LA CARRERA 7a), SE OBSERVA UN ADECUADO MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA RONDA.

REGISTRO FOTOGRAFICO



(a)



(b)



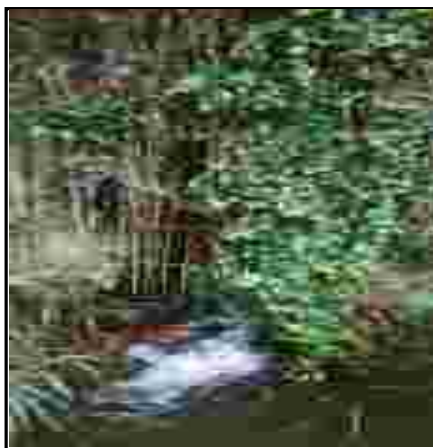
(c)

FOTO No. 5 FECHA : Ene-99 TOMADA POR: JAIME EDUARDO MORENO

LOCALIZACIÓN: QUEBRADA CHICÓ

DESCRIPCIÓN: LA SECUENCIA FOTOGRÁFICA MUESTRA EL RECORRIDO DE LA QUEBRADA, EN LA ILUSTRACIÓN (a) SE OBSERVA LA PARTE ALTA DE LA CUENCA EN DONDE SE TIENEN BUENAS CONDICIONES AMBIENTALES, LA FOTO (b) MUESTRA LA ZONA MEDIA DONDE AÚN SE CONSERVA EL ENTORNO VEGETAL DE LA CUENCA. POR ÚLTIMO EN LA FOTO (c) SE MUESTRA EL PUNTO DONDE LA QUEBRADA CRUZA LA CARRERA 7a, SE TIENE UNA TUBERÍA PROTEGIDA CON UNA REJILLA, LA CUAL CONTROLA EL PASO DE SÓLIDOS, SIN EMBARGO TAL COMO SE MUESTRA SE PRESENTA ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS QUE IMPIDE UN CORRECTO FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO.

REGISTRO FOTOGRAFICO



(a)



(b)



(c)

FOTO No. 6 FECHA : Ene-99 TOMADA POR: JAIME EDUARDO MORENO

LOCALIZACIÓN: QUEBRADA ROSALES

DESCRIPCIÓN: EN LAS ILUSTRACIONES (a) y (b) SE OBSERVA EL ESTADO ACTUAL DE LA CUENCA EN SU PARTE ALTA, NO SE PRESENTA UN DETERIORO SIGNIFICATIVO EN SUS CONDICIONES NATURALES.
EN LA FOTO (c) SE MUESTRA EL SECTOR DONDE ES ENTUBADA LA QUEBRADA, EN CASO DE UN DESBORDAMIENTO ESTA ÁREA SE VERÍA AFECTADA.

REGISTRO FOTOGRAFICO



(a)



(b)

FOTO No. 7 **FECHA :** Ene-99 **TOMADA POR:** JAIME EDUARDO MORENO

LOCALIZACIÓN: QUEBRADA LA VIEJA

DESCRIPCIÓN: LAS FOTOGRAFÍAS ILUSTRAN EL ESTADO ACTUAL DE LA QUEBRADA ANTES DE SU ENTUBAMIENTO (CRA. 2a CALLE 71),
(a) SE OBSERVA EN BUENAS CONDICIONES LA ESTRUCTURA DE CONTROL LA CANTIDAD DE SEDIMENTOS, ACUMULADOS
ES BAJA TAL COMO SE MUESTRA EN LA FOTO (b).

REGISTRO FOTOGRAFICO



(a)



(b)



(c)

FOTO No. 8 **FECHA :** Ene-99 **TOMADA POR:** JAIME EDUARDO MORENO

LOCALIZACIÓN: QUEBRADA LAS DELICIAS

DESCRIPCIÓN: LAS FOTOGRAFÍAS ILUSTRAN LOS SIGUIENTES ASPECTOS DE LA QUEBRADA LAS DELICIAS:
(a) SE OBSERVA LA CUENCA EN SU ZONA MEDIA INTERVENIDA EN ALGUNOS PUNTOS, SE MUESTRA UNA ESTRUCTURA DE CONTROL CON DEFICIENTE MANTENIMIENTO.
(b) EN LA ZONA BAJA LA CUENCA HA SIDO INVADIDA, SE PRESENTAN DESARROLLOS SUBNORMALES QUE GENERAN DISMINUCIÓN DE LA SECCIÓN HIDRÁULICA, DETERIORO DE LA CUENCA Y ALTOS RIESGOS DE INUNDACIÓN.
(c) SE MUESTRA EL PUNTO DONDE ES ENTUBADA LA QUEBRADA, MEDIANTE UN COLECTOR CONSTRUIDO EN MAMPOSTERÍA, LA FALTA DE MANTENIMIENTO HA OCASIONADO GRAN ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS.

REGISTRO FOTOGRAFICO



(a)



(b)



(c)

FOTO No. 9 FECHA : Ene-99 TOMADA POR: JAIME EDUARDO MORENO

LOCALIZACIÓN: QUEBRADA ARZOBISPO

DESCRIPCIÓN: (a) SE OBSERVA LA CUENCA DE LA QUEBRADA EN CONDICIONES ACEPTABLES SE HA RESPETADO LA RONDA Y SE MANTIENE SU ENTORNO VEGETAL.
(b) SE MUESTRA LA SALIDA TIPO MORNING GLORY Y EL ENTUBAMIENTO DE LA QUEBRADA, AMBAS ESTRUCTURAS CON UN DIÁMETRO DE 1,80 m
(c) SE ILUSTRAN LAS SALIDAS DE LAS ESTRUCTURAS DE ENTUBAMIENTO DESCARGANDO SOBRE EL CANAL EN CONCRETO.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



(a)



(b)



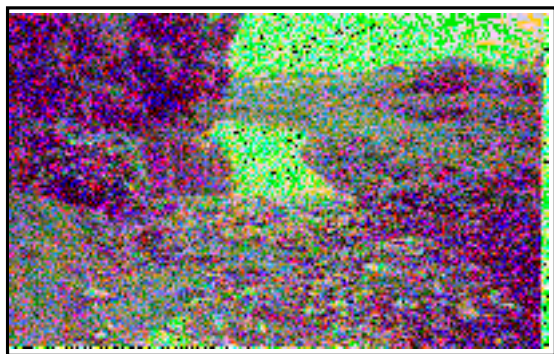
(c)

FOTO No. 10 **FECHA :** Ene-99 **TOMADA POR:** JAIME EDUARDO MORENO

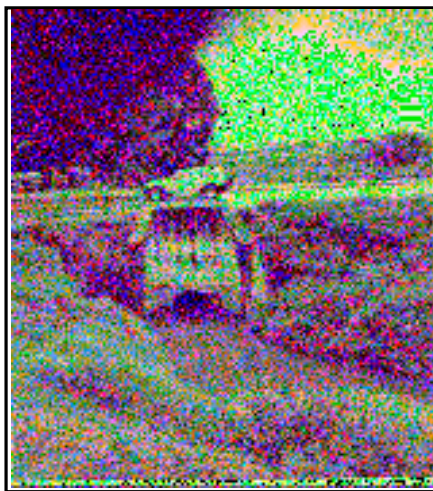
LOCALIZACIÓN: QUEBRADA ARZOBISPO (CONTINUACIÓN FOTO 9)

DESCRIPCIÓN: EN LAS FOTOGRAFÍAS SE MUESTRA EL CANAL DE LA QUEBRADA ARZOBISPO, EL CRUCE SOBRE LA CARRERA 7a Y LAS VÍAS QUE EN CASO DE PRESENTARSE DESBORDAMIENTOS SE VERÍAN AFECTADAS. EL CANAL PRESENTA EN ALGUNOS PUNTOS FALLAS ESTRUCTURALES Y REPTAMIENTO DEL TALUD.

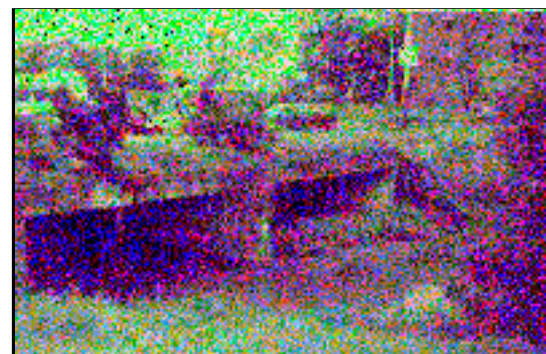
REGISTRO FOTOGRAFICO



(a)



(b)



(c)

FOTO No. 11 **FECHA :** Ene-99 **TOMADA POR:** JAIME EDUARDO MORENO

LOCALIZACIÓN: AVENIDA CÓRDOBA - AVENIDA RODRIGO LARA BONILLA (CALLE 127)

DESCRIPCIÓN: EN LAS FOTOGRAFÍAS SE MUESTRA
(a) PREVIO AL CRUCE DE LA CALLE 127 (Costado Norte) EL EMBALSE CÓRDOBA PRESENTA UNA OBSTRUCCIÓN A HIDRÁULICA
OCACIONANDO ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS.
(b) TUBERÍA DE CRUCE SOBRE LA CALLE

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTO No. 12 FECHA : Ene-99 TOMADA POR: JAIME EDUARDO MORENO

LOCALIZACIÓN: EMBALSE CÓRDOBA

DESCRIPCIÓN: PANÓRAMICAS DEL ESTADO ACTUAL QUE PRESENTA EL EMBALSE. OBSÉRVESE DETALLE DEL PASO A TRAVÉS DE LA AVENIDA SUBA Y PROCESOS DE SEDIMENTACIÓN.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTO No. 13 FECHA : Ene-99 TOMADA POR: JAIME EDUARDO MORENO

LOCALIZACIÓN: EMBALSE CÓRDOBA

DESCRIPCIÓN: DETALLE DE LA LLEGADA DEL CANAL CÓRDOBA AL EMBALSE DE AMORTIGUACIÓN. SE OBSERVA LA FALTA DE REVESTIMIENTO Y SECCIÓN HIDRÁULICA DEFINIDA EN LOS ÚLTIMOS 600 m DEL CANAL E INVASIÓN DE VIVIENDAS EN LA ZONA DE RONDA Y ESCOMBROS DEPOSITADOS DENTRO DE SU CAUCE.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTO No. 14 FECHA : Ene-99 TOMADA POR: J. GUILLERMO MANSILLA

LOCALIZACIÓN: HUMEDAL DE JUAN AMARILLO

DESCRIPCIÓN: DETALLE DEL JARILLÓN O DIQUE LIMITANTE ENTE EL HUMEDAL DE JUAN AMARILLO Y LAS URBANIZACIONES LISBOA, SANTA CECILIA Y BERLÍN, LAS CUALES SE ENCUENTRAN LOCALIZADAS A UN NIVEL INFERIOR.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTO No. 15 FECHA : Ene-99 TOMADA POR: J. GUILLERMO MANSILLA

LOCALIZACIÓN: HUMEDAL DE JUAN AMARILLO

DESCRIPCIÓN: PUNTO DONDE ACTUALMENTE Y EN FORMA PROVISIONAL MIENTRAS SE CONSTRUYE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EL SALITRE SE UNEN LOS CANALES DE AGUAS SANITARIAS CON EL DE AGUAS LLUVIAS. OBSÉRVESE LA LOCALIZACIÓN DE CERCAS QUE LOTEAN EL ÁREA INTERNA DEL HUMEDAL Y ANIMALES CEMOVIENTES PASTANDO EN EL.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTO No. 16 **FECHA :** Ene-99 **TOMADA POR:** J. GUILLERMO MANSILLA

LOCALIZACIÓN: HUMEDAL JUAN AMARILLO

DESCRIPCIÓN: OBSÉRVESE INVASIÓN DE VIVIENDA DENTRO DE LA ZONA DE RONDA. MANEJO Y PRESERVACIÓN AMBIENTAL DEL HUMEDAL

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTO No. 17 FECHA : Ene-99 TOMADA POR: J. GUILLERMO MANSILLA

LOCALIZACIÓN: HUMEDAL JUAN AMARILLO

DESCRIPCIÓN: DIVERSOS PUNTOS QUE TIPIFICAN LA CONFORMACIÓN DE RELLENOS CON ESCOMBROS Y BASURAS A LO LARGO DEL HUMEDAL RESTÁNDOLE CAPACIDAD DE AMORTIGUACIÓN.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



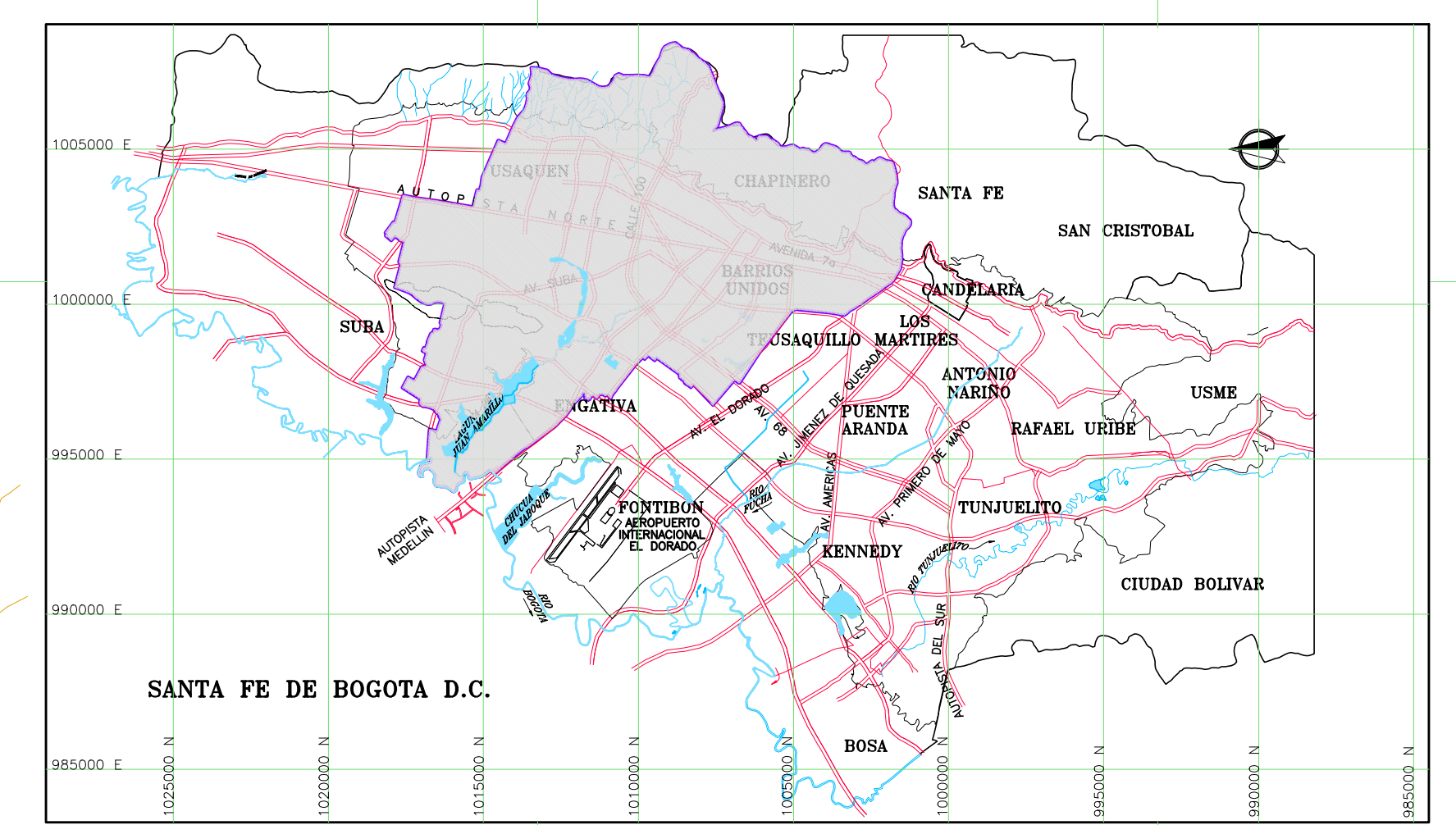
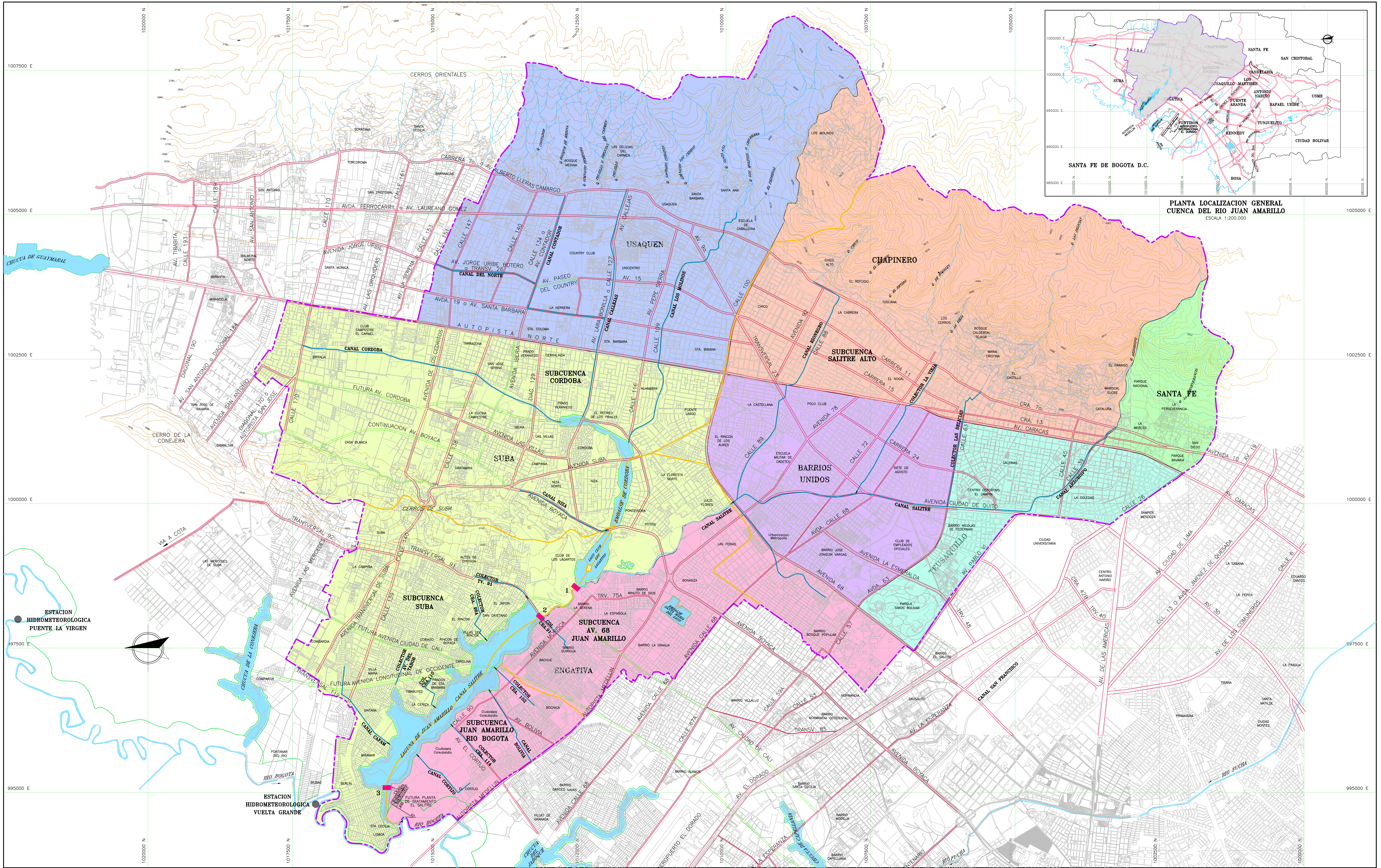
FOTO No. 18 FECHA : Ene-99 TOMADA POR: J. GUILLERMO MANSILLA

LOCALIZACIÓN: HUMEDAL DE JUAN AMARILLO

DESCRIPCIÓN: CAMINOS PROVISIONALES CONFORMADOS POR LAS COMUNIDADES VECINAS PARA TRANSLADARSE ENTRE LAS LOCALIDADES DE SUBA Y ENGATIVÁ, LOS CUALES OBSTRUYEN EL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL HUMEDAL PARA DETERMINADOS NIVELES.

