



| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA.

STEVEN DANEIRO ALFONSO PEÑA ESPITIA

UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.
2017

BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA.


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

STEVEN DANEIRO ALFONSO PEÑA ESPITIA

Monografía de Pasantía - requisito para optar al título de Ingeniería Ambiental

RAUL ERNESTO CELIS OSSA

**UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2017**

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Nota de aprobación

RAUL ERNESTO CELIS OSSA
 Director

 Firma del Jurado

 Firma del Jurado




| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

TABLA DE CONTENIDO


| | | |
|-----|---|----|
| 1. | TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 13 |
| 2. | PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 14 |
| 2.1 | Descripción del problema..... | 14 |
| 2.2 | Formulación de la pregunta problema..... | 14 |
| 3. | OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 15 |
| 3.1 | Objetivo general..... | 15 |
| 3.2 | Objetivos específicos..... | 15 |
| 4. | JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| 4.1 | Justificación..... | 16 |
| 4.2 | Delimitación..... | 16 |
| 5. | MARCO DE REFERENCIA..... | 17 |
| 5.1 | Marco teórico..... | 17 |
| 5.2 | Marco conceptual..... | 18 |
| | 5.2.1 LOS HUMEDALES Y SU MEDIO..... | 18 |
| | 5.2.2 INFORMACION CLIMATOLOGICA..... | 20 |
| | 5.2.3 PRECIPITACIÓN..... | 20 |
| | 5.2.4 EVAPORACIÓN..... | 20 |
| | 5.2.5 EVAPOTRANSPIRACIÓN..... | 20 |
| 5.3 | BALANCE HIDRICO..... | 21 |
| 5.4 | MODELOS HIDROLÓGICOS..... | 22 |
| | 5.4.1 Definición de Modelo Hidrológico..... | 22 |
| | 5.4.2 Importancia de los modelos..... | 23 |
| | 5.4.3 Objetivos de un modelo hidrológico..... | 23 |
| 5.5 | Marco legal..... | 24 |
| 5.6 | Marco Histórico..... | 27 |
| 6 | MARCO CONTEXTUAL..... | 29 |
| 6.1 | Datos Generales de Humedales..... | 29 |
| | 6.1.1 Ubicación Geográfica..... | 29 |
| | 6.1.2 LOCALIZACIÓN DE LOS HUMEDALES..... | 29 |
| 6.2 | DESCRIPCIÓN GENERAL..... | 31 |
| | 6.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO..... | 31 |
| | 6.2.2 DESCRIPCIÓN HUMEDAL MAIPORE..... | 33 |
| | 6.2.3 DESCRIPCIÓN HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA..... | 34 |
| | 6.2.4 ANTECEDENTES..... | 35 |

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.2.5 | DOCUMENTOS DE REFERENCIA | 37 |
| 6.2.6 | CARACTERISTICAS DE LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS HUMEDALES 39 | |
| 6.2.7 | GEOMETRÍA CONFORMACIÓN DE LOS VASOS..... | 39 |
| 6.3 | HUMEDAL MAIPÓRE..... | 39 |
| 6.4 | HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA | 40 |
| 6.5 | MORFOMETRÍA DE LAS CUENCAS | 41 |
| 6.5.1 | AREAS CUENCAS HIDROGRAFICAS..... | 41 |
| 6.6 | TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN | 44 |
| 6.7 | CURVAS DE CAPACIDAD DE LOS HUMEDALES | 46 |
| 7.0 | METODOLOGIA..... | 49 |
| 7.1 | CLIMATOLOGIA..... | 49 |
| 7.2 | SELECCIÓN DE ESTACIONES | 49 |
| 7.3 | PRECIPITACION..... | 51 |
| 7.3.1 | PRECIPITACIÓN MEDIA..... | 51 |
| 7.3.2 | PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS | 53 |
| 7.4 | EVAPORACIÓN | 56 |
| 7.5 | TEMPERATURA | 57 |
| 7.6 | HUMEDAD RELATIVA | 58 |
| 7.7 | BRILLO SOLAR..... | 59 |
| 7.8 | CALCULO DE AGUACEROS DE DISEÑO..... | 61 |
| 7.9 | Definición del Hietograma de Diseño..... | 67 |
| 7.10 | CALCULO DE HIETOGRAMAS DE LLUVIA PARA PERIODOS DE RETORNO DE 3, 5, 10, 25, 50 Y 100 AÑOS..... | 67 |
| 8.0 | RESULTADO BALANCE HIDRICO HUMEDAL MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA | 75 |
| 8.1 | BALANCE HUMEDAL MAIPORÉ CON CUENCAS INFORME TECNICO No. 080 del 20 MAY 15 | 76 |
| 8.1.1 | VOLUMEN DE PRECIPITACIÓN | 77 |
| 8.1.2 | VOLUMEN EVAPORADO | 80 |
| 8.1.3 | VOLUMEN DE INFILTRACIÓN | 81 |
| 8.2 | BALANCE HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA CON CUENCAS INFORME TECNICO NO. 080 DEL 20 MAY 15..... | 88 |
| 8.2.1 | VOLUMEN DE PRECIPITACIÓN | 88 |


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 8.2.2 | VOLUMEN EVAPORADO | 90 |
| 8.2.3 | VOLUMEN DE INFILTRACIÓN | 91 |
| 8.3.1 | AÑO PROMEDIO HUMEDAL MAIPORE | 97 |
| 8.3.2 | AÑO SECO HUMEDAL MAIPORE | 100 |
| 8.3.3 | AÑO HUMEDO HUMEDAL MAIPORE | 102 |
| 8.3.4 | AÑO PROMEDIO HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA..... | 105 |
| 8.3.5 | AÑO SECO HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA..... | 108 |
| 8.3.6 | AÑO HUMEDO HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA | 111 |
| 9.0 | RESULTADOS Y ANALISIS MODELAMIENTO SWMM..... | 115 |
| 9.2 | DESCRIPCIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDADELA..... | 115 |
| 9.3 | ALIMENTACIÓN DE LOS HUMEDALES EN LOS ESCENARIOS PROXIMO Y FUTURO..... | 118 |
| 9.3.1 | DEFINICIÓN DE LOS ESCENARIOS PROXIMO Y FUTURO | 118 |
| 9.3.2 | ALIMENTACIÓN HUMEDAL MAIPORE | 119 |
| 9.3.3 | ALIMENTACIÓN HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA | 122 |
| 9.4 | MODELO EPA SWMM | 126 |
| 9.4.1 | MONTAJE DEL MODELO | 131 |
| 9.4.2 | RESULTADOS MODELO EPA SWMM ESCENARIO PROXIMO | 135 |
| 9.4.3 | RESULTADOS MODELO EPA SWMM ESCENARIO FUTURO | 139 |
| 9.5 | ANALISIS RESULTADOS ESCENARIOS PROXIMO Y FUTURO..... | 143 |
| 10 | CONCLUSIONES | 145 |
| 11 | REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA) | 148 |


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORÉ Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1 Resumen Usos, Áreas Útiles y Cesiones según Res.182 de 2013. | 32 |
| Cuadro 2 Características Humedal Maiporé | 33 |
| Cuadro 3 Características Humedal Cola de Tierra Blanca | 34 |
| Cuadro 4 Subdivisión de la Cuenca Total del Lote Según el “Estudio Hidrológico Para la Determinación de los Hidrogramas Aportados a la Laguna El Vínculo” Elaborado por la Fundación Guaya canal y Tomado del Informe Técnico 080 20 de Mayo de 2014 Página 10/26 | 42 |
| Cuadro 5 Metodologías Tiempo de Concentración | 45 |
| Cuadro 6 Características Morfométricas de las Cuencas Tributarias Relacionadas en el Informe Técnico No. 080 del 20 de Mayo de 2014 en Condiciones Previas al Desarrollo de la Ciudadela..... | 46 |
| Cuadro 7 Estaciones Analizadas | 49 |
| Cuadro 8 Valores de Precipitación Total Mensual Estación San Jorge (Serie de 54 años de registros de precipitación) | 53 |
| Cuadro 9 Valores Máximos de Precipitación en 24H Estación Granja San Jorge | 55 |
| Cuadro 10 Resultados Análisis de Frecuencias P. Máximos en 24H | 55 |
| Cuadro 11 Registros de Evaporación Media Mensual Tomados de la Estación Muña | 57 |
| Cuadro 12 Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas intensidad-duración-frecuencia, IDF, para Colombia..... | 62 |
| Cuadro 13 Valores de Intensidad en los Diferentes Periodos de Retorno | 63 |
| Cuadro 14 Cálculo de la Precipitación Total para Cada Intervalo de Tiempo con Tr=3, 5, 10 años..... | 68 |
| Cuadro 15 Cálculo de la Precipitación Total para cada Intervalo de Tiempo con Tr=25, 50, 100 años..... | 69 |
| Cuadro 16 Calculo de la Precipitación Total para cada Intervalo de Tiempo con Tr=3, 5, 10 Años - Ordenado | 70 |
| Cuadro 17 Calculo de la Precipitación Total para Cada Intervalo de Tiempo con Tr=25, 50, 100 Años - Ordenado..... | 71 |
| Cuadro 18 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Promedio Humedal Maiporé | 78 |
| Cuadro 19 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Seco Humedal Maiporé | 79 |
| Cuadro 20 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Húmedo Humedal Maiporé .. | 79 |
| Cuadro 21 Volúmenes Evaporados Año Promedio Humedal Maiporé | 80 |
| Cuadro 22 Volúmenes Evaporados Año Seco Humedal Maiporé | 81 |
| Cuadro 23 Volúmenes Evaporados Año Húmedo Humedal Maiporé | 81 |
| Cuadro 24 Capacidad de Infiltración y Porcentaje de Lluvia Infiltrada Según el Tipo de Suelo | 82 |
| Cuadro 25 Volúmenes Infiltrados Año promedio Humedal Maiporé | 83 |
| Cuadro 26 Volúmenes Infiltrados Año Seco Humedal Maiporé | 83 |
| Cuadro 27 Volúmenes Infiltrados Año Húmedo Humedal Maiporé..... | 84 |
| Cuadro 28 Balance Año promedio Humedal Maiporé | 84 |
| Cuadro 29 Balance Año Seco Humedal Maiporé | 85 |
| Cuadro 30 Balance Año Húmedo Humedal Maiporé..... | 87 |
| Cuadro 31 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Promedio Cola de Tierra Blanca | 88 |
| Cuadro 32 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Seco Cola de Tierra Blanca. | 89 |
| Cuadro 33 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Seco Cola de Tierra Blanca. | 89 |
| Cuadro 34 Volúmenes Evaporados Año promedio Cola de Tierra Blanca | 90 |


| | | | |
|---|--|--|--|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| | |
|--|-----|
| Cuadro 35 Volúmenes Evaporados Año Seco Cola de Tierra Blanca | 91 |
| Cuadro 36 Volúmenes Evaporados Año Húmedo Cola de Tierra Blanca..... | 91 |
| Cuadro 37 Volúmenes Infiltrados Año Medio Cola de Tierra Blanca | 92 |
| Cuadro 38 Volúmenes Infiltrados Año Seco Cola de Tierra Blanca..... | 92 |
| Cuadro 39 Volúmenes Infiltrados Año Húmedo Cola de Tierra Blanca | 93 |
| Cuadro 40 Balance año Promedio Humedal Cola de Tierra Blanca | 93 |
| Cuadro 41 Balance Año Seco Humedal cola de Tierra Blanca | 94 |
| Cuadro 42 Balance Año Húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca | 95 |
| Cuadro 43 Coeficientes de Escorrentía Según Velasco-Molina 1991 | 97 |
| Cuadro 44 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Promedio Humedal Maiporé | 97 |
| Cuadro 45 Volúmenes evaporados año promedio Humedal Maiporé | 98 |
| Cuadro 46 Volúmenes Infiltración año promedio Humedal Maiporé..... | 98 |
| Cuadro 47 Balance Año Promedio Humedal Maiporé | 99 |
| Cuadro 48 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Seco Humedal Maiporé | 100 |
| Cuadro 49 Volúmenes Evaporados Año Seco Humedal Maiporé | 100 |
| Cuadro 50 Volúmenes Infiltración Año Seco Humedal Maiporé | 101 |
| Cuadro 51 Balance año Seco Humedal Maiporé | 101 |
| Cuadro 52 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Húmedo Humedal Maiporé | 103 |
| Cuadro 53 Volúmenes Evaporados Año Húmedo Humedal Maiporé | 103 |
| Cuadro 54 Volúmenes Infiltración año Húmedo Humedal Maiporé | 104 |
| Cuadro 55 Balance Año Húmedo Humedal Maiporé..... | 104 |
| Cuadro 56 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Promedio Humedal Cola de Tierra Blanca | 106 |
| Cuadro 57 Volúmenes Evaporados Año Promedio Humedal Cola de Tierra Blanca..... | 106 |
| Cuadro 58 Volúmenes Infiltrados Año Promedio Cola de Tierra Blanca | 107 |
| Cuadro 59 Balance Año Promedio Humedal Cola de Tierra Blanca..... | 107 |
| Cuadro 60 Volúmenes aportados por la precipitación año seco Humedal Cola de Tierra Blanca | 109 |
| Cuadro 61 Volúmenes evaporados año seco Humedal Cola de Tierra Blanca | 109 |
| Cuadro 62 Volúmenes Infiltrados año Seco Humedal Cola de Tierra Blanca..... | 110 |
| Cuadro 63 Balance Año Seco Humedal Cola de Tierra Blanca..... | 110 |
| Cuadro 64 Volúmenes aportados por la precipitación año húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca | 112 |
| Cuadro 65 Volúmenes evaporados año húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca | 112 |
| Cuadro 66 Volúmenes Infiltrados año Húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca..... | 113 |
| Cuadro 67 Balance Año húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca..... | 113 |
| Cuadro 68 Relación de Diámetro, Cantidad y Longitud de los Tramos Existentes | 115 |
| Cuadro 69 Grupo Hidrológico para Uso de Suelo | 134 |
| Cuadro 70 Coeficiente de Manning Para Superficies | 135 |
| Cuadro 71 Diferencias de Caudal Pico entre los Escenarios Actual y Futuro Humedal Maiporé..... | 143 |
| Cuadro 72 Diferencias de Altura de Lámina de Agua entre los Escenarios Actual y Futuro Humedal Maiporé | 143 |
| Cuadro 73 Diferencias de Caudal Pico entre los Escenarios Actual y Futuro Humedal Cola de Tierra Blanca | 144 |
| Cuadro 74 Diferencias de Altura de Lámina de Agua entre los Escenarios Actual y Futuro Humedal Cola de Tierra Blanca | 144 |