LISTA DE PLANOS

1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO (ESC 1:25.000)
2. MAPA DE PENDIENTES (ESC 1:25.000)
3. USOS DEL SUELO (ESC 1:25.000)
4. ISOLINEAS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm) – DURACIÓN 24 HORAS
TR = 10 AÑOS (ESC 1:25.000)
5. ISOLINEAS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm) – DURACIÓN 24 HORAS
TR = 100 AÑOS (ESC 1:25.000)
6. MAPA HIDROLÓGICO Y DE RENDIMIENTO (ESC 1:25.000)
7. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA (ESC 1:25.000)
8. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA (ESC 1:25.000)
- 9 a 12 MAPA DE ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENO DE
INUNDACIÓN – 4 PLANOS (ESC 1:10.000)
- 13 MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA – TR = 10 AÑOS (ESC 1:10.000)
- 14 MAPA DE VULNERABILIDAD FÍSICA – TR = 100 AÑOS (ESC 1:10.000)
- 15 a 16 MAPA DE ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR FENÓMENO DE
INUNDACIÓN – 2 PLANOS (ESC 1:5.000)

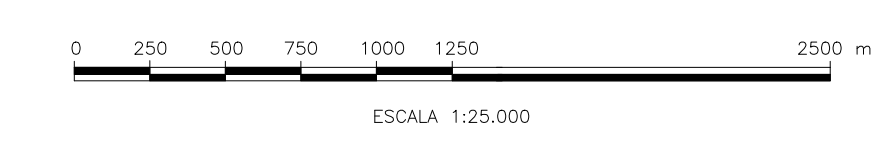


PLANTA LOCALIZACION GENERAL CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

ESCALA 1:200.000

| CONVENCIONES | | | |
|--------------|---------------------------|--|---------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO | | RED VIAL EXISTENTE |
| | LOCALIDAD | | RED VIAL PROYECTADA |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA | | CURVA DE NIVEL |
| | SISTEMA PLUVIAL | | CUERPOS DE AGUA |

NOTAS:
 1. LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA.



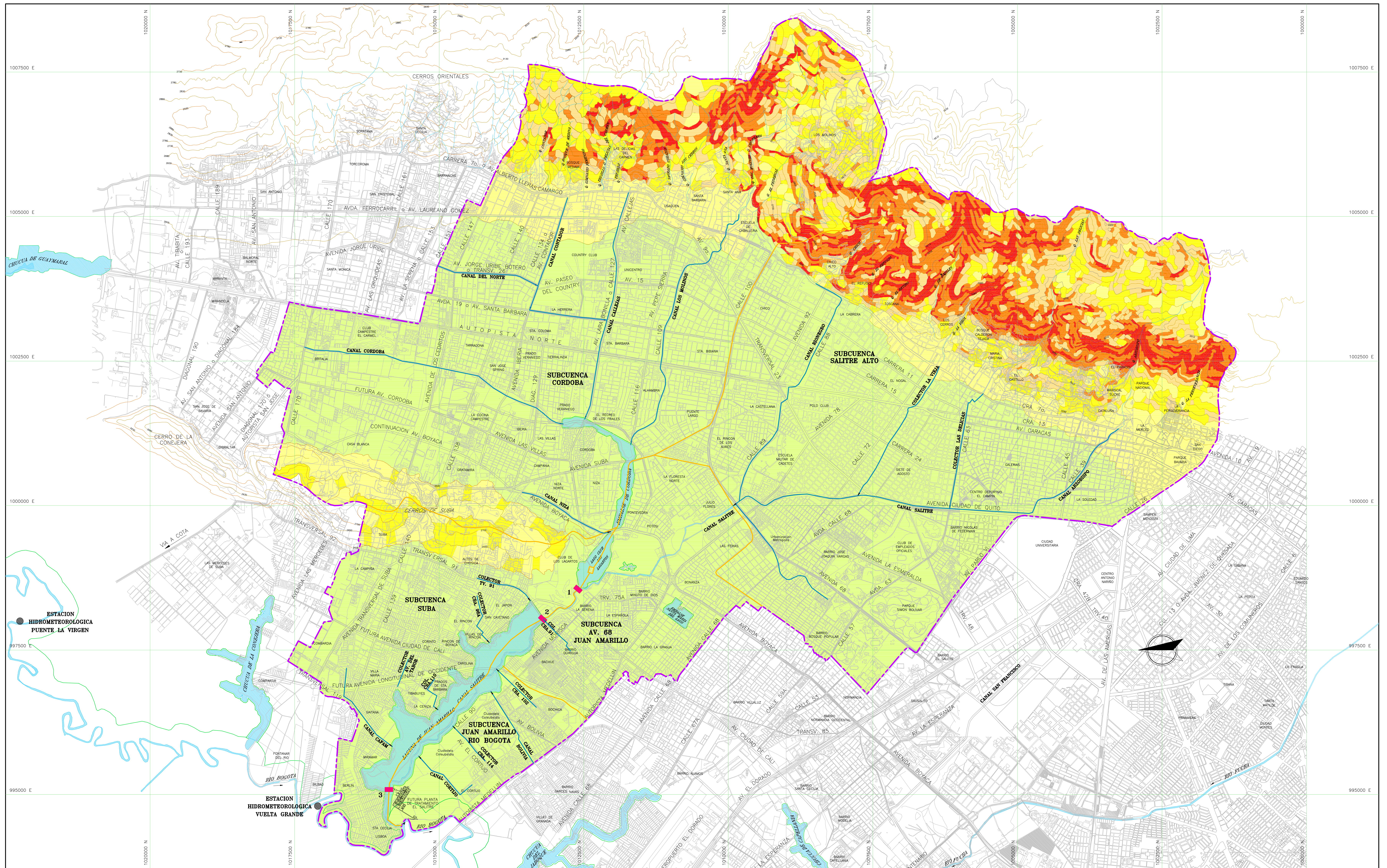
HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá
UPDES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

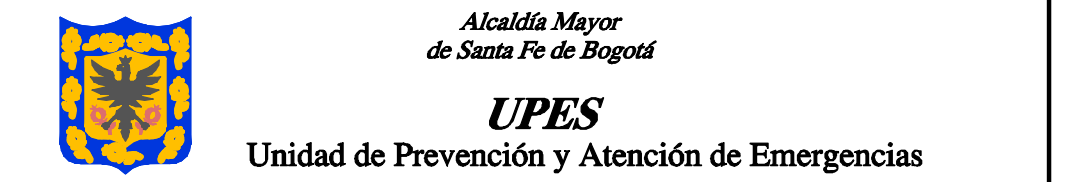
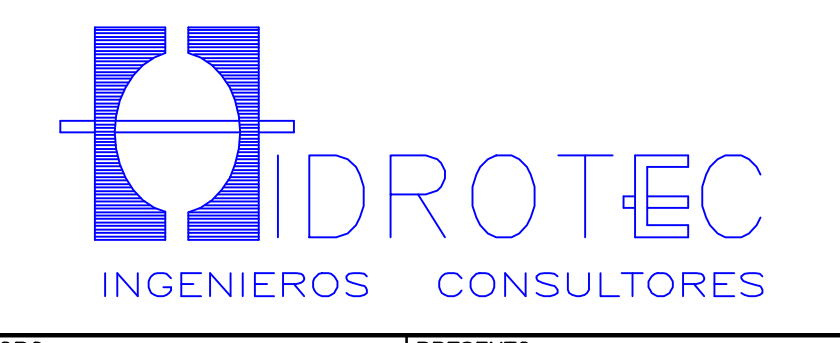
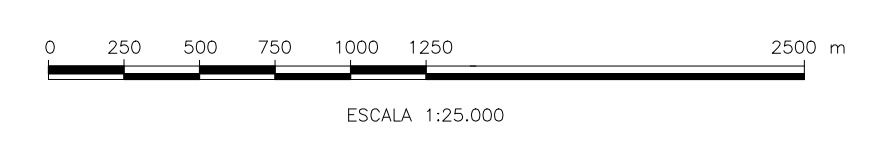
LOCALIZACION GENERAL DEL AREA EN ESTUDIO CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

| | | | |
|--------------|------------------------|---------------|----------------|
| ELABORO: | GUILLERMO MANSILLA | PRESENTO: | HIDROTEC LTDA. |
| REVISO: | G. LIZCANO / G. TORRES | APROBO: | |
| DIBUJO: | G. BULLA | HIDROCONSULTA | |
| REV: | 1 | FECHA: | MARZO/99 |
| DESCRIPCION: | | REFERENCIA: | 65-IF-01-1 |
| PLANO No. 1 | | DE: | 16 |



| CONVENCIONES | |
|--------------|----------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA |
| | SISTEMA PLUVIAL |
| | CURVA DE NIVEL |
| | CUERPOS DE AGUA |
| | PENDIENTES < 3° |
| | PENDIENTES ENTRE 4° A 14° |
| | PENDIENTES ENTRE 15° A 24° |
| | PENDIENTES ENTRE 25° A 34° |
| | PENDIENTES ENTRE 35° A 45° |
| | PENDIENTES > 45° |

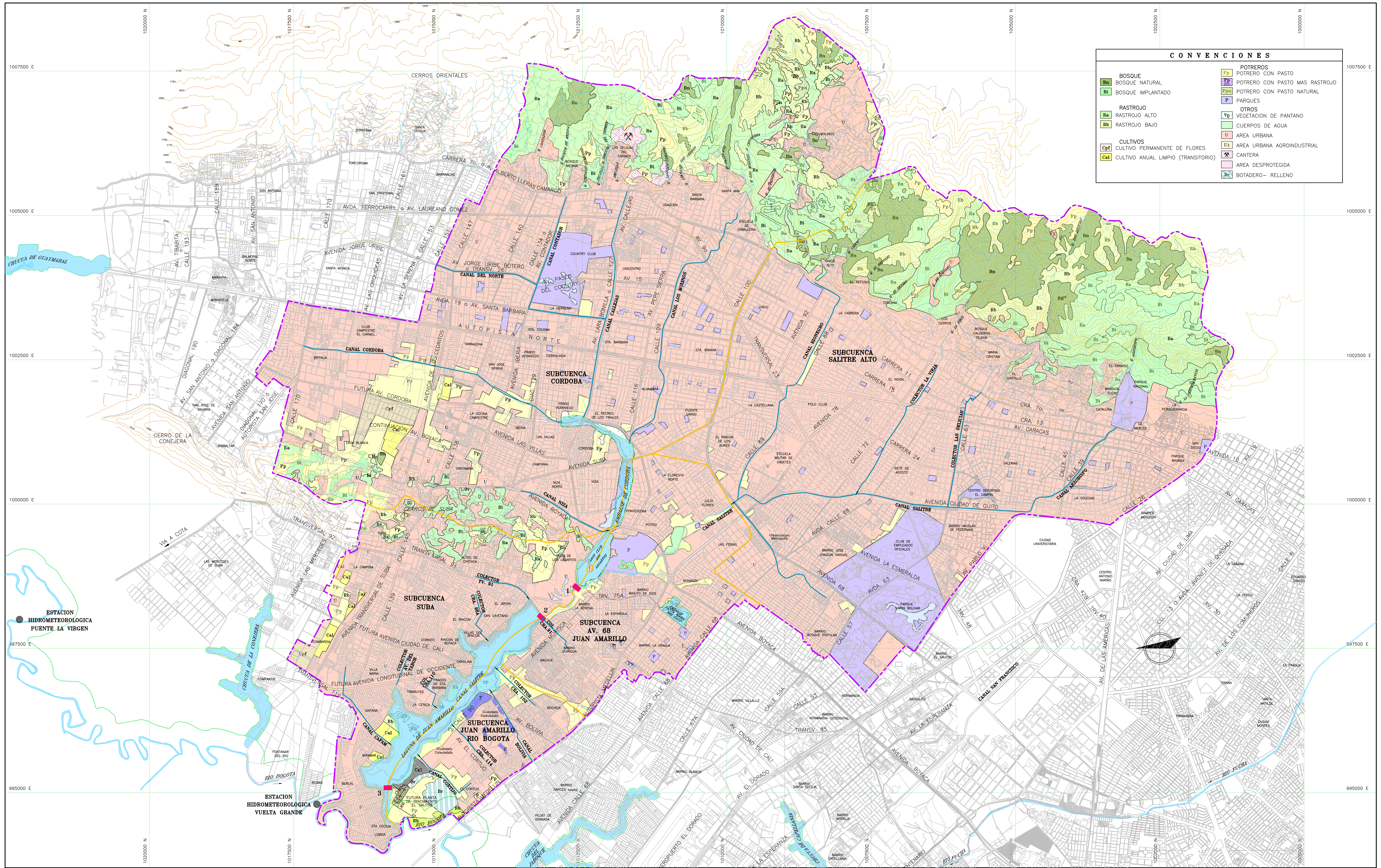
NOTAS:
 1. LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA.



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

MAPA DE PENDIENTES CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

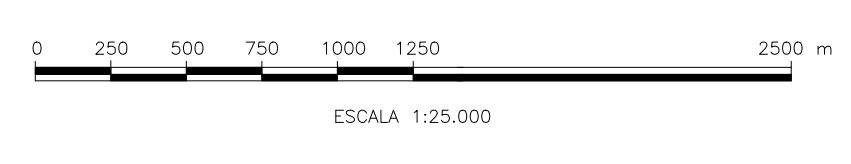
| | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| ELABORO: H. FORERO | PRESENTO: HIDROTEC LTDA. | ESCALA: 1:25,000 | FECHA: MARZO 1, 1999 | REFERENCIA: 65-IF-02-1 | PLANO No. 2 DE: 16 |
| REVISO: G. LIZCANG / G. TORRES | APROBO: HIDROCONSULTA | | | | |
| REV: 1 | FECHA: MARZO/99 | DESCRIPCION: | POR: | REV: | APROBO: |
| DIBUJO: M. BELTRAN | | | | | |



| CONVENCIONES | | | |
|--------------|------------------------------------|--|--------------------------------|
| | BOSQUE | | POTREROS |
| | BOSQUE NATURAL | | POTRERO CON PASTO |
| | BOSQUE IMPLANTADO | | POTRERO CON PASTO MAS RASTROJO |
| | RASTROJO | | POTRERO CON PASTO NATURAL |
| | RASTROJO ALTO | | PARQUES |
| | RASTROJO BAJO | | OTROS |
| | CULTIVOS | | VEGETACION DE PANTANO |
| | CULTIVO PERMANENTE DE FLORES | | CUERPOS DE AGUA |
| | CULTIVO ANUAL LIMPIO (TRANSITORIO) | | AREA URBANA |
| | | | AREA URBANA AGROINDUSTRIAL |
| | | | CANTERA |
| | | | AREA DESPROTEGIDA |
| | | | BOTADERO - RELLENO |

| CONVENCIONES | |
|--------------|---------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA |
| | CURVA DE NIVEL |
| | CUERPOS DE AGUA |

NOTAS:
 LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA.