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

ÍNDICE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1 Ubicación del Predio dentro del Municipio | 29 |
| Ilustración 2 Ubicación Humedales Maipore y Cola de Tierra Blanca en Condición Actual según Google Earth..... | 30 |
| Ilustración 3 Ubicación Humedal Maipore y cola de Tierra Blanca..... | 30 |
| Ilustración 4 Esquema de Distribución Proyecto | 32 |
| Ilustración 5 Modelo Digital de Terreno Estado Actual Humedal Maiporé | 33 |
| Ilustración 6 Modelo Digital de Terreno Estado Actual Humedal Cola de Tierra Blanca ... | 34 |
| Ilustración 7 Geometría Futura de Ambos Humedales a Partir del Amojonamiento del Auto Opsoa No. 499 del 19 de Septiembre de 2014 con Respecto al Urbanismo de la Ciudadela | 39 |
| Ilustración 8 Propuesta de Recuperación del Humedal Maipore | 40 |
| Ilustración 9 Propuesta de Recuperación del Humedal Cola de Tierra Blanca..... | 41 |
| Ilustración 10 Localización Cuencas Tributarias que Afectaban el Lote según el “Estudio Hidrológico Para la Determinación de los Hidrogramas Aportados a la Laguna El Vínculo” Elaborado por la Fundación Guaya canal | 42 |
| Ilustración 11 Cuenca Definitiva del Humedal Maipore con la Ciudadela Incorporada | 43 |
| Ilustración 12 Cuenca Definitiva del Humedal Cola de Tierra Blanca, Ubicada al Costado Sur de la Cuenca del Humedal Maipore. Se incluyó la Implantación de la Ciudadela | 44 |
| Ilustración 13 Curva de Áreas Vs. Cotas de Lámina en el Humedal Maipore..... | 47 |
| Ilustración 14 Curva de Capacidades Vs. Cotas de Lamina del Humedal Maipore | 47 |
| Ilustración 15 Curva de Áreas Vs. Cotas de Lámina en el Humedal Cola de Tierra Blanca | 48 |
| Ilustración 16 Curva de Capacidades Vs. Cotas de Lamina del Humedal Cola de Tierra Blanca | 48 |
| Ilustración 17 Ubicación de las Estaciones Climatológicas Cercanas a la Ciudadela..... | 51 |
| Ilustración 18 Histograma de Precipitación Media Mensual Estación Granja San Jorge a partir de la serie de los 54 Años de Registros..... | 53 |
| Ilustración 19 Análisis de Frecuencias Precipitación Máxima en 24 Horas | 55 |
| Ilustración 20 Histograma de Evaporación Mensual con la Distribución Temporal a lo largo del Año Promedio (36 Años de Registros) - Estación Muña..... | 57 |
| Ilustración 21 Histograma de Temperatura Media Mensual y los Valores Máximos y Mínimos con la Distribución Temporal a lo Largo del Año- Estación Muña..... | 58 |
| Ilustración 22 Distribución Temporal a lo largo del Año de la Humedad Relativa Promedio (34 Años de registros)- Estación Muña | 59 |
| Ilustración 23 Distribución Temporal a lo Largo del Año del Brillo Solar Promedio (36 Años de Registros)- Estación Muña..... | 60 |
| Ilustración 24 Regiones en Colombia para definición de parámetros a, b, c y d..... | 62 |
| Ilustración 25 Curva Intensidad-Duración-Frecuencia de la Estación Granja San Jorge Método Vargas - Diaz | 64 |
| Ilustración 26 Curva Intensidad-Duración-Frecuencia de la Granja San Jorge Método Regresión Lineal..... | 66 |
| Ilustración 27 Hietograma de la Lluvia de Diseño Tr = 3 años “Método del Bloque Alterno” | 72 |

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 28 Hietograma de la Lluvia de Diseño Tr = 5 años “Método del Bloque Alterno” | 72 |
| Ilustración 29 Hietograma de la Lluvia de Diseño Tr = 10 años “Método del Bloque Alterno” | 73 |
| Ilustración 30 Hietograma de la Lluvia de Diseño Tr = 25 años “Método del Bloque Alterno” | 73 |
| Ilustración 31 Hietograma de la Lluvia de Diseño Tr = 50 años “Método del Bloque Alterno” | 74 |
| Ilustración 32 Hietograma de la Lluvia de Diseño Tr = 100 años “Método del Bloque Alterno” | 74 |
| Ilustración 33 Balance Año Promedio Humedal Maiporé | 85 |
| Ilustración 34 Balance Año Seco Humedal Maiporé | 86 |
| Ilustración 35 Balance Año Húmedo Humedal Maiporé | 87 |
| Ilustración 36 Balance Año Promedio Humedal Cola de Tierra Blanca | 94 |
| Ilustración 37 Balance Año Seco Humedal Cola de Tierra Blanca | 95 |
| Ilustración 38 Balance año Húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca | 96 |
| Ilustración 39 Balance año promedio Humedal Maiporé | 99 |
| Ilustración 40 Balance Año Seco Humedal Maiporé | 102 |
| Ilustración 41 Balance Año Húmedo Humedal Maiporé | 105 |
| Ilustración 42 Balance Año Promedio Humedal Cola de Tierra Blanca | 108 |
| Ilustración 43 Balance Año Seco Humedal Cola de Tierra Blanca | 111 |
| Ilustración 44 Balance Año húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca | 114 |
| Ilustración 45 Detalle de los Bioretenedores Instalados en el Proyecto Vínculo Maiporé | 117 |
| Ilustración 46 Geometría de la Ciudadela Maipore en la Zona Aledaña al Humedal Maipore Según Resolución de Urbanismo. | 120 |
| Ilustración 47 Alimentación del Humedal Maipore Mediante Bioretenedores Según plano 02/10 del Escenario Próximo | 121 |
| Ilustración 48 Alimentación del Humedal Maipore Mediante Bioretenedores | 122 |
| Ilustración 49 Geometría de la Ciudadela Maipore en el Costado Sur Según Resolución de Urbanismo. | 123 |
| Ilustración 50 Alimentación del Humedal Cola de Tierra Blanca Mediante Canal Trapezoidal Provisional Según Plano 03/10 de la Propuesta para Escenario Próximo. | 123 |
| Ilustración 51 Alimentación del Humedal Cola de Tierra Blanca Mediante Canal trapezoidal Provisional Según Plano 01/10 de la Propuesta para Escenario Próximo. | 124 |
| Ilustración 52 Alimentación del Humedal Cola de Tierra Blanca Mediante Box Culvert de Alcantarillado Según Plano 03/07 de la Propuesta Para Escenario Futuro. | 125 |
| Ilustración 53 Alimentación del Humedal Cola de Tierra Blanca Mediante Box Culvert Según Plano 01/07 de la Propuesta Para Escenario Futuro. | 126 |
| Ilustración 54 Alimentación del Humedal Cola de Tierra Blanca Mediante Box Culvert. | 126 |
| Ilustración 55 Componentes de Desarrollo del Modelo | 132 |
| Ilustración 56 Área de Aportación | 133 |
| Ilustración 57 Modelo SWMM Escenario Próximo. | 136 |
| Ilustración 58 Hidrógramas de Crecientes para Cada Periodo de Retorno en el Humedal Maiporé en el Escenario Proximo | 137 |
| Ilustración 59 Altura de Lámina de Agua para Cada Periodo de Retorno en el Humedal Maiporé en el Escenario Próximo | 137 |
| Ilustración 60 Hidrógramas de Crecientes para Cada Periodo de Retorno en el Humedal Cola de Tierra Blanca en el Escenario Proximo | 138 |