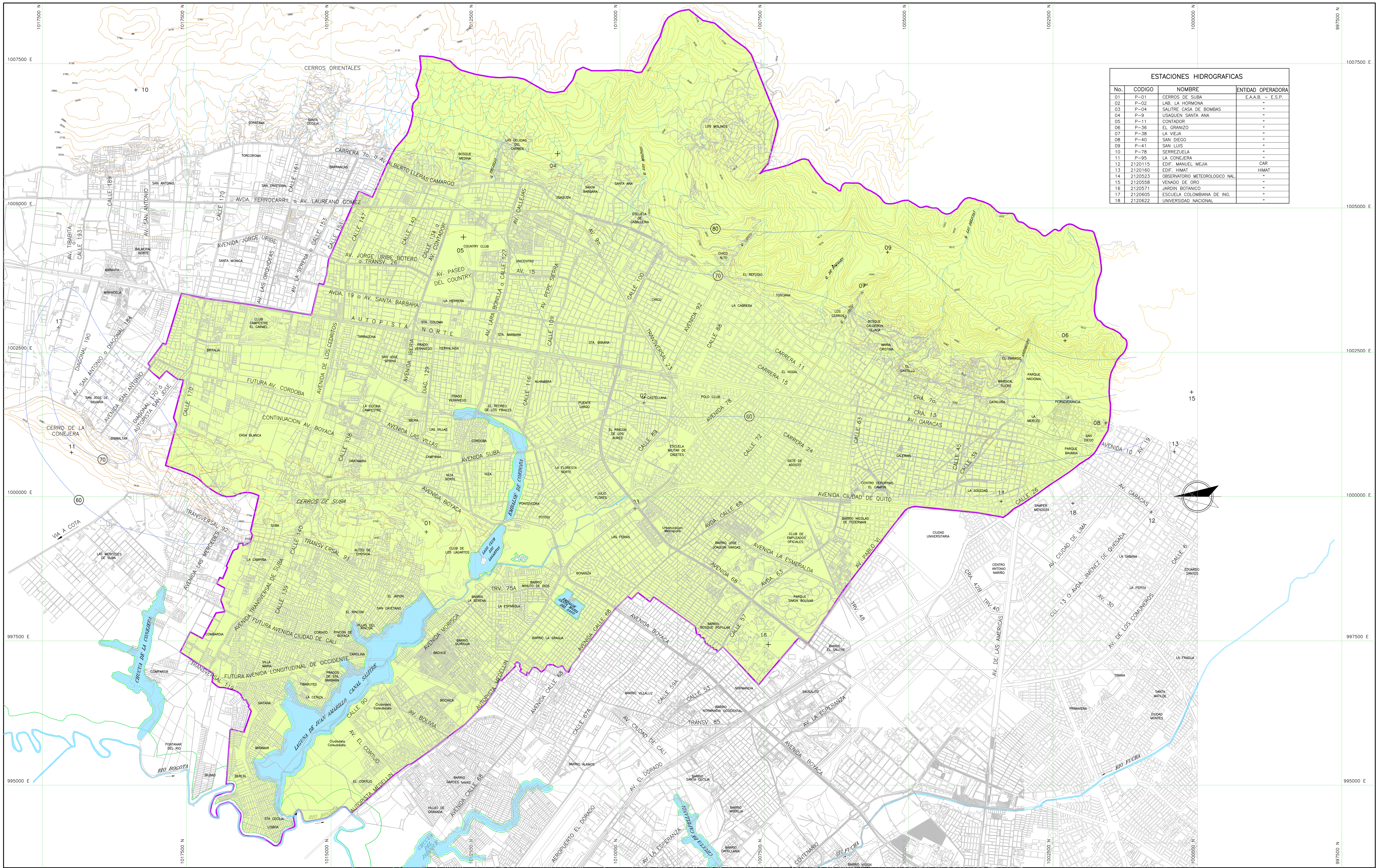
HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá
UIPIES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION
 DEL RIO JUAN AMARILLO

USOS ACTUALES DEL SUELO
 CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

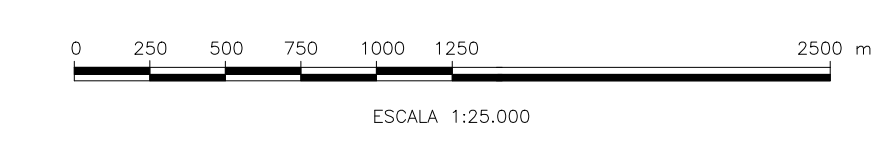
| | | | |
|--------------|------------------------|-------------|----------------|
| ELABORO: | H. FORERO | PRESENTO: | HIDROTEC LTDA. |
| REVISO: | G. LIZCANO / G. TORRES | APROBO: | |
| REVISION: | | REVISION: | |
| DIBUJO: | G. BULLA | REVISION: | |
| FECHA: | MARZO/99 | FECHA: | MARZO 1999 |
| DESCRIPCION: | | REFERENCIA: | 65-IF-03-1 |
| POB: | | PLANO No.3 | DE : 16 |
| REVISION: | | ESCALA: | 1:25.000 |



| ESTACIONES HIDROGRAFICAS | | | |
|--------------------------|---------|--------------------------------|-------------------|
| No. | CODIGO | NOMBRE | ENTIDAD OPERADORA |
| 01 | P-01 | CERROS DE SUBA | E.A.A.B. - E.S.P. |
| 02 | P-02 | LAS LA HORNOYA | " |
| 03 | P-04 | SALTIRE CASA DE BOMBAS | " |
| 04 | P-9 | USAQUEN SANTA ANA | " |
| 05 | P-11 | CONTADOR | " |
| 06 | P-36 | EL GRANIZO | " |
| 07 | P-38 | LA VIEJA | " |
| 08 | P-40 | SAN DIEGO | " |
| 09 | P-41 | SAN LUIS | " |
| 10 | P-78 | SERREZUELA | " |
| 11 | P-95 | LA CONEJERA | " |
| 12 | 2120115 | EDIF. MANUEL MEJIA | CAR |
| 13 | 2120160 | EDIF. HIMAT | HIMAT |
| 14 | 2120523 | OBSERVATORIO METEOROLOGICO NAL | " |
| 15 | 2120558 | VENADO DE ORO | " |
| 16 | 2120571 | JARDIN BOTANICO | " |
| 17 | 2120605 | ESCUELA COLOMBIANA DE ING. | " |
| 18 | 2120622 | UNIVERSIDAD NACIONAL | " |

| CONVENCIONES | |
|--------------|--------------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA |
| | CURVA DE NIVEL |
| | ISOLINEA DE PRECIPITACION (mm) |

NOTAS:
 1. LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ.
 2. LAS ISOLINEAS INDICADAS FUERON ELABORADAS A PARTIR DE RESULTADOS DE CURVAS DE INTENSIDAD FRECUENCIA - DURACION EXTRACTADAS DEL " ESTUDIO DE TORMENTAS PARA LA SABANA DE BOGOTÁ " IRH LTDA, EAAB ESP, COMPLEMENTADA CON ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES MAXIMAS DIARIAS DE LAS ESTACIONES LA VIEJA, SALTIRE CASA DE BOMBAS, CERROS DE SUBA Y SANTA ANA.



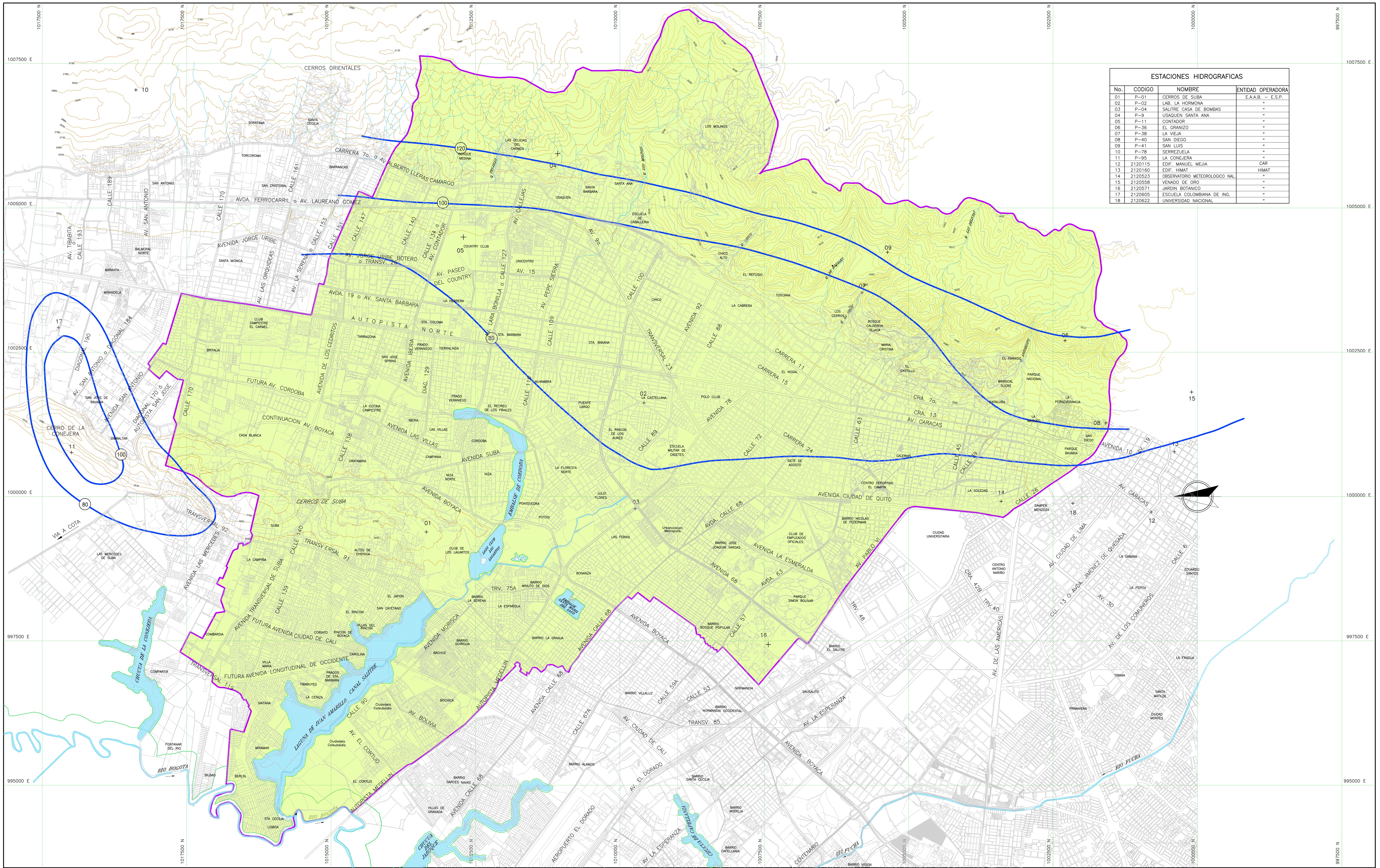
HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá
UPEDES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

ISOLINEAS DE PRECIPITACION MAXIMA (mm)
 DURACION 24 HORAS T: 10 AÑOS
 CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

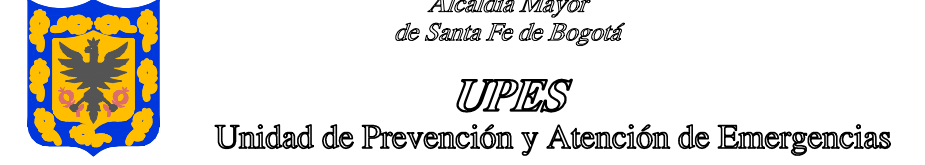
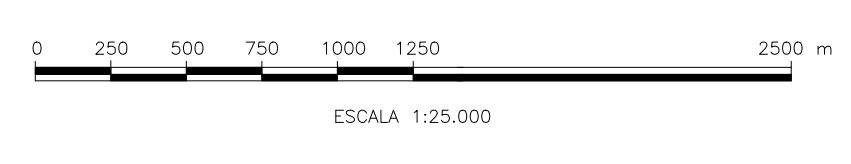
| | | | |
|-------------|------------------------|--------------|----------------|
| ELABORO: | JAIME E. MORENO | PRESENTO: | HIDROTEC LTDA. |
| REVISO: | G. LIZCANO / G. TORRES | APROBO: | |
| DIBUJO: | A. COY. G. | | HIDROCONSULTA |
| REV: | FECHA: | DESCRIPCION: | POR: |
| 1 | MAR20/99 | | |
| ESCALA: | 1:25.000 | FECHA: | MARZO 1.999 |
| REFERENCIA: | 65-IF-04-1 | PLANO No.4 | DE : 16 |



| ESTACIONES HIDROGRAFICAS | | | |
|--------------------------|---------|--------------------------------|-------------------|
| No. | CODIGO | NOMBRE | ENTIDAD OPERADORA |
| 01 | P-01 | CERROS DE SUBA | E.A.A.B. - E.S.P. |
| 02 | P-02 | LAS LA HORMONA | " |
| 03 | P-04 | SALTIRE CASA DE BOMBAS | " |
| 04 | P-9 | USAQUEN SANTA ANA | " |
| 05 | P-11 | CONTADOR | " |
| 06 | P-36 | EL GRANIZO | " |
| 07 | P-38 | LA VIEJA | " |
| 08 | P-40 | SAN DIEGO | " |
| 09 | P-41 | SAN LUIS | " |
| 10 | P-78 | SERREZUELA | " |
| 11 | P-95 | LA CONEJERA | " |
| 12 | 2120115 | EDIF. MANUEL MEJIA | CAR |
| 13 | 2120160 | EDIF. HIMAT | HIMAT |
| 14 | 2120523 | OBSERVATORIO METEOROLOGICO NAL | " |
| 15 | 2120558 | VENADO DE ORO | " |
| 16 | 2120571 | JARDIN BOTANICO | " |
| 17 | 2120605 | ESCUELA COLOMBIANA DE ING. | " |
| 18 | 2120622 | UNIVERSIDAD NACIONAL | " |

| CONVENCIONES | |
|--------------|--------------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA |
| | CURVA DE NIVEL |
| | ISOLINEA DE PRECIPITACION (mm) |

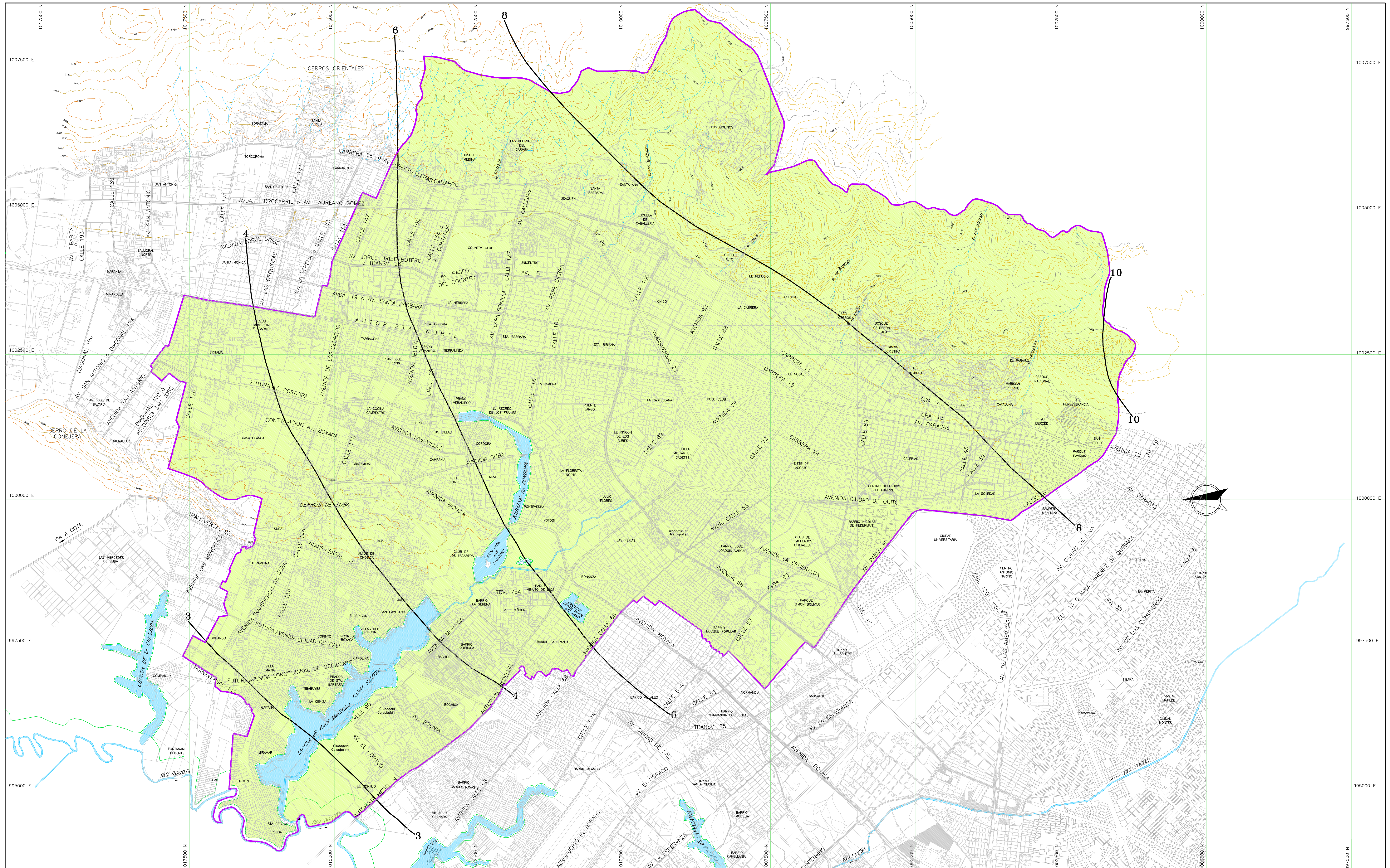
NOTAS:
 1. LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ.
 2. LAS ISOLINEAS INDICADAS FUERON ELABORADAS A PARTIR DE RESULTADOS DE CURVAS DE INTENSIDAD FRECUENCIA - DURACION EXTRACTADAS DEL "ESTUDIO DE TORMENTAS PARA LA SABANA DE BOGOTÁ" IRIH LTDA, EAAB ESP., COMPLEMENTADA CON ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES MAXIMAS DIARIAS DE LAS ESTACIONES LA VIEJA, SALTIRE CASA DE BOMBAS, CERROS DE SUBA Y SANTA ANA.



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

ISOLINEAS DE PRECIPITACION MAXIMA (mm) DURACION 24 HORAS T: 100 AÑOS CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

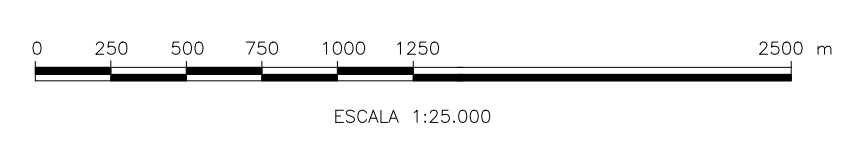
| | | | |
|--------------|------------------------|------------|----------------|
| ELABORO: | JAIME E. MORENO | PRESENTO: | HIDROTEC LTDA. |
| REVISO: | G. LIZCANO / G. TORRES | APROBO: | |
| DIBUJO: | A. COY. G. | | HIDROCONSULTA |
| REV: | 1 | FECHA: | MARZO/99 |
| DESCRIPCION: | | PO: | |
| REV: | | APROBO: | |
| ESCALA: | 1:25.000 | FECHA: | MARZO 1.999 |
| REFERENCIA: | 65-IF-05-1 | PLANO No.5 | DE : 16 |



| CONVENCIONES | |
|--------------|---------------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA |
| | CURVA DE NIVEL |
| | CUERPOS DE AGUA |
| | RENDIMIENTO l/s-km ² |

NOTAS:

- LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DAE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ.
- EL RENDIMIENTO MEDIO SOBRE LA MARCA FUE ESTIMADO A PARTIR DEL ESTUDIO NACIONAL DE AGUAS - FONDAE (85). LAS ISOLINEAS SE TRAZARON TENIENDO EN CUENTA LOS SIGUIENTES VALORES:
 LLUVIA TOTAL SOBRE LA CUENCA $P = 915 \text{ mm}$
 RENDIMIENTO MEDIO (6.5 l/s-km^2) $R = 208 \text{ mm}$ (6.5 l/s-km^2)
 EVAPOTRANSPIRACION $E = 715 \text{ mm}$ (2.1 l/s-km^2)
 ELEVACION MEDIA $Z = 2630 \text{ m}$
 LA VARIACION ESTIMADA DE LA EVAPOTRANSPIRACION SE EFECTUO TOMANDO UN GRADIENTE DE -10 mm/AÑO POR CADA 100 m (A PARTIR DEL METODO DE THORNHWAIT)
 LOS RENDIMIENTOS EN UN SITIO X SE ESTIMARON COMO:
 $\text{RENDIMIENTO } X = P_X - (75 - 10/100 (E_X - 2685)) \cdot 6.5$
 $(915 - 715)$



HIDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

Alcalde Mayor de Santa Fe de Bogotá
UIPES
Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

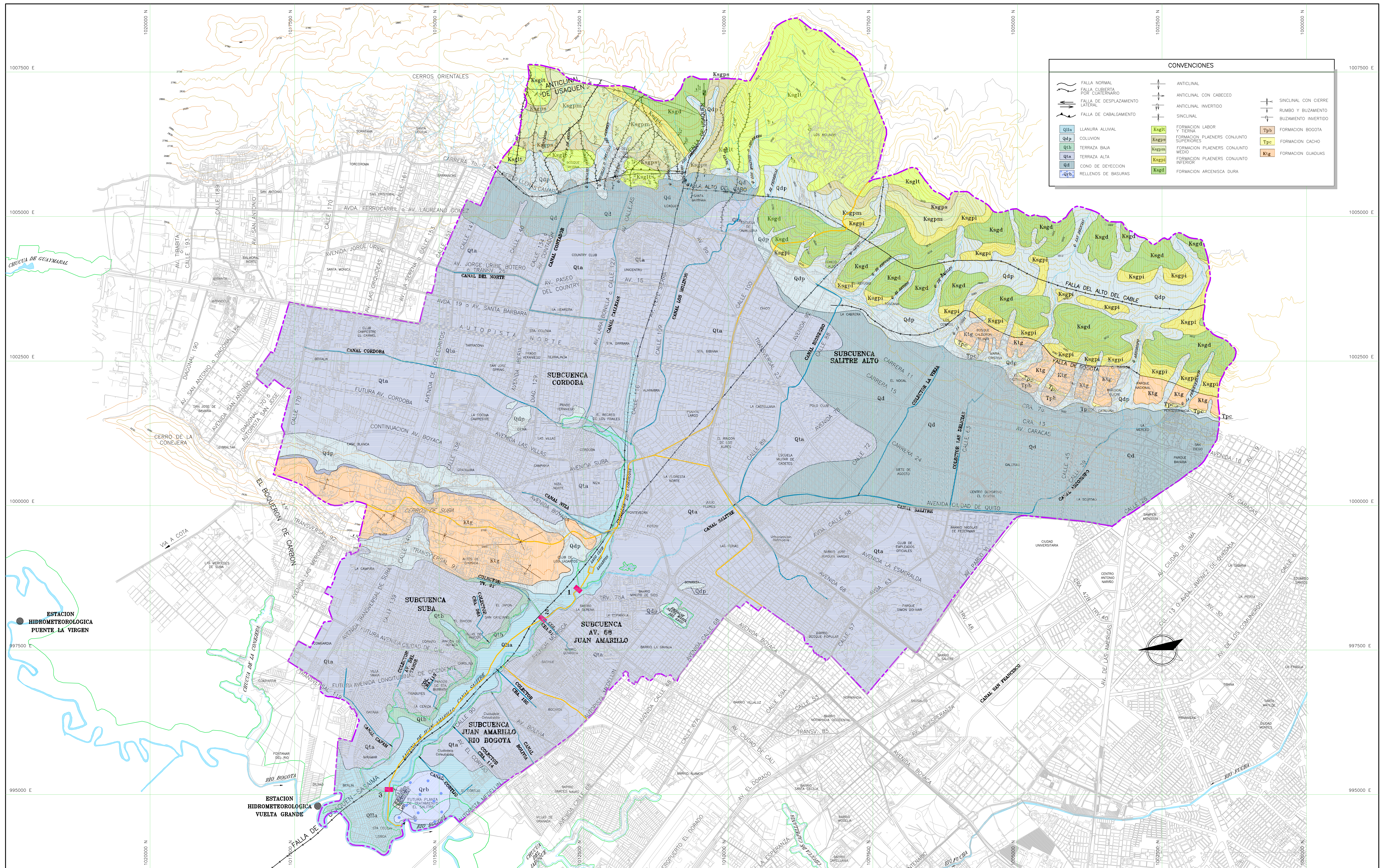
ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

MAPA HIDROLOGICO Y DE RENDIMIENTO CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

| | | | | | |
|--------|------------------|--------------|------|------|---------|
| REV: 0 | FECHA: MAR/20/99 | DESCRIPCION: | POR: | REV: | APROBO: |
|--------|------------------|--------------|------|------|---------|

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| ELABORO: JAIME E. MORENO | PRESENTO: HIDROTEC LTDA. |
| REVISO: G. LIZCANO / G. TORRES | APROBO: |
| DIBUJO: G. BULLA | HIDROCONSULTA |

| | | | |
|------------------|--------------------|------------------------|-------------------|
| ESCALA: 1:25.000 | FECHA: MARZO 1.999 | REFERENCIA: 65-IF-06-0 | PLANO No. 6 DE 16 |
|------------------|--------------------|------------------------|-------------------|



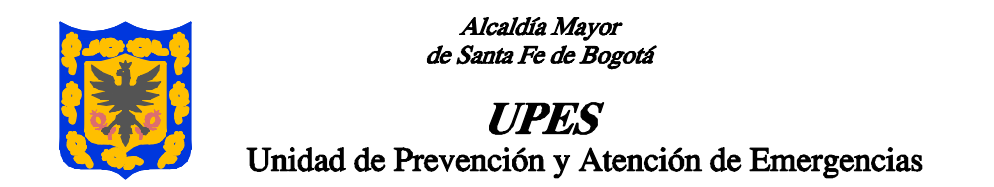
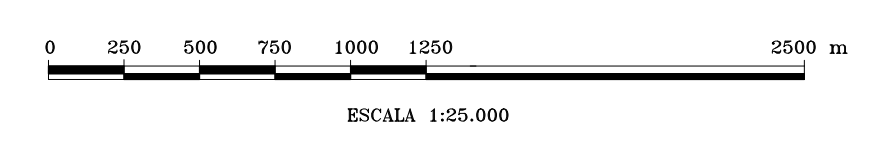
CONVENCIONES

| | | | | | |
|--|---------------------------------|---------------------|------------------------|-------|--|
| | FALLA NORMAL | | ANTICLINAL | | SINCLINAL CON CIERRE |
| | FALLA CUBIERTA POR CUBIERTARIO | | ANTICLINAL CON CABECEO | | ANTICLINAL INVERTIDO |
| | FALLA DE DESPLAZAMIENTO LATERAL | | SINCLINAL | | SINCLINAL INVERTIDO |
| | FALLA DE CABALGAMIENTO | | RUMBO Y BUZAMIENTO | | BUZAMIENTO INVERTIDO |
| | Qlla | LLANURA ALUVIAL | | Ksglt | FORMACION LABOR Y TERRIA |
| | Qdp | COLLUVION | | Ksgps | FORMACION PLAENERS CONJUNTO SUPERIORES |
| | Qlb | TERRAZA BAJA | | Ksgpm | FORMACION PLAENERS CONJUNTO MEDIO |
| | Qla | TERRAZA ALTA | | Ksgpi | FORMACION PLAENERS CONJUNTO INFERIOR |
| | Qd | CONO DE DEYECCION | | Ksgd | FORMACION ARCENSICA DURA |
| | Qrb | RELLENOS DE BASURAS | | Tpb | FORMACION BOGOTA |
| | | | | Tpc | FORMACION CACHITO |
| | | | | Ktg | FORMACION GUADUAS |

CONVENCIONES

| | |
|--|---------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA |
| | SISTEMA PLUVIAL |
| | CURVA DE NIVEL |
| | CUERPOS DE AGUA |

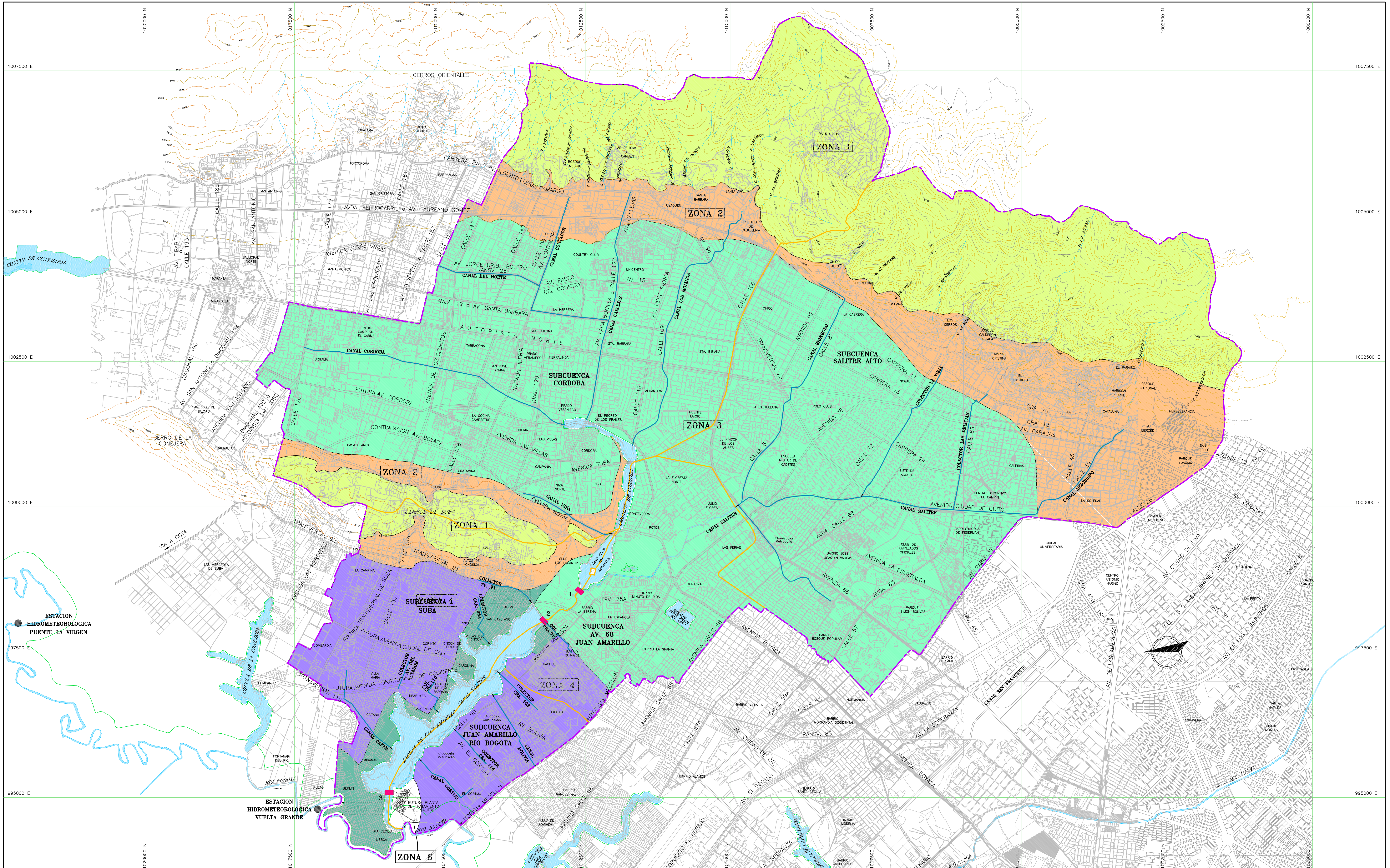
NOTAS:
 1. LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ.



ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

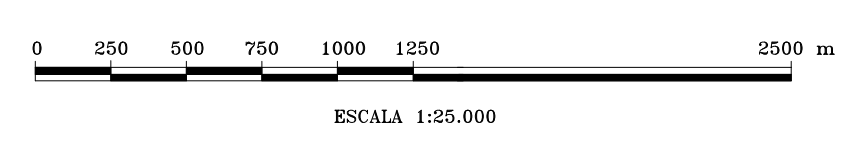
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

| | | | |
|--------------|------------------------|-------------|----------------|
| ELABORO: | ALVARO GUTIERREZ | PRESENTO: | HIDROTEC LTDA. |
| REVISO: | G. LIZCANG / G. TORRES | APROBO: | |
| DIBUJO: | G. BULLA | | |
| REV: | 1 | FECHA: | MARZO/99 |
| DESCRIPCION: | | POR: | |
| REV: | | APROBO: | |
| DIBUJO: | | | |
| | | ESCALA: | 1:25.000 |
| | | FECHA: | MARZO 1.999 |
| | | REFERENCIA: | 65-F-07-1 |
| | | PLANO No. 7 | DE : 16 |



| CONVENCIONES | |
|--------------|---|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA |
| | SISTEMA PLUVIAL |
| | CURVA DE NIVEL |
| | CUERPOS DE AGUA |
| | ZONA 1 MATERIAL ROCOSO |
| | ZONA 2 DEPOSITOS DE PIEDEMONTE |
| | ZONA 3 PARTE MEDIA DE DEPOSITOS LACUSTRES |
| | ZONA 4 PARTE BAJA DE DEPOSITOS LACUSTRES |
| | ZONA 5 PARTE BAJA DE RELLENO CON ESCOMBROS Y DESECHOS DE CONSTRUCCION |
| | ZONA 6 RELLENO EN BASURAS |

NOTAS:
 1. LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA.



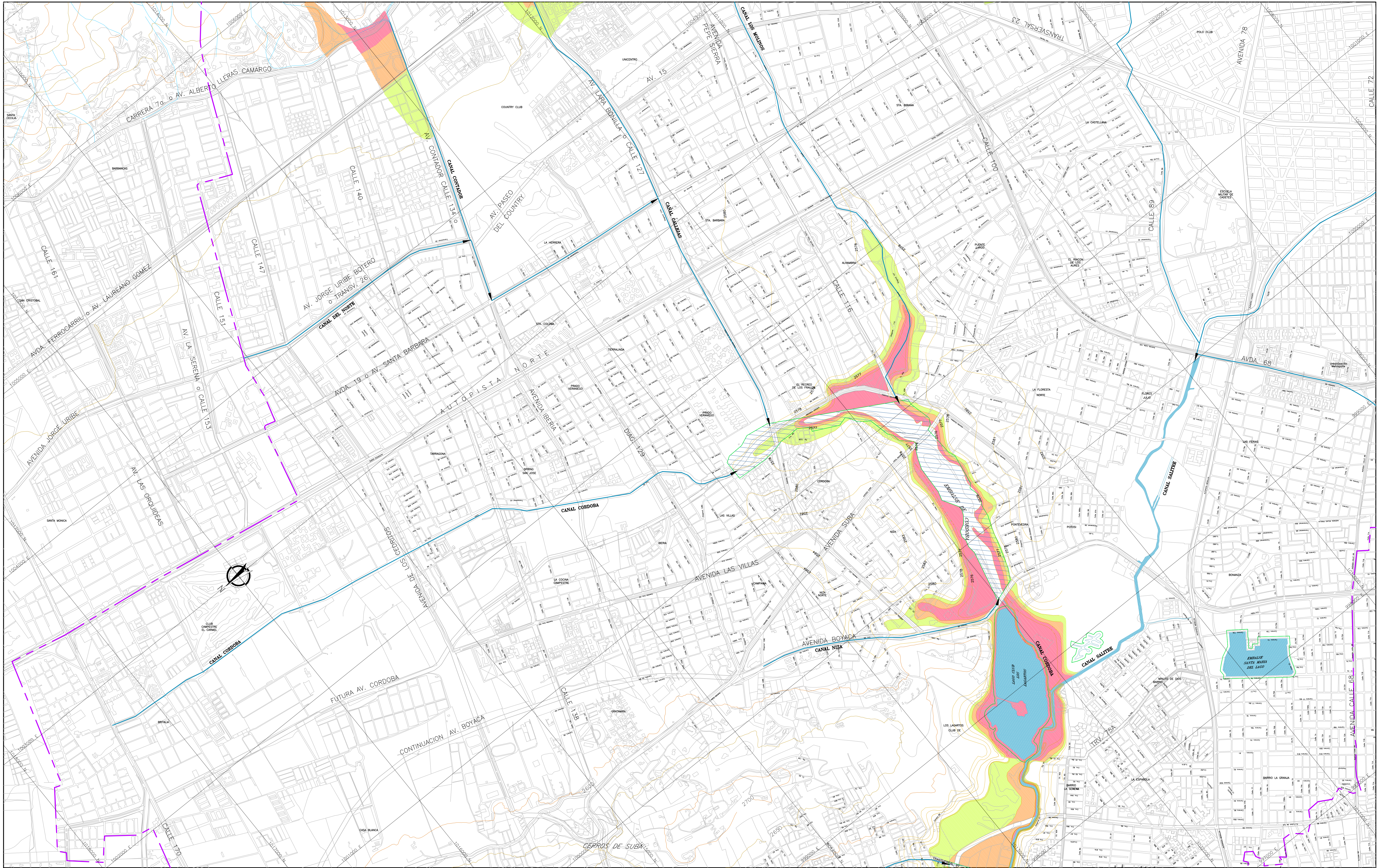
HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá
UPDES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

ZONIFICACION GEOTECNICA CUENCA DEL RIO JUAN AMARILLO

| | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|------|---------|
| ELABORO: ALVARO GUTIERREZ | PRESENTO: HIDROTEC LTDA. | | | | |
| REVISO: G. LIZCANO / G. TORRES | APROBO: | | | | |
| DIBUJO: G. BULLA | HIDROCONSULTA | | | | |
| REV: 1 | FECHA: MAR/20/99 | DESCRIPCION: | POR: | REV: | APROBO: |
| ESCALA: 1:25.000 | FECHA: MARZO 1.999 | REFERENCIA: 65-IF-08-1 | PLANO No. 8 DE 16 | | |



CONVENIONES

| | |
|--|-----------------------------------|
| | SISTEMA PLUVIAL |
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA |
| | CURVA DE NIVEL |
| | AMENAZA ALTA |
| | AMENAZA MEDIA |
| | AMENAZA BAJA |
| | ZONA DE AMORTIGUACION DEL HUMEDAL |

Vienen del Plano Ref. 65-IF-09-0

NOTAS:

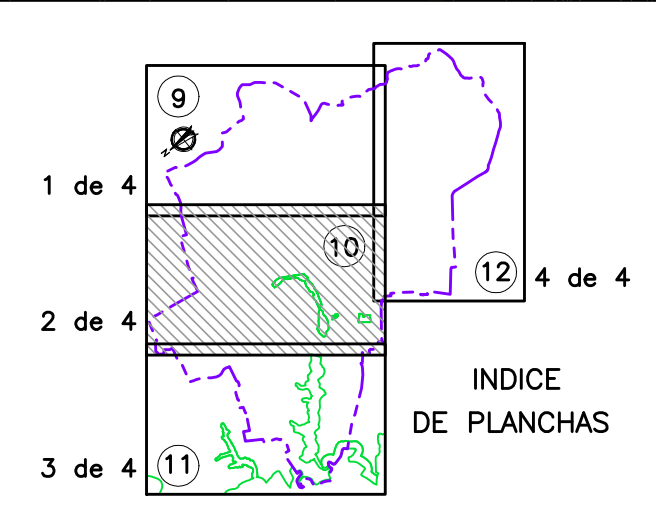
7. EN LA ZONA DE TRANSICION ENTRE EL SECTOR ALTO Y MEDIO, DONDE LAS QUEBRADAS O CORRIENTES DE AGUA PASAN DE CAUSE NATURAL A CONDUCCIONES O CANALIZACIONES DE LA EAAB-ESP, SE ESQUEMATIZA LA AMENAZA COMO EL DESBORDE DEL FLUIDO QUE CIRCULARA POR LAS VAS DADA LA INCAPACIDAD DE TRANSPORTE DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA EAAB-ESP.