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 61 Altura de Lámina de Agua para Cada periodo de Retorno en el Humedal Cola de Tierra Blanca en el Escenario Proximo. | 138 |
| Ilustración 62 Modelo SWMM Escenario Futuro | 140 |
| Ilustración 63 Hidrógramas de Crecientes para Cada periodo de Retorno en el Humedal Maiporé en el Escenario Futuro | 141 |
| Ilustración 64 Altura de Lámina de Agua para Cada Periodo de Retorno en el Humedal Maiporé en el Escenario Futuro | 141 |
| Ilustración 65 Hidrógramas de Crecientes para Cada periodo de Retorno en el Humedal Cola de Tierra Blanca en el Escenario Futuro..... | 142 |
| Ilustración 66 Altura de lámina de Agua para Cada Periodo de Retorno en el Humedal Cola de Tierra Blanca en el Escenario Futuro | 142 |




**BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE
LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA
BLANCA.**

**Código: IF-IN-002
Versión:04**

**Proceso:
Trabajo de Grado**


**Fecha de emisión:
06 De abril Del 2017**

**Fecha de versión:
06 De abril Del 2017**

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN


2.1 Descripción del problema

El predio urbano denominado El Vínculo MAIPORÉ, donde se ubica el proyecto Urbanización Ciudadela Colsubsidio, se localiza dentro del casco Urbano del municipio de Soacha al costado Sur oriental de la Autopista Sur, eje vial principal del municipio y de la nación, por el oriente está delimitado por los cerros del municipio y se sitúa aproximadamente entre las calles 10sur y 26sur. Este desarrollo urbanístico se identifica dentro del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal, haciendo vértice con el puente que comunica la futura Avenida Variante Longitudinal y la futura Avenida Circunvalar del Municipio de Soacha. El terreno cuenta con un área total de 186 hectáreas, de las cuales 118 Ha aproximadamente serán urbanizadas.

Por lo anterior, se debe garantizar que los vasos de los humedales Maipore y Cola de Tierra Blanca, permanezcan con un nivel mínimo de agua para periodos de precipitaciones bajas y sequías, esto realizando un análisis para saber si los aportes de la ciudadela Colsubsidio Maipore, son suficientes o se debe proceder a alguna otra solución, y dar los cumplimiento ambientales exigidos por la CAR, para la preservación de dichos humedales.

2.2 Formulación de la pregunta problema

¿Cómo precisar el comportamiento hidrológico de los Humedales Maipore y Cola de Tierra Blanca a partir de los aportes de la ciudadela Colsubsidio Maipore, garantizando que estos aportes son suficientes para precipitaciones bajas y diferentes periodos de sequía?

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |


3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Objetivo general

Definir el comportamiento hidráulico de los humedales MAIPORE y COLA DE TIERRA BLANCA para condiciones de bajas precipitaciones en las cuencas que alimentan estos cuerpos de agua, de tal forma que este estudio permita determinar que las obras de urbanismo actuales y proyectadas garantizan la entrega de la escorrentía del proyecto y sus respectivas cuencas aportantes hacia los humedales Maipore y Cola de Tierra Blanca (según solicitud del AUTO OPSOA 499 de 19 de SEP DE 2014 en el artículo 2), estableciendo cuantitativamente los espejos de agua para diferentes periodos de retorno como para condiciones de sequía.

3.2 Objetivos específicos

1. Revisar, ajustar y definir las cuencas hidrográficas de los vasos de agua con base en la información de las referencias bibliográficas “Modelación Hidráulica y Ecológica Ambiental y Estudio de Recarga de Acuíferos Humedal predio el Vínculo” (Tomado pagina 05/28 del AUTO) y “Estudio hidrológico para la determinación de los hidrogramas aportados a la laguna el Vínculo” (Tomado de pág. 14/28 AUTO OPSOA 499)”.
2. Determinar los niveles de lámina de los vasos para lluvias con periodos de retorno (Tr) de 3, 5, 10, 25, 50 y 100 años, a partir de los estudios hidrológicos disponibles tales como “Evaluación de los Ecosistemas y los valores de conservación en la planicie del Vínculo” (pág. 7 de 27 AUTO OPSOA 499), del “Estudio y Revisión de las curvas IDF Intensidad Duración Frecuencia y del Análisis Espacial de las Tormentas Curvas PADF Profundidad Área Duración Frecuencia para la Sabana de Bogotá”, así como de los estudios disponibles en la actualidad y los análisis ambientales necesarios para el manejo de aguas lluvias y la reconfiguración y restauración ecológica de los cuerpos de agua localizados en la Ciudadela Colsubsidio que hagan parte del presente estudio.
3. Determinar los hidrogramas en condición de sequía y en condición media, a partir de un análisis de las épocas de lluvias mensuales mínimas de las diferentes estaciones cercanas con los datos disponibles, estos resultados tendrán en cuenta los estudios anteriores.
4. Realizar el balance hídrico de los vasos de los humedales a partir de la curva de almacenamiento, de las entradas de caudal en términos de volumen en condiciones de sequía, de los volúmenes de demanda o caudales de salida incluyendo el caudal ecológico.
5. Analizar hidrológicamente el comportamiento precipitación-escorrentía empleando el programa SWMM (MODELAMIENTO HIDRICO).

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |


4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Justificación

A partir de la necesidad de conservación ambiental y las grandes afectaciones climáticas al entorno, por factores antrópicos, se debe lograr un equilibrio entre el desarrollo urbanístico y el concepto de preservación ambiental, para esto se estipula como proyecto de grado “opción pasantía”, la realización BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA, en la empresa HIDROOBRAS S.A. Con este proyecto se pretende establecer las relaciones meteorológicas, hidrológicas en los diferentes eventos que se puedan presentar y determinar cuál va ser su comportamiento en diferentes periodos de retorno. Contemplando el manejo interno de las aguas lluvias de la urbanización Ciudadela Colsubsidio Maipore actualmente en construcción y los aportes que estas le puedan dar a los humedales en periodos de bajas precipitaciones y sequias. Para realizar este balance se posee con información previa de estudios realizados con anterioridad por la Corporación Autónoma Regional CAR, donde se contemplan ciertas variables que serán consideradas como parámetros base para seguir el proceso de modelamiento y análisis del balance hídrico de los humedales.

4.2 Delimitación

- La delimitación más importante es que la realización del Balance Hídrico solamente se hará para uso y función y disposición de HIDROOBRAS S.A
- El apoyo por parte de la gerencia en cuanto a los recursos necesarios para la realización del balance hídrico en el municipio de Soacha de los humedales Maipore y cola de tierra en la empresa HIDROOBRAS S.A.
- Obtención de información por parte de los urbanizadores de la Ciudadela Colsubsidio Maipore que sea de confidencial para ellos.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 Marco teórico

Para la aprobación de la corporación una propuesta de restauración ecológica a corto, mediano y largo plazo, para los humedales identificados y delimitados (humedales Maiporé y Cola de Tierra Blanca) en la cual se incluya el monitoreo constante de los componentes de Fauna, Flora, Biota acuática e hidrología.


Se tiene como referencia al estudio técnico del 080 del 20 de Mayo de 2014, estudio realizado por el grupo de profesionales de la subdirección de administración de los recursos naturales y Áreas protegidas de la CAR, en el que se realizó la identificación y delimitación de la ronda hidráulica de protección de los cuerpos de agua al interior del predio denominados humedal Maiporé y Cola de Tierra Blanca a través del desarrollo del análisis hidrológico e hidráulico, el cual arroja como resultado que el hidrograma de la Cuenca del Humedal el vínculo tiene un caudal pico de 9.0m³/s mientras que para el humedal Cola de Tierra Blanca se obtuvo un caudal de 1.2m³/s.

Se determinaron unas condiciones iniciales para cada humedal basados en una análisis de fotografías aéreas de los años 1941, 1977, 1981, 1992, 2007 y 2009, con el fin de obtener el área que históricamente se encontraba ocupada por agua y a partir de esa cota, haciendo uso de las curvas cotas áreas volumen, se determina tanto el nivel inicial como el volumen inicial.

Como resultado del procedimiento anterior se obtuvo para el humedal Maiporé como condición inicial la cota 2548.30 msnm, con lo cual se obtuvo un volumen inicial de 22687 m³ y una profundidad de 0.53 m, ya que el fondo del humedal se encuentra en una cota de 2547.77 msnm. Del mismo modo se obtuvo para el humedal cola de tierra Blanca como condición inicial la cota 2548.50 msnm, con lo cual se obtiene un volumen inicial de 1343 m³, y una profundidad media de 0.6 m ya que la cota de fondo del humedal es de 2547.9 msnm.

Se determinó la cota de la lámina de agua para un periodo de lluvia asociado a las tormentas máximas en los últimos 15 años obteniéndose un valor de 2549.04 msnm, un área total de inundación de 10.9 ha y un volumen total almacenado de 90921.6m³. Para el humedal Cola de Tierra Blanca se obtuvo una cota de lámina de agua de 2549.91msnm, con un área total de 10056m² y un volumen almacenado de 9053.11m³.

Se conceptúa que la ronda de protección se establecieron de acuerdo a lo establecido en el decreto 2811 de 1974, acuerdo 16 de 1998 y el plan de ordenamiento Territorial del municipio de Soacha, el cual establece una ronda de 60 m.

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

5.2 Marco conceptual

5.2.1 LOS HUMEDALES Y SU MEDIO

No hay ambientes más esenciales para nuestra vida que los humedales; pequeños, grandes, con más o menos biodiversidad, todos y cada uno de ellos nos proveen de importantes elementos para la vida tales como alimento, forraje, combustible, refugio para diversas especies, entre otras varias funciones, además de espacios de recreación y desarrollo para diversas comunidades, así como para el desarrollo de grandes actividades productivas, como la minería, agricultura, acuicultura, entre otras (CONAMA, 2008).

La diversidad biológica y el grado de complejidad ecológica no están distribuidas de forma homogénea a lo largo y ancho del planeta, sino que tienden a concentrarse en ciertos “puntos claves” (Tabilo-Valdivieso, 1997) que con frecuencia poseen una enorme importancia, y por lo tanto son altamente significativos, desde una perspectiva socioeconómica, cultural, educacional, estética y biológica.

Estos llamados “puntos claves” son los humedales, considerados como parte de los ecosistemas más productivos del mundo. Son de importancia vital no sólo para la biodiversidad y las funciones que desarrollan a nivel ecológico, sino porque proveen de funciones de apoyo y productos esenciales para las comunidades humanas en el mundo en desarrollo e industrializado (Tabilo-Valdivieso, 1997 En SERNAPESCA-Departamento de administración pesquera, 1999).

Los humedales en general, son sistemas intermedios entre ambientes normalmente secos y ambientes permanentemente inundados (ver figura N°1). Por lo tanto, estos ecosistemas pueden estar saturados de agua durante todo el año, durante ciertas estaciones, o durante parte del día.