8. PARA EL SECTOR MEDIO ESPECIFICAMENTE PARA LAS AREAS CIRCUNDANTES AL EMBALSE DE CORDOBA, SE DETERMINO QUE LAS AREAS POR DEBAJO DE LA COTA 2576.51 m CORRESPONDEN A SECTORES DE AMENAZA ALTA. LOS UBICADOS ENTRE LAS COTAS 2576.51m A 2577.06m SON DE AMENAZA MEDIA Y POR ENCIMA DE LA COTA 2577.06m PRESENTAN AMENAZA BAJA.

9. PARA EL SECTOR BAJO LA EVALUACION DE AMENAZA SE REALIZO TENIENDO EN CUENTA LA PROBABILIDAD DE DESBORDE (ZONA LOS GAVILANES) OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES NIVELES:

| TIPO DE AMENAZA | HUMEDAL JUAN AMARILLO NIVELES (m) | ZONA GAVILANES NIVELES (m) |
|-----------------|-----------------------------------|----------------------------|
| ALTA | MEÑORES A 2574.61 | MEÑORES A 2574.68 |
| MEDIA | ENTRE 2574.61 A 2575.67 | ENTRE 2574.68 A 2575.40 |
| BAJA | MAYORES A 2575.67 | MAYORES A 2575.40 |

Continúa en el Plano Ref. 65-IF-11-0



ESCALA: 1:10.000

| | | | | | |
|--------|-----------------|--------------|------|------|---------|
| REV: 0 | FECHA: MAR/2019 | DESCRIPCION: | POR: | REV: | APROBO: |
|--------|-----------------|--------------|------|------|---------|

HIDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| ELABORO: G. MANSILLA | PRESENTO: HIDROTEC LTDA. |
| REVISO: G. LIZCANO / G. TORRES | APROBO: |
| DIBUJO: G. BULLA | HIDROCONSULTA |

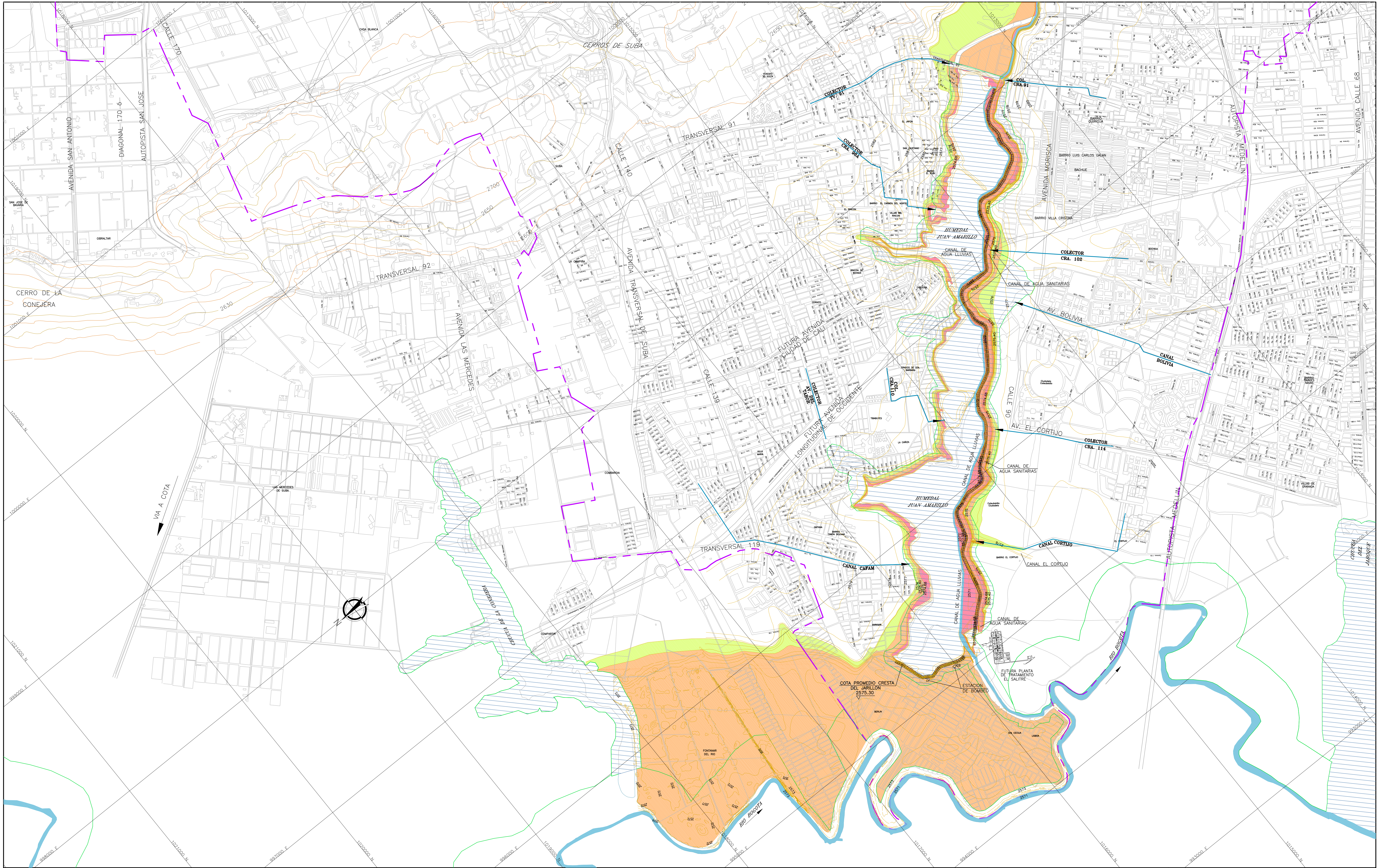
Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá

UPDES
Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

MAPA DE ZONIFICACION DE AMENAZA POR FENOMENO DE INUNDACION - 4 PLANOS (2 de 4)

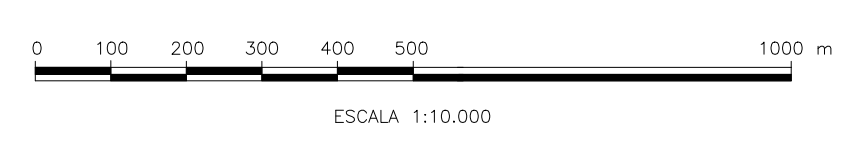
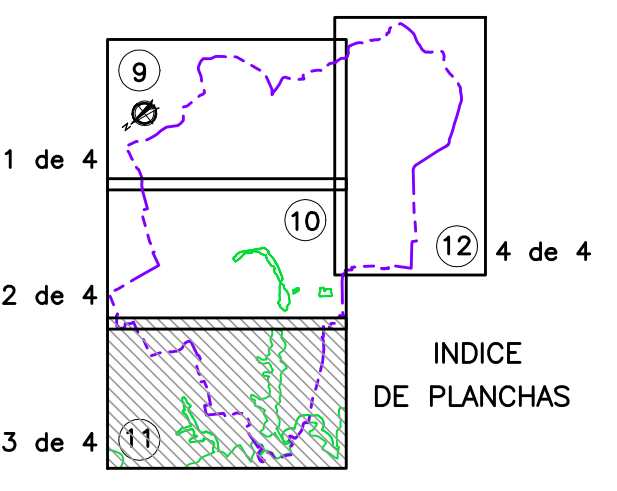
| | | | |
|------------------|--------------------|------------------------|---------------------|
| ESCALA: 1:10.000 | FECHA: MARZO 1.999 | REFERENCIA: 65-IF-10-0 | PLANO No.10 DE : 16 |
|------------------|--------------------|------------------------|---------------------|



CONVENIONES

| | |
|--|-----------------------------------|
| | SISTEMA PLUVIAL |
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA |
| | CURVA DE NIVEL |
| | AMENAZA ALTA |
| | AMENAZA MEDIA |
| | AMENAZA BAJA |
| | ZONA DE AMORTIGUACION DEL HUMEDAL |

Vienen del Plano Ref. 65-IF-10-0
 NOTAS:
 10- LA ESQUEMATIZACION DE LA AMENAZA POR DESBORDAMIENTO DE LOS CAUCES DE LA CUENCA ALTA EN EL AREA COMPRENDIDA ENTRE LA CALLE 57 Y LA AVENIDA 39, CORRESPONDE A INFORMACION DE REGISTROS HISTORICOS DE PRENSA.



| | | | | | |
|--------|---------------|--------------|------|------|---------|
| REV: 0 | FECHA: MAR/99 | DESCRIPCION: | POR: | REV: | APROBO: |
|--------|---------------|--------------|------|------|---------|

HIDROTEC
 INGENIEROS CONSULTORES

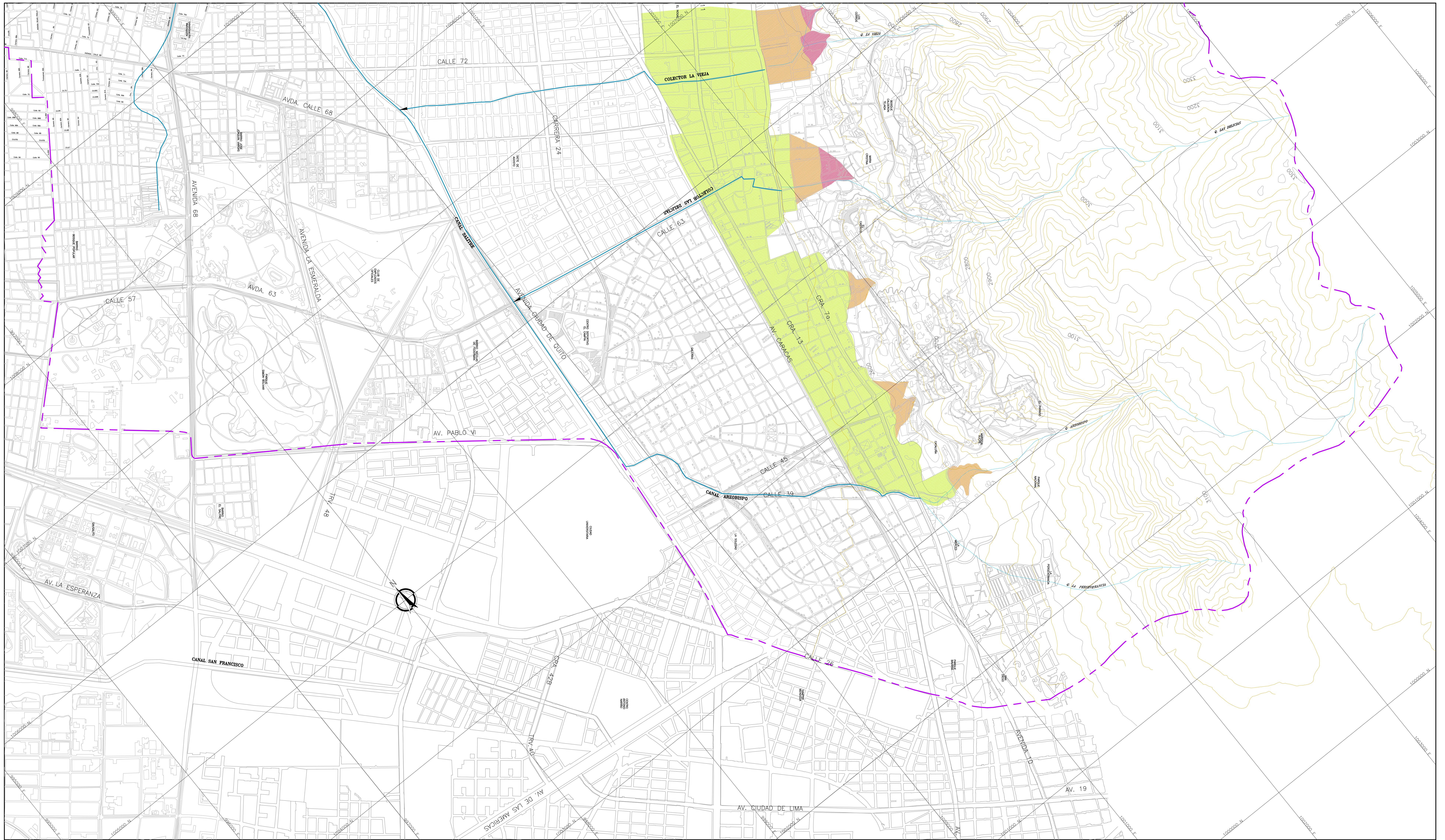
ELABORO: G. MANSILLA
 PRESENTO: HIDROTEC LTDA.
 REVISO: G. LIZCANO / G. TORRES
 APROBO:
 DIBUJO: G. BULLA
 HIDROCONSULTA

Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá
UIPES
 Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

MAPA DE ZONIFICACION DE AMENAZA POR FENOMENO DE INUNDACION - 4 PLANOS (3 de 4)

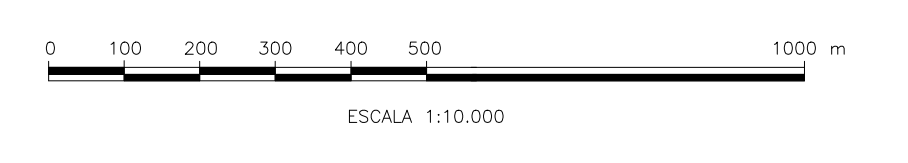
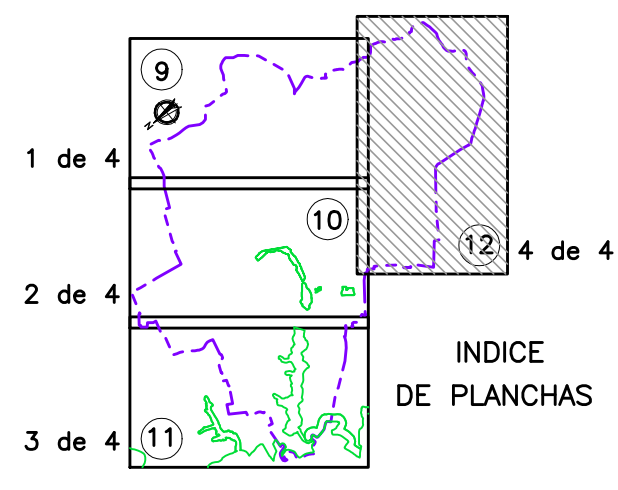
ESCALA: 1:10.000
 FECHA: MARZO 1.999
 REFERENCIA: 65-IF-10-0
 PLANO No.11 DE : 16



CONVENCIONES

| | |
|--|-----------------------------------|
| | SISTEMA PLUVIAL |
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA |
| | CURVA DE NIVEL |
| | AMENAZA ALTA |
| | AMENAZA MEDIA |
| | AMENAZA BAJA |
| | ZONA DE AMORTIGUACION DEL HUMEDAD |