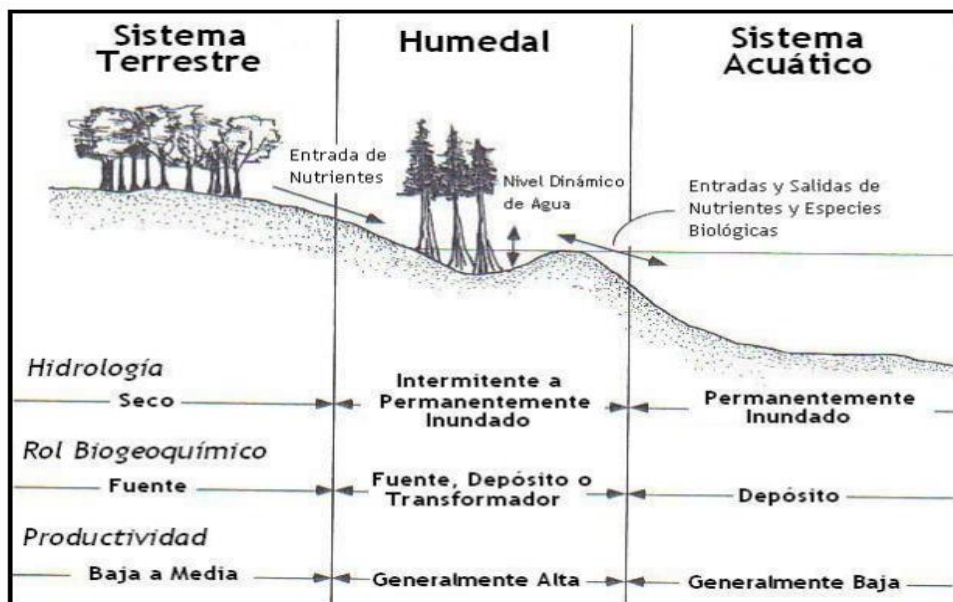



Figura 1. Humedales como ecosistemas intermedios.
Fuente: Modificado 2009 en base a Mitsch y Gosselink, 2000.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Estos ecosistemas muestran una enorme diversidad de acuerdo con su origen, ubicación geográfica, su régimen acuático y químico, vegetación dominante y características del suelo o sedimentos. Es importante destacar que puede existir una variación considerable en un mismo humedal y entre diferentes humedales próximos unos a otros, formando no sólo ecosistemas distintos, sino paisajes totalmente diferentes (Contreras, 2007).

En general, el término “humedal” comprende una gran variedad de ecosistemas, por lo que es complejo. No obstante, la más simple de las definiciones es la que considera como humedal a “todo ambiente que está permanente o parcialmente inundado por agua”. La explicación anterior es sin duda demasiado amplia y ambigua para lograr una buena y acabada comprensión acerca de lo que es e implica un humedal, pero de todas formas entrega ciertos aspectos que deben considerarse como inamovibles dentro de una definición.


Ahora bien, la definición de uso más común corresponde a la propuesta por la Convención Ramsar, 1971:...”Aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, saladas o salobres, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de 6 metros”.

Es importante destacar el hecho de que existen una serie de definiciones que tienen que ver con el ámbito en el que se esté trabajando, por lo que podemos distinguir claramente dos grupos. Por un lado, se tienen las que se relacionan con el área de las ciencias y la investigación, mientras que también están aquellas que se vinculan con el punto de vista legal.

Dentro de toda posible definición de humedal, al menos a nivel científico, existen 3 puntos que generalmente se abordan. Estos son: que un humedal se caracteriza por la presencia de agua, tanto a nivel superficial como subterráneo; que los humedales desarrollan condiciones únicas en sus suelos, difiriendo de las zonas que los rodean y que la flora y fauna presentes en un humedal normalmente se encuentra adaptada a condiciones particulares de humedad. Por todas las posibles combinaciones que pueden presentar los 3 puntos anteriores, es que resulta prácticamente imposible dar una definición única de humedal (Mellado, 2008).

Por el contrario, las definiciones desde el punto de vista legal intentan simplificar el concepto para generar los lineamientos necesarios para un adecuado manejo del ambiente. Si bien en ésta se pueden incluir los procesos que ocurren en los ecosistemas, éstos deben ser simplificados para que sean comprendidos por todos aquellos actores involucrados con el ambiente (Keddy, 2000 en Plan integral de gestión ambiental del río Cruces, 2006).

Otro problema a la hora de definir un humedal es diferenciarlo de un lago, ya que muchas veces ambos conceptos se utilizan como sinónimos, siendo que son ambientes similares pero tienen sus diferencias. En los lagos el ambiente pelágico predomina sobre el ambiente litoral porque el fitoplancton es el productor primario del lago, mientras que en los humedales el ambiente litoral (la vegetación acuática) domina la producción primaria.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

En la misma línea de lo anterior, se tiene que no existe un consenso que permita diferenciar un humedal de un lago considerando su profundidad, teniendo en cuenta que la profundidad no es un parámetro estático, sino que, muy por el contrario, es bastante dinámico. Sin embargo, en la mayoría de los casos se denomina humedal a cuerpos de agua poco profundos. Es decir a aquellos permanentemente inundados y lo suficientemente poco profundos como para permitir la penetración de la luz solar hasta los sedimentos, y para que ésta garantice la ocurrencia de la fotosíntesis de todas las plantas acuáticas del lugar (Wetzel, 2001).

5.2.2 INFORMACION CLIMATOLOGICA

Es el conjunto de las observaciones de temperatura, precipitación, evaporación, etc., obtenidas durante años en una estación meteorológica, forma una vasta serie de datos por lo que es indispensable resumir y coordinar esta similitud de cifras con algunos elementos lo más pequeño posible, pero sin embargo, suficiente para caracterizar la estación.

5.2.3 PRECIPITACIÓN

Kazmann (1975) menciona que la precipitación representa el producto de circunstancias naturales y puede considerarse entre la clase de datos que son de los más “limpios” usados por los hidrólogos, además una variedad de métodos y análisis estadísticos pueden aplicarse en seguridad y se necesitan pocas o unas cuantas correcciones arbitrarias.

La precipitación se mide en altura o lámina de agua expresada en milímetros. La información se presenta en diversas formas dependiendo de la dependencia que las elabora.

5.2.4 EVAPORACIÓN


Es un fenómeno físico que se manifiesta como un cambio en el estado físico del agua; de líquido a vapor a la temperatura ambiente. La evaporación es el agua perdida en forma de vapor por el terreno adyacente a las plantas, por la superficie del agua o por la superficie de las hojas de las plantas.

5.2.5 EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración, es la cantidad de agua utilizada por las plantas para realizar sus funciones de transpiración, más el agua que se evapora de la superficie del suelo en el cual se desarrolla, Martínez 1990.

La evapotranspiración se expresa normalmente en milímetros (mm) por unidad de tiempo, pero se puede hacer la equivalencia con cualquier unidad de longitud. Esta unidad expresa la cantidad de agua perdida de una superficie cultivada en unidades de altura de agua. La unidad de tiempo puede ser una hora, día, 10 días, mes o incluso un completo período de cultivo o un año.

Un indicador importante en la agricultura es la demanda de evapotranspiración, lo que proporciona un indicador de la demanda de riego para una región.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Considerando que la vegetación ocupa tan solo un porcentaje del espejo de agua, la evapotranspiración se considera despreciable en comparación con la evaporación, por lo anterior NO se tuvo en cuenta dentro del balance.

5.3 BALANCE HIDRICO

La región hidrológica más importante es la hoya hidrográfica. Ésta es un área definida topográficamente, drenada por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, tal que todo el caudal efluente es descargado a través de una salida simple (Monsalve, 1999).

El concepto de balance hídrico se refiere a la cuantificación tanto de los parámetros involucrados en el ciclo hidrológico como de los consumos de agua de los diferentes sectores de usuarios en un espacio determinado y la interrelación entre ellos, dando como resultado un diagnóstico de las condiciones reales del recurso hídrico en cuanto a su oferta, demanda y disponibilidad. Dado que el balance hídrico presenta una aproximación de las condiciones reales del recurso hídrico en un área en particular, permite tomar medidas y establecer lineamientos y estrategias para su protección y utilización de una manera integrada, de tal forma que se garantice su disponibilidad tanto en cantidad como en calidad.

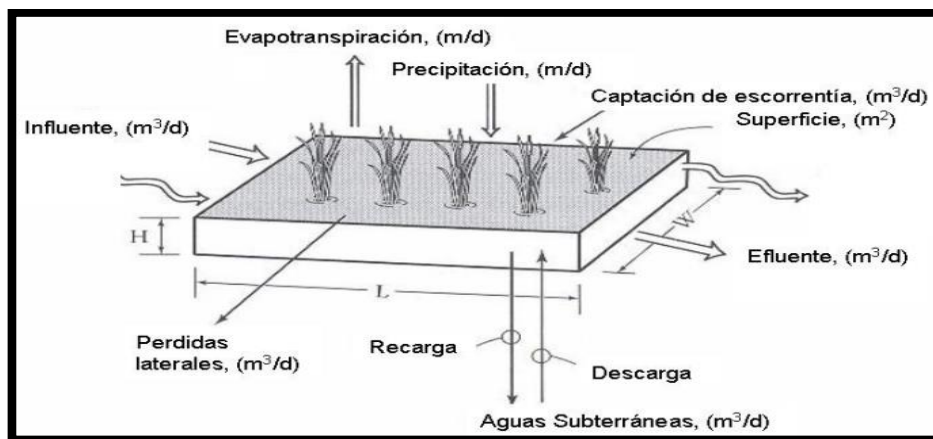



Figura 1. Componentes del balance hídrico en un humedal.
Fuente: Traducido de: Kadlec y Knight, 1996. Treatment Wetlands.

Es importante destacar que en el sistema hidrológico ocurren diversas pérdidas durante todo el proceso. El proceso de evaporación se presenta desde que se inicia la precipitación. Por otro lado, la superficie del terreno no es tan plana como la del modelo ideal. Existen depresiones en el terreno donde el agua se acumula y puede ser evaporada o infiltrada. Además, cuando el agua llega a una corriente y se transforma en escorrentía, continúa sufriendo el proceso de evaporación, en cantidades que pueden no ser despreciables.

También en el proceso de infiltración, al penetrar en el suelo, el agua sigue diversos caminos, quedando almacenada temporalmente en dicho medio; de ahí, por medio del proceso de percolación, continúa a estratos más profundos, formando el nivel freático, o se mueve lateralmente, como escorrentía subsuperficial o subterránea, y puede surgir

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

superficialmente como fuente de escorrentía superficial o, según la localización de la divisoria del nivel freático, escurrir hacia otra hoya (Monsalve, 1999).

Las ecuaciones de balance hídrico más importante son (Monsalve, op cit.):

a. Balance hídrico sobre la superficie.

$$P - R + R_g - E_s - T_s - I = S_s$$

b. Balance hídrico debajo de la superficie

$$I + G_1 - G_2 - R_g - E_g - T_g = S_g$$

c. Balance hídrico en la hoya hidrográfica.

$$P - R - (E_s + E_g) - (T_s + T_g) + (G_1 - G_2) = (S_s + S_g)$$

En donde:

P: Precipitación.

R: Escorrentía superficial.

E: Evaporación.

T: Transpiración.

I: Infiltración.

S: Almacenamiento.

G1: Escorrentía subterránea entrante.

G2: Escorrentía subterránea saliente.

Rg: Escorrentía subsuperficial que aparece como escorrentía superficial.


Los subíndices s y g significan el origen del vector, sobre y debajo de la superficie del suelo, respectivamente.

5.4 MODELOS HIDROLÓGICOS

5.4.1 Definición de Modelo Hidrológico

Un modelo se define como la representación de una parte de un sistema que conceptualiza las interrelaciones y respuestas de las condiciones reales, y que es capaz de hacer pronósticos bajo un conjunto de condiciones propuestas. En el ámbito de la modelación hidrológica, los modelos son representaciones de los fenómenos hidrológicos que se presentan en el ciclo del agua, éstos son aproximaciones de la realidad y en consecuencia la salida de un sistema real puede predeterminarse con cierto grado de confianza (Salgado Rabadán, J. H., & Güitrón de los Reyes).

Oropeza (1999) define modelos hidrológicos como representaciones simples de los sistemas hidrológicos reales, a partir de los cuales se estudia la relación causa – efecto de

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

una cuenca, a través de datos de entrada y salida. A demás permite simular y predecir el comportamiento hidrológico de los procesos físicos de la cuenca.

Un modelo, es cualquier sustituto material o inmaterial de un ente, fenómeno o cosa de cuyo estudio es posible inferir, al menos bajo ciertas restricciones, el comportamiento del ente natural. El uno de modelos en lugar de los entes naturales se explica porque casi siempre el manejo del modelo resulta más económico, más cómodo y más rápido (palacios, 1984).


5.4.2 Importancia de los modelos

Según Benavides (1998), la importancia de los modelos reside, entre otros aspectos en la predicción de fenómenos a largo plazo en un tiempo relativamente corto, también permite obtener relaciones de causa efecto, sin haber realizado cambios en los sistemas reales.

5.4.3 Objetivos de un modelo hidrológico


El objetivo de un modelo hidrológico es determinar con eficiencia y precisión los componentes del ciclo hidrológico en una cuenca y estimar el comportamiento y magnitud (abundancia y carencia) del agua en los fenómenos de referencia rara. El uso de los modelos hidrológicos es primordialmente para apreciar, simular y predecir los daños causados por las inundaciones, para resolver problemas prácticos de inventarios y de administración de los recursos en una cuenca, región o país, Oropeza 1999.

El modelo hidrológico empleado en la realización del presente estudio es el modelo simplificado de lluvia escorrentía utilizado por el SWMM, el cual genera una serie de tiempo de caudales de salida de la cuenca a partir de datos de precipitación en varios puntos de la misma, de la topología de la red de alcantarillado y de otras características físicas de estas, usando tránsitos hidrológico o tránsitos hidráulicos.