NOTAS:
Ver Notas Planos Ref. 65-IF-09-0 a 65-IF-11-0



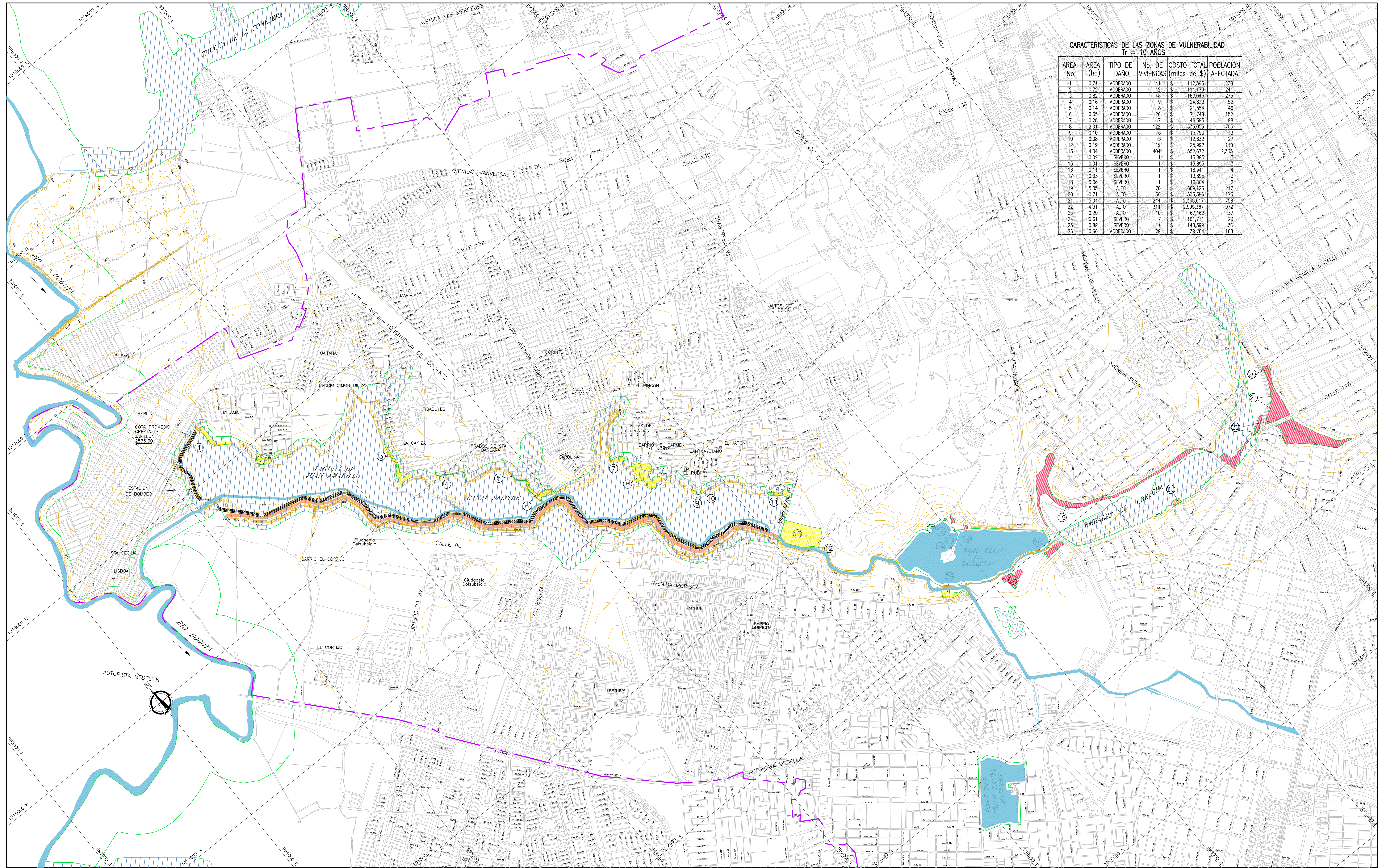
ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

MAPA DE ZONIFICACION DE AMENAZA POR FENOMENO DE INUNDACION - 4 PLANOS (4 de 4)

| | | | |
|----------|------------------------|-----------|----------------|
| ELABORO: | G. MANSILLA | PRESENTO: | HIDROTEC LTDA. |
| REVISO: | G. LIZCANO / G. TORRES | APROBO: | |
| DIBUJO: | G. BULLA | | |

| | | | | |
|----------|--------------|------|------|---------|
| FECHA: | DESCRIPCION: | POR: | REV: | APROBO: |
| 06/03/09 | | | | |

| | | | |
|----------|-------------|-------------|-------------------|
| ESCALA: | FECHA: | REFERENCIA: | PLANO No. 12 DE 4 |
| 1:10.000 | MARZO 1.999 | 65-IF-12-0 | |



CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE VULNERABILIDAD
Tr = 10 AÑOS

| ÁREA No. | ÁREA (ha) | TIPO DE DAÑO | No. DE VIVIENDAS | COSTO TOTAL (miles de \$) | POBLACION AFECTADA |
|----------|-----------|--------------|------------------|---------------------------|--------------------|
| 1 | 0.71 | MODERADO | 41 | 112,593 | 238 |
| 2 | 0.72 | MODERADO | 42 | 114,179 | 241 |
| 3 | 0.82 | MODERADO | 48 | 169,043 | 275 |
| 4 | 0.16 | MODERADO | 9 | 24,633 | 52 |
| 5 | 0.14 | MODERADO | 8 | 21,554 | 46 |
| 6 | 0.65 | MODERADO | 26 | 71,749 | 152 |
| 7 | 0.28 | MODERADO | 17 | 46,395 | 98 |
| 8 | 2.01 | MODERADO | 122 | 333,053 | 703 |
| 9 | 0.10 | MODERADO | 6 | 15,790 | 33 |
| 10 | 0.08 | MODERADO | 5 | 12,632 | 27 |
| 12 | 0.19 | MODERADO | 19 | 25,992 | 110 |
| 13 | 4.04 | MODERADO | 404 | 592,672 | 2,335 |
| 14 | 0.02 | SEVERO | 1 | 13,895 | 3 |
| 15 | 0.01 | SEVERO | 1 | 13,895 | 3 |
| 16 | 0.11 | SEVERO | 1 | 18,341 | 4 |
| 17 | 0.03 | SEVERO | 1 | 13,895 | 3 |
| 18 | 0.06 | SEVERO | 1 | 10,044 | 2 |
| 19 | 5.05 | ALTO | 70 | 669,126 | 217 |
| 20 | 0.71 | ALTO | 56 | 533,366 | 173 |
| 21 | 5.04 | ALTO | 244 | 2,335,617 | 758 |
| 22 | 4.31 | ALTO | 314 | 2,995,367 | 972 |
| 23 | 0.20 | ALTO | 10 | 67,162 | 37 |
| 24 | 0.61 | SEVERO | 7 | 101,711 | 25 |
| 25 | 0.89 | SEVERO | 11 | 148,399 | 33 |
| 26 | 0.60 | MODERADO | 29 | 39,784 | 168 |

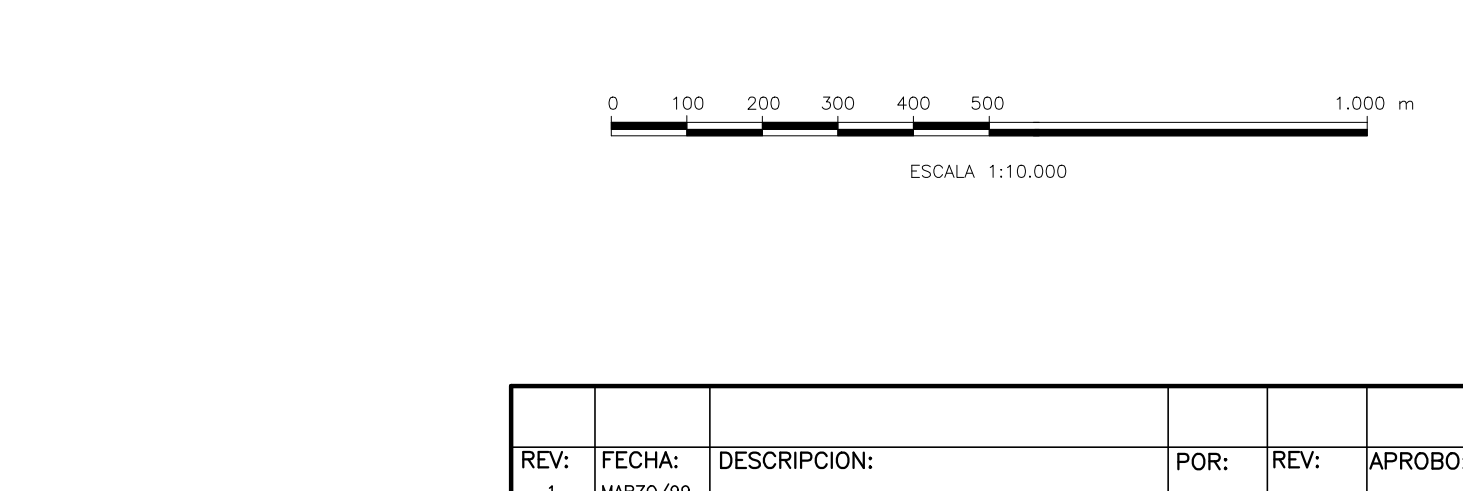
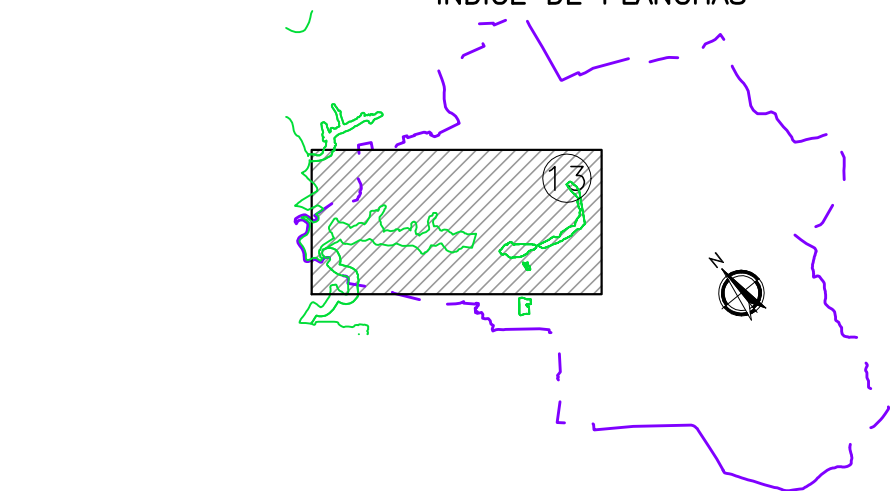
CONVENCIONES

| | | | |
|--|---------------------------|--|-----------------------------------|
| | LIMITE AREA DEL PROYECTO | | DAÑOS MENORES |
| | RONDA HIDRAULICA DEFINIDA | | DAÑOS MODERADOS |
| | CURVA DE NIVEL | | DAÑOS ALTOS |
| | NUMERO DE AREA | | DAÑOS SEVEROS |
| | LIMITE AREA EN ESTUDIO | | ZONA DE AMORTIGUACION DEL HUMEDAL |

NOTAS:

- LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ.
- LAS COTAS CORRESPONDEN AL SISTEMA BOGOTÁ (IGAC-29.86)
- LA ALTIMETRIA FUE TOMADA DE PLANOS A ESCALA 1:10,000 ELABORADOS POR EL IGAC EN EL AÑO 1989, Y COMPLEMENTADA CON LOS PLANOS RECORD DE ALCANTARILLADO A ESCALA 1:2000 DE LA E-60-ESP.
- EN EL SECTOR DEL HUMEDAL DE JUAN AMARILLO LA ALTIMETRIA FUE COMPLEMENTADA CON UN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO REALIZADO POR HIDROTEC LTDA EN ENERO DE 1999.
- EL MAPA DE VULNERABILIDAD FISICA SE REALIZO EN FORMA ESPECIFICA SOBRE LA VIVIENDA POR LO CUAL SE ESTABLECIO UNA TIPOLOGIA DE LAS ESTRUCTURAS ANALIZADAS TENIENDO COMO AYUDA LA DIVISION SECTORIAL DEL DAÑO, DONDE SE CLASIFICA POR ESTRATOS A LA POBLACION EN GRUPOS CON CARACTERISTICAS SOCIALES Y ECONOMICAS SIMILARES.
- LA CARACTERIZACION E IDENTIFICACION DE PERDIDAS POR UNIDAD DE VIVIENDA SE ESTABLECIO EN FORMA RELATIVA DE LA SIGUIENTE MANERA:

| TIPO DE DAÑO | COSTOS UNITARIOS |
|-----------------|------------------------------|
| DAÑOS MENORES | MEÑORES A \$ 1,000,000 |
| DAÑOS MODERADOS | \$ 1,000,000 A \$ 6,000,000 |
| DAÑOS ALTOS | \$ 6,000,000 A \$ 10,000,000 |
| DAÑOS SEVEROS | MAYORES DE \$ 10,000,000 |



HIDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

ELABORO: G. MANSILLA
REVISO: G. LIZCANO / G. TORRES
DIBUJO: C. VELANDIA

PRESENTO: HIDROTEC LTDA.
APROBO: HIDROCONSULTA

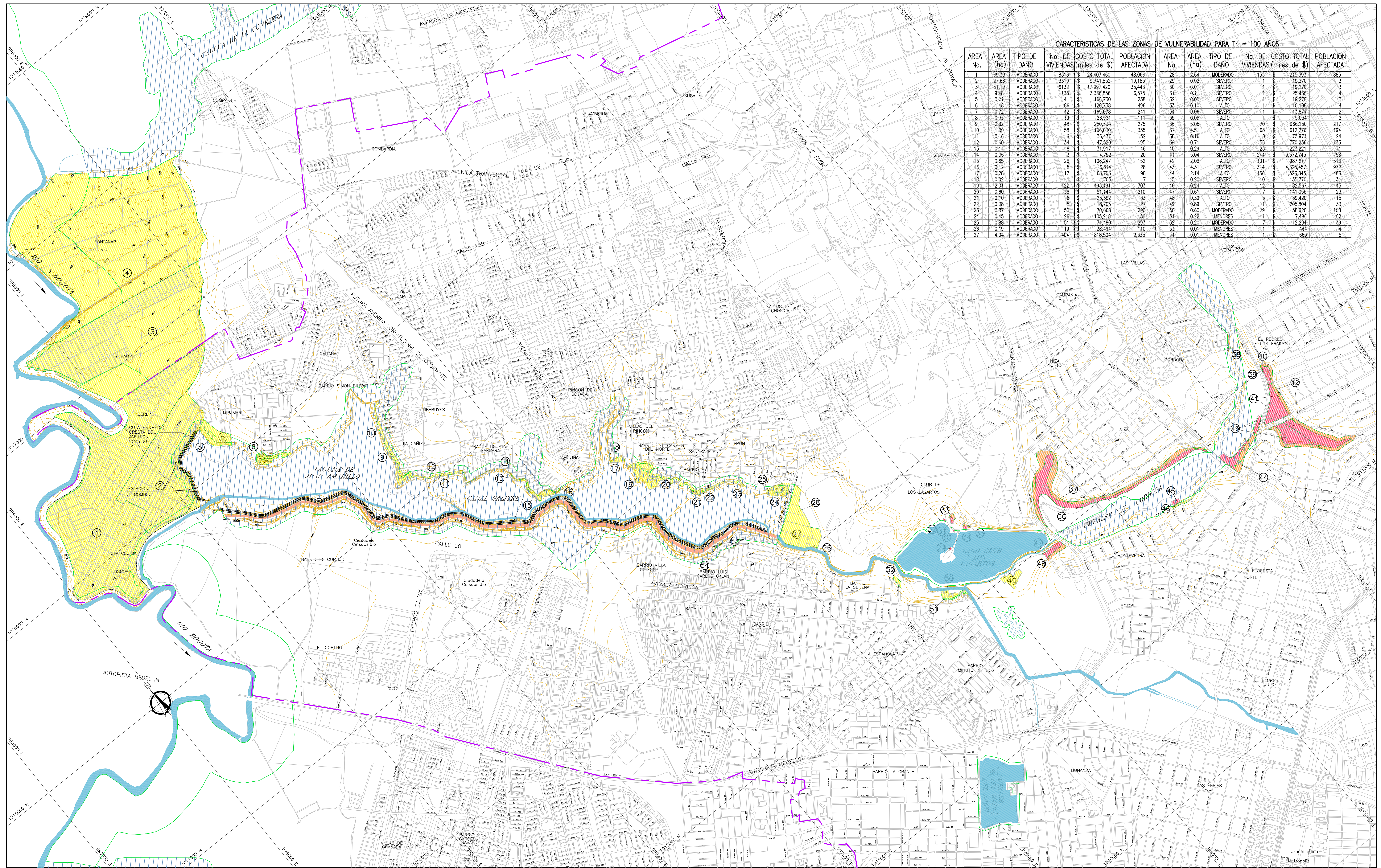
Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá
UIPIES
Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

MAPA DE VULNERABILIDAD FISICA TR=10 AÑOS

ESCALA: 1:10,000
FECHA: MARZO 1.999
REFERENCIA: 65-IF-13-0
PLANO No. 13 DE 116

| | | | | | |
|--------|-----------------|--------------|------|------|---------|
| REV: 1 | FECHA: MARZO/99 | DESCRIPCION: | POR: | REV: | APROBO: |
|--------|-----------------|--------------|------|------|---------|



CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE VULNERABILIDAD PARA Tr = 100 AÑOS

| AREA No. | AREA (ha) | TIPO DE DAÑO | No. DE VIVIENDAS | COSTO TOTAL (miles de \$) | POBLACION AFECTADA | AREA No. | AREA (ha) | TIPO DE DAÑO | No. DE VIVIENDAS | COSTO TOTAL (miles de \$) | POBLACION AFECTADA |
|----------|-----------|--------------|------------------|---------------------------|--------------------|----------|-----------|--------------|------------------|---------------------------|--------------------|
| 1 | 69.30 | MODERADO | 8316 | \$ 24,407,460 | 48,066 | 28 | 2.64 | MODERADO | 153 | \$ 212,593 | 885 |
| 2 | 0.66 | MODERADO | 3319 | \$ 9,741,852 | 19,185 | 29 | 0.02 | SEVERO | 1 | \$ 19,270 | 3 |
| 3 | 51.19 | MODERADO | 6132 | \$ 17,957,420 | 35,443 | 30 | 0.01 | SEVERO | 1 | \$ 19,270 | 3 |
| 4 | 9.48 | MODERADO | 1138 | \$ 3,338,856 | 6,575 | 31 | 0.11 | SEVERO | 1 | \$ 25,436 | 4 |
| 5 | 0.71 | MODERADO | 41 | \$ 166,730 | 238 | 32 | 0.03 | SEVERO | 1 | \$ 19,270 | 3 |
| 6 | 1.48 | MODERADO | 86 | \$ 120,738 | 496 | 33 | 0.10 | ALTO | 1 | \$ 10,109 | 4 |
| 7 | 0.72 | MODERADO | 42 | \$ 160,078 | 241 | 34 | 0.06 | SEVERO | 1 | \$ 13,874 | 2 |
| 8 | 0.33 | MODERADO | 19 | \$ 26,921 | 111 | 35 | 0.05 | ALTO | 1 | \$ 5,054 | 2 |
| 9 | 0.82 | MODERADO | 48 | \$ 250,334 | 275 | 36 | 5.05 | SEVERO | 70 | \$ 966,250 | 217 |
| 10 | 1.00 | MODERADO | 58 | \$ 106,030 | 335 | 37 | 4.51 | ALTO | 63 | \$ 612,276 | 194 |
| 11 | 0.16 | MODERADO | 9 | \$ 36,477 | 52 | 38 | 0.16 | ALTO | 9 | \$ 75,971 | 24 |
| 12 | 0.60 | MODERADO | 34 | \$ 47,507 | 195 | 39 | 0.71 | SEVERO | 58 | \$ 770,236 | 173 |
| 13 | 0.14 | MODERADO | 8 | \$ 31,917 | 46 | 40 | 0.29 | ALTO | 23 | \$ 222,221 | 71 |
| 14 | 0.06 | MODERADO | 3 | \$ 4,752 | 20 | 41 | 5.04 | SEVERO | 244 | \$ 3,272,745 | 758 |
| 15 | 0.65 | MODERADO | 26 | \$ 105,247 | 152 | 42 | 2.08 | ALTO | 101 | \$ 987,617 | 313 |
| 16 | 0.12 | MODERADO | 5 | \$ 6,814 | 28 | 43 | 4.31 | SEVERO | 314 | \$ 4,293,457 | 972 |
| 17 | 0.28 | MODERADO | 17 | \$ 68,703 | 98 | 44 | 2.14 | ALTO | 56 | \$ 1,523,845 | 483 |
| 18 | 0.02 | MODERADO | 1 | \$ 1,705 | 7 | 45 | 0.20 | SEVERO | 10 | \$ 135,770 | 31 |
| 19 | 2.01 | MODERADO | 122 | \$ 493,191 | 703 | 46 | 0.24 | ALTO | 12 | \$ 82,567 | 45 |
| 20 | 0.60 | MODERADO | 36 | \$ 51,144 | 210 | 47 | 0.61 | SEVERO | 7 | \$ 141,056 | 23 |
| 21 | 0.10 | MODERADO | 5 | \$ 23,952 | 33 | 48 | 0.30 | ALTO | 5 | \$ 39,420 | 15 |
| 22 | 0.08 | MODERADO | 5 | \$ 18,705 | 27 | 49 | 0.89 | SEVERO | 11 | \$ 205,804 | 33 |
| 23 | 0.97 | MODERADO | 50 | \$ 70,668 | 290 | 50 | 0.60 | MODERADO | 29 | \$ 58,920 | 168 |
| 24 | 0.45 | MODERADO | 26 | \$ 105,218 | 159 | 51 | 0.22 | MEJORES | 11 | \$ 7,496 | 62 |
| 25 | 0.88 | MODERADO | 51 | \$ 71,480 | 293 | 52 | 0.20 | MODERADO | 7 | \$ 12,294 | 39 |
| 26 | 0.19 | MODERADO | 19 | \$ 36,494 | 110 | 53 | 0.01 | MEJORES | 1 | \$ 444 | 4 |
| 27 | 4.04 | MODERADO | 404 | \$ 818,504 | 2,335 | 54 | 0.01 | MEJORES | 1 | \$ 663 | 5 |

CONVENCIONES

- LIMITE AREA DEL PROYECTO
- RONDA HIDRAULICA DEFINIDA
- CURVA DE NIVEL
- NUMERO DE AREA
- LIMITE AREA EN ESTUDIO
- DAÑOS MENORES
- DAÑOS MODERADOS
- DAÑOS ALTOS
- DAÑOS SEVEROS
- ZONA DE AMORTIGUACION DEL HUMEDAL

NOTAS:

- LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DAANE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ.
- LAS COTAS CORRESPONDEN AL SISTEMA BOGOTÁ (IGAC-29.86)
- LA ALTIMETRIA FUE TOMADA DE PLANOS A ESCALA 1:10,000 ELABORADOS POR EL IGAC EN EL AÑO 1989, Y COMPLEMENTADA CON LOS PLANOS RECORD DE ALCANTARILLADO A ESCALA 1:2000 DE LA PARB-ESP.
- EN EL SECTOR DEL HUMEDAL DE JUAN AMARILLO LA ALTIMETRIA FUE COMPLEMENTADA CON UN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO REALIZADO POR HIDROTEC LTDA EN ENERO DE 1999.
- EL MAPA DE VULNERABILIDAD FISICA SE REALIZO EN FORMA ESPECIFICA SOBRE LA VIVIENDA POR LO CUAL SE ESTABLECIO UNA TIPOLOGIA DE LAS ESTRUCTURAS ANALIZADAS TENIENDO COMO AYUDA LA DIVISION SECTORIAL DEL DAFD, DONDE SE CLASIFICA POR ESTRATOS A LA POBLACION EN GRUPOS CON CARACTERISTICAS SOCIALES Y ECONOMICAS SIMILARES.
- LA CARACTERIZACION E IDENTIFICACION DE PERDIDAS POR UNIDAD DE VIVIENDA SE ESTABLECIO EN FORMA RELATIVA DE LA SIGUIENTE MANERA:

| TIPO DE DAÑO | COSTOS UNITARIOS |
|-----------------|------------------------------|
| DAÑOS MENORES | MEJORES A \$ 1,000,000 |
| DAÑOS MODERADOS | \$ 1,000,000 A \$ 6,000,000 |
| DAÑOS ALTOS | \$ 6,000,000 A \$ 10,000,000 |
| DAÑOS SEVEROS | MAYORES DE \$ 10,000,000 |

INDICE DE PLANCHAS

0 100 200 300 400 500 1,000 m

ESCALA 1:10,000

| | | | | |
|--------|-----------------|--------------|-----------|--------|
| REV: 1 | FECHA: MARZO/99 | DESCRIPCION: | POB: REV: | APROB: |
|--------|-----------------|--------------|-----------|--------|

HIDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

ELABORO: G. MANSILLA
REVISO: G. LIZCANO / G. TORRES
DIBUJO: C. VELANDIA

PRESENTO: HIDROTEC LTDA.
APROBO: HIDROCONSULTA

UPDES
Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

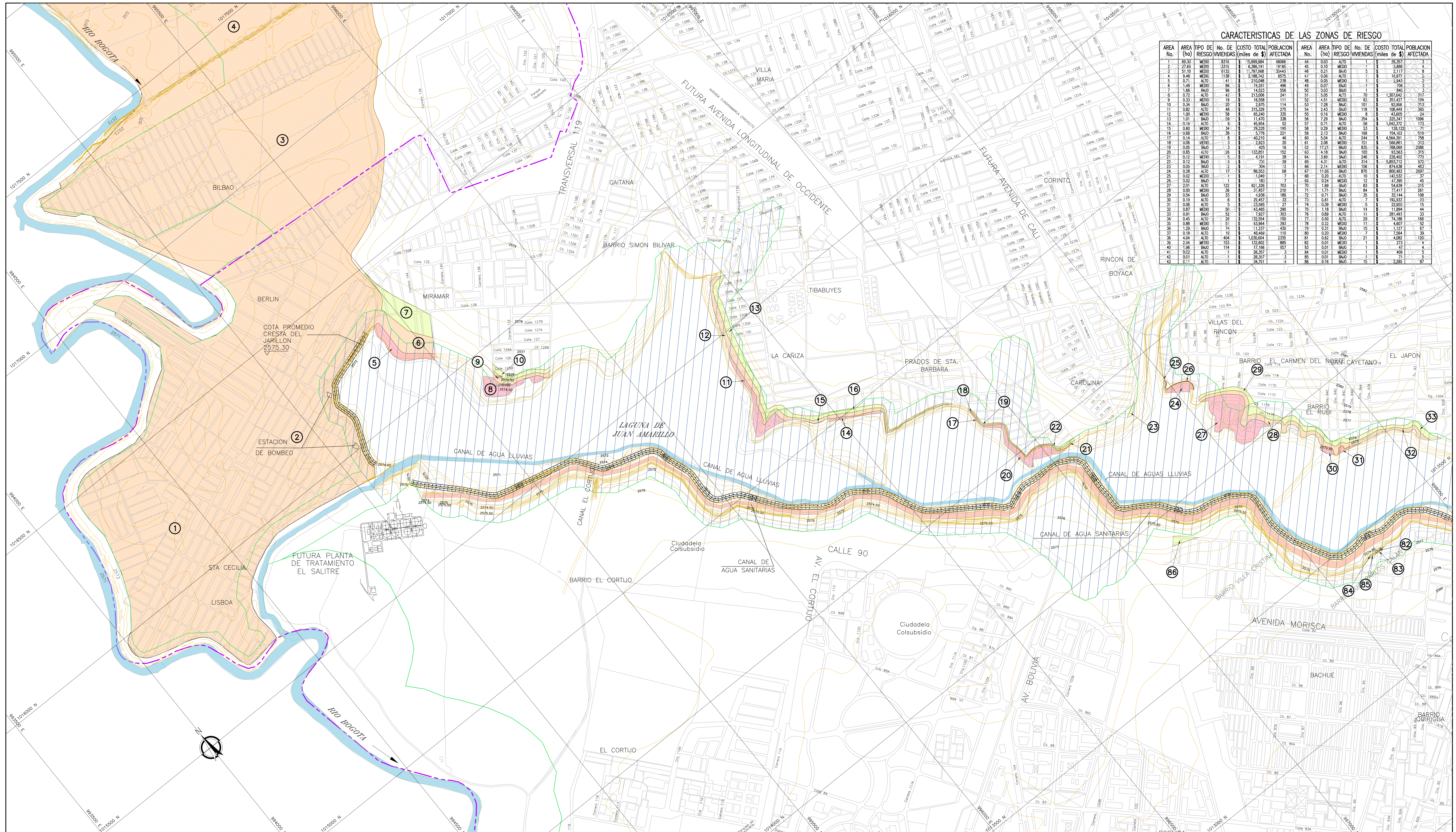
ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

MAPA DE VULNERABILIDAD FISICA TR=100 AÑOS

ESCALA: 1:10,000
FECHA: MARZO 1999
REFERENCIA: 65-IF-14-0
PLANO No. 14 DE 16

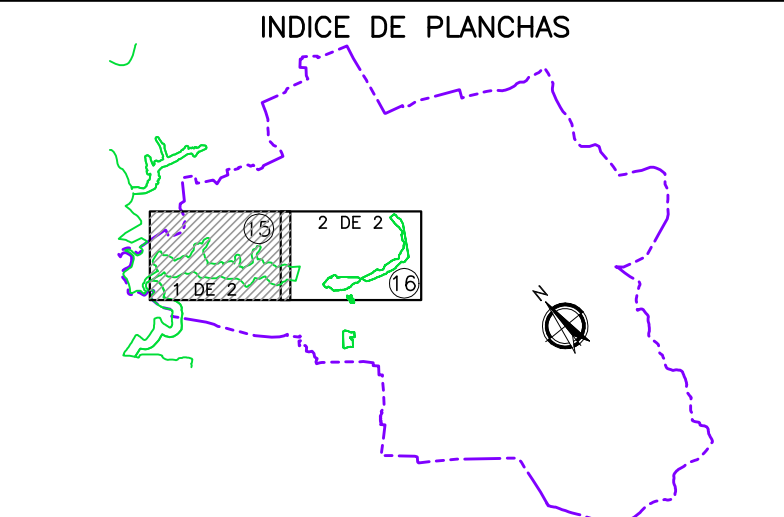
CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS DE RIESGO

| AREA No. | AREA TIPO DE RIESGO (ho) | No. DE VIVIENDAS | COSTO TOTAL (miles de \$) | POBLACION AFECTADA | AREA No. | AREA TIPO DE RIESGO (ho) | No. DE VIVIENDAS | COSTO TOTAL (miles de \$) | POBLACION AFECTADA | | |
|----------|--------------------------|------------------|---------------------------|--------------------|----------|--------------------------|------------------|---------------------------|--------------------|-----------|------|
| 1 | 69.30 | MEIO | 8318 | 15,999,884 | 48666 | 44 | 0.03 | ALTO | 1 | 26,357 | 3 |
| 2 | 27.66 | MEIO | 3319 | 6,386,141 | 1916 | 45 | 0.10 | MEIO | 1 | 3,886 | 2 |
| 3 | 51.10 | MEIO | 6132 | 11,797,068 | 35443 | 46 | 0.21 | BAJO | 3 | 2,117 | 8 |
| 4 | 8.48 | MEIO | 1138 | 2,186,742 | 6575 | 47 | 0.06 | ALTO | 1 | 16,977 | 2 |
| 5 | 1.46 | BAJO | 41 | 210,066 | 6575 | 48 | 0.05 | MEIO | 1 | 2,443 | 2 |
| 6 | 1.48 | MEIO | 86 | 74,871 | 496 | 49 | 0.07 | BAJO | 1 | 706 | 3 |
| 7 | 1.86 | BAJO | 36 | 14,533 | 335 | 50 | 0.03 | BAJO | 1 | 843 | 3 |
| 8 | 0.72 | ALTO | 42 | 213,066 | 241 | 51 | 5.05 | ALTO | 70 | 1,307,642 | 217 |
| 9 | 0.33 | MEIO | 19 | 16,358 | 1111 | 52 | 4.51 | MEIO | 63 | 351,427 | 194 |
| 10 | 0.31 | BAJO | 41 | 14,026 | 114 | 53 | 1.28 | BAJO | 101 | 101 | 213 |
| 11 | 0.82 | ALTO | 48 | 315,329 | 275 | 54 | 2.43 | BAJO | 118 | 198,449 | 265 |
| 12 | 1.00 | MEIO | 58 | 65,440 | 335 | 55 | 0.16 | MEIO | 8 | 43,605 | 25 |
| 13 | 1.91 | BAJO | 59 | 11,470 | 338 | 56 | 7.29 | BAJO | 354 | 335,347 | 1096 |
| 14 | 0.16 | ALTO | 34 | 45,854 | 52 | 57 | 0.71 | ALTO | 36 | 1,047,272 | 173 |
| 15 | 0.80 | MEIO | 54 | 29,229 | 295 | 58 | 0.29 | MEIO | 23 | 126,122 | 79 |
| 16 | 0.88 | BAJO | 38 | 5,776 | 221 | 59 | 2.13 | BAJO | 168 | 194,163 | 519 |
| 17 | 0.14 | ALTO | 46 | 40,710 | 46 | 60 | 5.04 | ALTO | 244 | 4,564,301 | 798 |
| 18 | 0.06 | MEIO | 3 | 2,823 | 20 | 61 | 2.08 | MEIO | 151 | 566,861 | 313 |
| 19 | 0.05 | BAJO | 16 | 425 | 16 | 62 | 17.21 | BAJO | 805 | 780,069 | 2286 |
| 20 | 0.85 | ALTO | 36 | 132,851 | 132 | 63 | 4.18 | BAJO | 100 | 1,354,611 | 315 |
| 21 | 0.12 | MEIO | 5 | 4,191 | 28 | 64 | 3.69 | BAJO | 248 | 238,492 | 770 |
| 22 | 0.01 | MEIO | 2 | 73 | 28 | 65 | 4.51 | ALTO | 314 | 5,853,712 | 372 |
| 23 | 0.05 | BAJO | 2 | 304 | 12 | 66 | 2.14 | MEIO | 156 | 874,338 | 463 |
| 24 | 0.28 | ALTO | 17 | 86,553 | 89 | 67 | 11.95 | BAJO | 870 | 803,643 | 2697 |
| 25 | 0.02 | MEIO | 1 | 14,232 | 7 | 68 | 0.20 | ALTO | 10 | 47,432 | 47 |
| 26 | 0.02 | BAJO | 1 | 183 | 7 | 69 | 0.24 | MEIO | 12 | 47,365 | 45 |
| 27 | 2.01 | ALTO | 192 | 143,208 | 303 | 70 | 1.68 | BAJO | 83 | 144,539 | 315 |
| 28 | 0.80 | MEIO | 36 | 31,457 | 210 | 71 | 1.71 | BAJO | 84 | 174,717 | 261 |
| 29 | 0.54 | BAJO | 33 | 4,336 | 189 | 72 | 0.71 | BAJO | 35 | 51,144 | 108 |
| 30 | 0.34 | ALTO | 6 | 29,457 | 33 | 73 | 1.61 | ALTO | 7 | 192,243 | 23 |
| 31 | 0.08 | ALTO | 5 | 23,565 | 27 | 74 | 0.39 | MEIO | 5 | 22,565 | 15 |
| 32 | 0.87 | MEIO | 50 | 43,465 | 290 | 75 | 1.16 | BAJO | 14 | 11,894 | 44 |
| 33 | 0.91 | BAJO | 52 | 7,827 | 303 | 76 | 0.68 | ALTO | 11 | 281,493 | 33 |
| 34 | 0.45 | ALTO | 26 | 32,524 | 150 | 77 | 0.80 | ALTO | 29 | 74,186 | 168 |
| 35 | 0.88 | MEIO | 51 | 43,884 | 293 | 78 | 0.20 | MEIO | 11 | 4,607 | 30 |
| 36 | 1.29 | BAJO | 74 | 11,237 | 430 | 79 | 0.31 | BAJO | 15 | 1,127 | 87 |
| 37 | 0.19 | MEIO | 10 | 49,489 | 110 | 80 | 0.20 | MEIO | 7 | 7,264 | 39 |
| 38 | 4.94 | ALTO | 404 | 1,030,604 | 2,335 | 81 | 0.62 | BAJO | 21 | 4,082 | 120 |
| 39 | 2.84 | MEIO | 154 | 132,602 | 885 | 82 | 0.01 | MEIO | 1 | 273 | 4 |
| 40 | 1.26 | BAJO | 114 | 17,186 | 567 | 83 | 0.01 | BAJO | 1 | 87 | 2 |
| 41 | 0.02 | ALTO | 1 | 26,357 | 3 | 84 | 0.01 | MEIO | 1 | 409 | 5 |
| 42 | 0.01 | ALTO | 1 | 26,357 | 1 | 85 | 0.01 | BAJO | 1 | 1 | 1 |
| 43 | 0.11 | ALTO | 1 | 34,721 | 4 | 86 | 0.16 | BAJO | 15 | 2,285 | 87 |



CONVENCIONES

- LIMITE AREA DEL PROYECTO
- RONDA HIDRAULICA DEFINIDA
- CURVA DE NIVEL
- 2630
- RIESGO ALTO
- RIESGO MEDIO
- RIESGO BAJO
- ZONA DE AMORTIGUACION DEL HUMEDAL
- AREA EN ESTUDIO



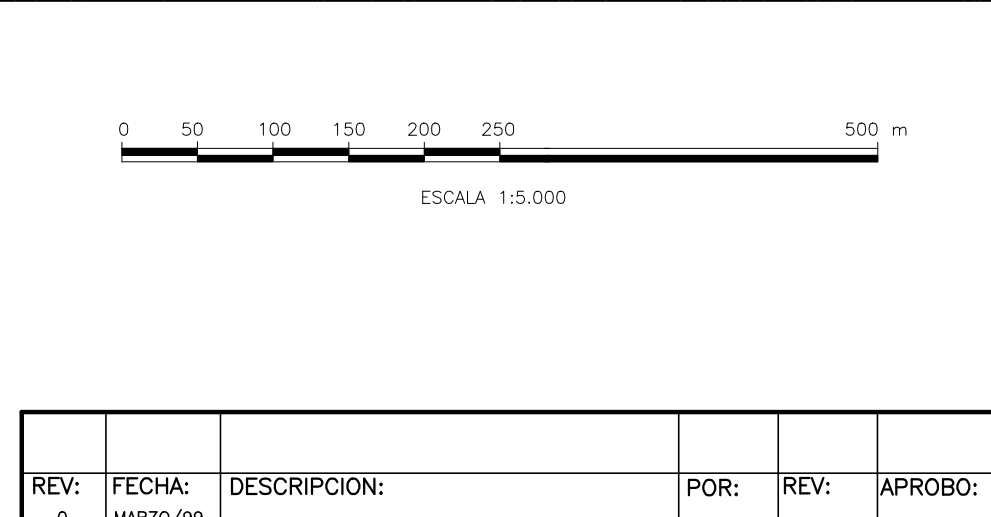
NOTAS:

1. LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTA.
2. LAS COTAS CORRESPONDEN AL SISTEMA BOGOTA (IGAC+29.86)
3. LA ALTIMETRIA FUE TOMADA DE PLANOS A ESCALA 1:10,000 ELABORADOS POR EL IGAC EN EL AÑO 1989, Y COMPLEMENTADA CON LOS PLANOS RECORD DE ALCANTARILLADO A ESCALA 1:2000 DE LA EAB-ESP.
4. EN EL SECTOR DEL HUMEDAL DE JUAN AMARILLO LA ALTIMETRIA FUE COMPLEMENTADA CON UN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO REALIZADO POR HIDROTEC LTDA EN ENERO DE 1999.
5. PARA LA EVALUACION SE DETERMINO EL SISTEMA COMO LA ITERACION QUE PRODUCE UNA INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO CON LAS ZONAS DESARROLLADAS CON USO DE VIVIENDA EN LOS LIMITES DEFINIDOS COMO EXPUESTOS A INUNDACION, DEFINIENDOSE UNOS CRITERIOS PARA EVALUAR LA RESISTENCIA AL EVENTO Y SUS CONSECUENCIAS. (CALCULO DE PERDIDAS)
6. SE DEFINE EL RIESGO COMO UNA PROBABILIDAD QUE LA ZONA (1) SUFRA UNAS PERDIDAS ECONOMICAS DE CASO QUE SE PRESENTE UNA INUNDACION COMO RESULTADO DE LA CRECIENTE DEL RIO JUAN AMARILLO QUE OCURRE EN PROMEDIO CADA (2) AÑOS.

7. EL NIVEL DE RIESGO ESTA DADO EN FORMA RELATIVA DE ACUERDO A LOS SIGUIENTES RANGOS DE INDICE DE RIESGO, DETERMINADOS EN EL INFORME TECNICO.

| NIVEL DE RIESGO | INDICADOR DE RIESGO |
|-----------------|---------------------|
| ALTO | MAYOR A 0.4 |
| MEIO | ENTRE 0.4 Y 0.1 |
| BAJO | MEJOR A 0.1 |

8. COSTOS CORRESPONDIENTES AL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO DE 1999



HIDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

ELABORO: G. MANSILLA
REVISO: G. LIZCANO / G. TORRES
DIBUJO: G. BULLA/C. VELANDIA

PRESENTO: HIDROTEC LTDA
APROBO: HIDROCONSULTA

Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá
UPRES
Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

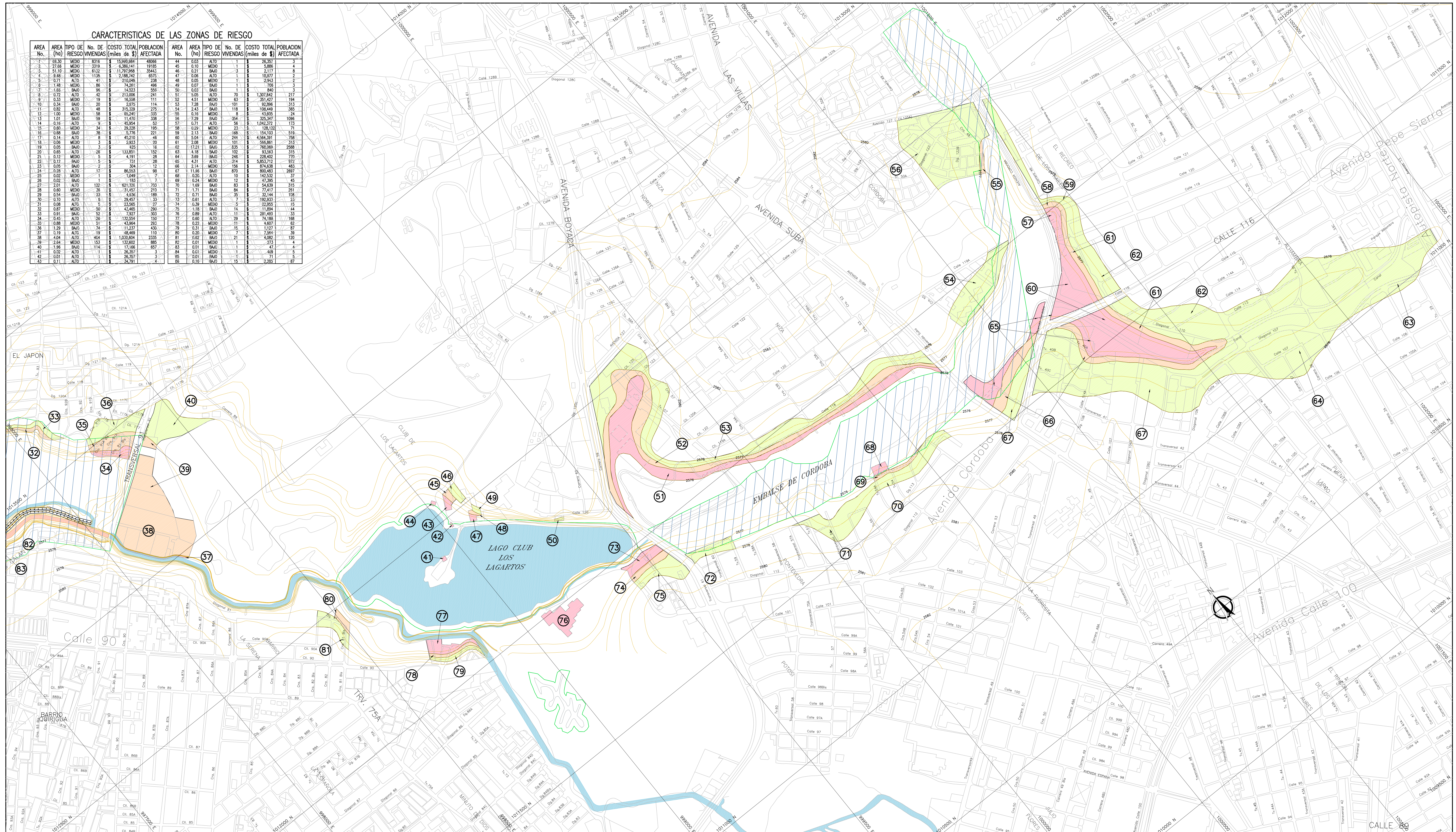
MAPA DE ZONIFICACION DE RIESGO POR FENOMENO DE INUNDACION-2 PLANOS (1 DE 2)

ESCALA: 1:5,000
FECHA: MARZO 1999
REFERENCIA: 65-IF-15-0
PLANO No. 15 DE 18

| REV: | FECHA: | DESCRIPCION: | FOR: | REV: | APROBO: |
|------|----------|--------------|------|------|---------|
| 0 | MARZO/99 | | | | |

CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS DE RIESGO

| AREA No. | AREA (ha) | TIPO DE RIESGO | No. DE VIVIENDAS | COSTO TOTAL (miles de \$) | POBLACION AFECTADA | AREA No. | AREA (ha) | TIPO DE RIESGO | No. DE VIVIENDAS | COSTO TOTAL (miles de \$) | POBLACION AFECTADA |
|----------|-----------|----------------|------------------|---------------------------|--------------------|----------|-----------|----------------|------------------|---------------------------|--------------------|
| 1 | 0.30 | BAJO | 8316 | 15,999,881 | 48066 | 44 | 0.03 | ALTO | 1 | 28,301 | 3 |
| 2 | 27.66 | BAJO | 1319 | 4,386,141 | 19185 | 45 | 0.10 | BAJO | 1 | 5,966 | 4 |
| 3 | 51.10 | BAJO | 6132 | 11,977,868 | 35443 | 46 | 0.21 | BAJO | 3 | 2,177 | 8 |
| 4 | 9.48 | BAJO | 1135 | 2,186,742 | 8575 | 47 | 0.08 | ALTO | 1 | 19,977 | 2 |
| 5 | 0.71 | ALTO | 41 | 210,086 | 238 | 48 | 0.05 | BAJO | 1 | 2,843 | 3 |
| 6 | 1.48 | BAJO | 86 | 74,281 | 496 | 49 | 0.07 | BAJO | 1 | 708 | 3 |
| 7 | 1.55 | BAJO | 86 | 14,323 | 516 | 50 | 0.03 | BAJO | 1 | 892 | 3 |
| 8 | 0.72 | ALTO | 42 | 213,006 | 241 | 51 | 0.05 | ALTO | 70 | 1,307,842 | 217 |
| 9 | 0.34 | BAJO | 19 | 16,536 | 111 | 52 | 4.51 | BAJO | 43 | 35,427 | 194 |
| 10 | 0.34 | BAJO | 20 | 2,972 | 114 | 53 | 7.28 | BAJO | 101 | 92,996 | 313 |
| 11 | 0.82 | ALTO | 48 | 315,229 | 275 | 54 | 2.43 | BAJO | 118 | 100,449 | 365 |
| 12 | 1.02 | BAJO | 59 | 26,247 | 135 | 55 | 0.16 | BAJO | 8 | 4,195 | 24 |
| 13 | 1.01 | BAJO | 99 | 11,470 | 338 | 56 | 2.29 | BAJO | 304 | 325,347 | 1098 |
| 14 | 0.16 | ALTO | 9 | 45,954 | 92 | 57 | 0.71 | ALTO | 56 | 1,042,272 | 173 |
| 15 | 0.80 | BAJO | 34 | 29,228 | 195 | 58 | 0.29 | BAJO | 23 | 195,120 | 74 |
| 16 | 0.88 | BAJO | 38 | 5,776 | 221 | 59 | 2.13 | BAJO | 198 | 154,103 | 519 |
| 17 | 0.14 | ALTO | 8 | 42,210 | 48 | 60 | 0.94 | ALTO | 244 | 4,564,301 | 786 |
| 18 | 0.06 | BAJO | 3 | 2,823 | 20 | 61 | 2.08 | BAJO | 101 | 566,881 | 313 |
| 19 | 0.05 | BAJO | 3 | 425 | 16 | 62 | 17.21 | BAJO | 635 | 780,699 | 2098 |
| 20 | 0.85 | ALTO | 38 | 133,851 | 152 | 63 | 4.18 | BAJO | 102 | 83,463 | 313 |
| 21 | 0.12 | BAJO | 5 | 4,191 | 28 | 64 | 3.89 | BAJO | 249 | 228,402 | 770 |
| 22 | 0.12 | BAJO | 5 | 2,731 | 28 | 65 | 1.16 | ALTO | 314 | 5,853,712 | 972 |
| 23 | 0.05 | BAJO | 2 | 304 | 12 | 66 | 2.14 | BAJO | 156 | 874,638 | 483 |
| 24 | 0.08 | ALTO | 17 | 86,033 | 98 | 67 | 11.96 | BAJO | 870 | 891,483 | 2897 |
| 25 | 0.02 | BAJO | 1 | 1,049 | 7 | 68 | 0.20 | ALTO | 10 | 14,532 | 37 |
| 26 | 0.02 | BAJO | 1 | 183 | 9 | 69 | 6.24 | BAJO | 12 | 47,395 | 45 |
| 27 | 2.01 | ALTO | 132 | 821,326 | 103 | 70 | 1.69 | BAJO | 83 | 54,839 | 315 |
| 28 | 0.60 | BAJO | 38 | 31,457 | 210 | 71 | 1.71 | BAJO | 84 | 77,417 | 281 |
| 29 | 0.54 | BAJO | 33 | 29,326 | 189 | 72 | 0.71 | BAJO | 35 | 52,144 | 156 |
| 30 | 0.10 | ALTO | 5 | 2,467 | 33 | 73 | 0.83 | ALTO | 7 | 192,833 | 12 |
| 31 | 0.08 | ALTO | 5 | 23,565 | 27 | 74 | 0.39 | BAJO | 5 | 22,955 | 15 |
| 32 | 0.87 | BAJO | 51 | 43,465 | 291 | 75 | 1.16 | ALTO | 14 | 11,894 | 44 |
| 33 | 0.91 | BAJO | 52 | 7,927 | 303 | 76 | 0.88 | ALTO | 11 | 281,493 | 33 |
| 34 | 0.16 | ALTO | 17 | 126,550 | 150 | 77 | 0.60 | ALTO | 29 | 74,188 | 168 |
| 35 | 0.88 | BAJO | 51 | 43,894 | 293 | 78 | 0.20 | BAJO | 7 | 7,249 | 38 |
| 36 | 1.29 | BAJO | 74 | 11,237 | 430 | 79 | 0.31 | BAJO | 15 | 1,127 | 87 |
| 37 | 0.19 | ALTO | 10 | 48,489 | 101 | 80 | 0.20 | BAJO | 7 | 7,249 | 38 |
| 38 | 4.04 | ALTO | 464 | 1,030,694 | 2335 | 81 | 0.62 | BAJO | 21 | 4,080 | 120 |
| 39 | 2.84 | BAJO | 153 | 132,602 | 885 | 82 | 0.01 | BAJO | 1 | 23 | 4 |
| 40 | 1.96 | BAJO | 114 | 17,186 | 657 | 83 | 0.01 | BAJO | 1 | 47 | 4 |
| 41 | 0.02 | ALTO | 1 | 26,367 | 3 | 84 | 0.01 | BAJO | 1 | 409 | 5 |
| 42 | 0.01 | ALTO | 1 | 26,367 | 3 | 85 | 0.01 | BAJO | 1 | 41 | 5 |
| 43 | 0.11 | ALTO | 1 | 34,791 | 4 | 86 | 0.16 | BAJO | 15 | 2,283 | 87 |



CONVENCIONES

- LIMITE AREA DEL PROYECTO
- RONDA HIDRAULICA DEFINIDA
- CURVA DE NIVEL
- 2630
- RIESGO ALTO
- RIESGO MEDIO
- RIESGO BAJO
- ZONA DE AMORTIGUACION DEL HUMEDAL
- 15 AREA EN ESTUDIO

INDICE DE PLANCHAS

NOTAS:

- LA BASE CARTOGRAFICA UTILIZADA CORRESPONDE A LA DESARROLLADA POR EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE) EN EL AÑO DE 1993, DE LA CIUDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ.
- LAS COTAS CORRESPONDEN AL SISTEMA BOGOTÁ (IGAC+29.86)
- LA ALTIMETRIA FUE TOMADA DE PLANOS A ESCALA 1:10,000 ELABORADOS POR EL IGAC EN EL AÑO 1989, Y COMPLEMENTADA CON LOS PLANOS RECORD DE ALCANTARILLADO A ESCALA 1:2000 DE LA EAB-ESP.
- EN EL SECTOR DEL HUMEDAL DE JUAN AMARILLO LA ALTIMETRIA FUE COMPLEMENTADA CON UN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO REALIZADO POR HIDROTEC LTDA EN ENERO DE 1999.
- PARA LA EVALUACION SE DETERMINO EL SISTEMA COMO LA ITERACION QUE PRODUCE UNA INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO CON LAS ZONAS DESARROLLADAS CON USO DE VIVIENDA EN LOS LIMITES DEFINIDOS COMO EXPUESTOS A INUNDACION, DEFINIENDOSE UNOS CRITERIOS PARA EVALUAR LA RESISTENCIA AL EVENTO Y SUS CONSECUENCIAS (CALCULO DE PERDIDAS).
- SE DEFINE EL RIESGO COMO UNA PROBABILIDAD QUE LA ZONA SUFRA UNAS PERDIDAS ECONOMICAS DE CASO QUE SE PRESENTE UNA INUNDACION COMO RESULTADO DE LA CRECIENTE DEL RIO JUAN AMARILLO QUE OCURRE EN PROMEDIO CADA 10 AÑOS.

7. EL NIVEL DE RIESGO ESTA DADO EN FORMA RELATIVA DE ACUERDO A LOS SIGUIENTES RANGOS DE INDICE DE RIESGO, DETERMINADOS EN EL INFORME TECNICO.

| NIVEL DE RIESGO | INDICADOR DE RIESGO |
|-----------------|---------------------|
| ALTO | MAYOR A 0.4 |
| MEDIO | ENTRE 0.4 Y 0.1 |
| BAJO | MEJOR A 0.1 |

8. COSTOS CORRESPONDIENTES AL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO DE 1999

| REV: | FECHA: | DESCRIPCION: | FOR: | REV: | APROB: |
|------|----------|--------------|------|------|--------|
| 0 | MARZO/99 | | | | |

HIDROTEC
INGENIEROS CONSULTORES

ELABORO: G. MANSILLA
REVISO: G. LIZCANO / G. TORRES
DIBUJO: G. BULLA/C.VELANDIA

PRESENTO: HIDROTEC LTDA
APROBO: HIDROCONSULTA

Alcalde Mayor de Santa Fe de Bogotá
UPRES
Unidad de Prevención y Atención de Emergencias

ZONIFICACION DE RIESGOS POR INUNDACION DEL RIO JUAN AMARILLO

MAPA DE ZONIFICACION DE RIESGO POR FENOMENO DE INUNDACION-2 PLANOS (2 DE 2)

ESCALA: 1:5,000
FECHA: MARZO 1999
REFERENCIAL: 65-IF-16-0
PLANO No.16 DE 16