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

5.5 Marco legal


| | |
|--|--|
| Convención RAMSAR,1971 Comunidad Internacional | Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas |
| Convenio Sobre la Diversidad Biológica, 1992 Comunidad Internacional | Convenio de la Diversidad Biológica (Río de Janeiro, 1992) |
| Constitución Política de Colombia,1991 Congreso de Colombia | <p>Artículo 58:Se garantizan la propiedad privada y los demás derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles, los cuales no podrán ser desconocidos ni vulnerados por leyes posteriores. Cuando de la aplicación de una ley expedida por motivo de utilidad pública o interés</p> <p>Artículo 63:Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, patrimonio arqueológico de la nación</p> |
| Decreto-Ley 2811 de 1974 Congreso Colombia | Código de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente Art. 8 , literal f- considera factor de contaminación ambiental los cambios nocivos del lecho de las aguas.. literal g, considera como el mismo de contaminación la extinción o disminución de la biodiversidad biológica. Art.9 Se refiere al uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables. Art.137 Señala que serán objeto de protección y control especial las fuentes, cascadas, lagos y otras corrientes de agua naturales o artificiales, que se encuentren en áreas declaradas dignas de protección. |
| Decreto 1541 de 1978 Ministerio Agricultura | Por el cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto Ley 2811 de 1974; «De las aguas no marítimas» y parcialmente la Ley 23 de 1973. Normas relacionadas con el recurso agua. Dominio, ocupación, restricciones, limitaciones, condiciones de obras hidráulicas, conservación y cargas pecuniarias de aguas, cauces y riberas. |
| Decreto 1594 de 1984 Ministerio Agricultura | Por el cual se reglamenta parcialmente el Título 1 de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la parte III - Libro I - del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a Usos del Agua y Residuos Líquidos. Los usos de agua en los humedales, dados sus parámetros físicos-químicos son: Preservación de Flora y Fauna , agrícola, pecuario y recreativo. El recurso de agua comprende las superficies subterráneas, marinas y estuarianas, incluidas las aguas servidas. Se encuentran definidos los usos del agua así: a)Consumo humano y doméstico b)Preservación de flora y fauna c)Agrícola d)Pecuario e)Recreativo f)Industrial g)Transporte. |

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| | |
|---|---|
| Ley 99 de 1993 Congreso de Colombia | Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones Art.1. Dentro de los principios generales ambientales dispone en el numeral 2 que la biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible. |
| Ley 165 de 1994 Congreso de Colombia | Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. |
| Ley 357 de 1997 Congreso de Colombia | Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971). |
| Resolución N° 157 de 2004 MAVDT | Por la cual se reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la convención RAMSAR. |
| Resolución N° 196 de 2006 MAVDT | "Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia " |
| Resolución 1128 de 2006 MAVDT | Por la cual se modifica el artículo 10 de la resolución 839 de 2003 y el artículo 12 de la resolución 157 de 2004 y se dictan otras disposiciones. |
| Acuerdo 6 de 1990 Alcaldía Mayor de Bogotá ¿Concejo de Bogotá | .Se define la ronda hidráulica como: "la zona de reserva ecológica no edificable de uso público, constituida por una faja paralela a lado y lado de la línea del borde del cauce permanente de los ríos, embalses, lagunas, quebradas y canales, hasta 30 metros de ancho, que contempla las áreas inundables para el paso de crecientes no ordinarias y las necesarias para la rectificación, amortiguación, protección y equilibrio ecológico, las cuales no pueden ser utilizadas para fines diferentes a los señalados, ni para desarrollos urbanísticos y viales". |
| Acuerdo 02 de 1993, del Concejo de Bogotá | Prohíbe la desecación o relleno de lagunas y pantanos existentes y delega a los alcaldes locales la obligatoriedad de velar por el cumplimiento del Acuerdo. |
| Acuerdo 19 de 1994, del Concejo de Bogotá | Por el cual se declaran como reservas ambientales naturales los Humedales del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones que garanticen su cumplimiento. |
| Acuerdo 19 de 1996, del Concejo de Bogotá | Por medio del cual se adopta Estatuto General de la Protección Ambiental del Distrito Capital y normas básicas para garantizar la |

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| | |
|---|---|
| | <p>preservación y defensa del patrimonio ecológico, los recursos naturales y el medio ambiente.</p> |
| <p>Decreto 190 de 2004 Plan de Ordenamiento Territorial Concejo de Bogotá</p> | <p>Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales <u>619</u> de 2000 y <u>469</u> de 2003." Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, D. C.</p> <p>Artículo 72. La finalidad de la Estructura Ecológica Principal es la conservación y recuperación de los recursos naturales, como la biodiversidad, el agua, el aire y, en general, del ambiente deseable para el hombre, la fauna y la flora.</p> <p>Artículo 75. Componentes EEP. La Estructura Ecológica Principal está conformada por los siguientes componentes: 1. El Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital de que trata el capítulo IV del Acuerdo 19 de 1996 del Concejo de Bogotá. 2. Los Parques Urbanos de escala metropolitana y zonal. 3. Los corredores ecológicos. 4. El Área de Manejo Especial del Río Bogotá.</p> |
| <p>Decreto 062 del 14/03/2006 Alcalde Mayor</p> | <p>Por medio del cual se establecen mecanismos. Lineamientos Y directrices para la elaboración Y ejecución de los respectivos Planes de manejo ambiental para los humedales ubicados dentro del Perímetro urbano del Distrito Capital.</p> |
| <p>Decreto 624 de 2007 Alcalde Mayor</p> | <p>Por el cual se adopta la visión, objetivos y principios de la Política de Humedales del Distrito Capital.</p> |
| <p>Decreto 386 de 2008 23/12/2008 Alcalde Mayor</p> | <p>Por el cual se adoptan medidas para recuperar, proteger y preservar los humedales, sus zonas de ronda hidráulica y de manejo y preservación ambiental, del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.</p> |
| <p>Decreto 457 de 2008 23/12/2008 Alcalde Mayor</p> | <p>Por el cual se declara el estado crítico o alerta naranja en el Humedal de Techo, ubicado en jurisdicción del Distrito Capital.</p> |
| <p>Acuerdo 79 de 2003 Código de policía de Bogotá D.C.</p> | <p>Artículo 75.- Chucuas y humedales. Las chucuas y humedales y sus zonas de RH y ZMPA son parte del sistema de drenaje natural del Distrito y del espacio público. Para su uso y tratamiento se aplicará lo dispuesto en el P.O.T. Artículo 76.- La conservación y protección de las chucuas y los humedales demandan el compromiso de todos, por lo cual se deben observar los siguientes comportamientos: Cuidar y velar por la preservación de la integridad física y natural de las áreas y no realizar acciones que puedan conducir a su reducción, parcelación o desmembramiento, como el relleno artificial y construcción de barreras, diques o canales, actividades agrícolas y ganaderas, usos residenciales, comerciales e institucionales sin la autorización de la autoridad ambiental competente.</p> |
| <p>Resolución 2618 de 2006 SDA</p> | <p>Por medio de la cual se crea el Comité Distrital de humedales y se dictan disposiciones sobre su funcionamiento.</p> |

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

5.6 Marco Histórico


En el auto OPSA No. 499 de 19 de septiembre de 2014, la corporación autónoma regional de Cundinamarca en ejercicio de sus facultades legales y apoyada en el estudio técnico No. 057 DE 13 DE Abril de 2011; que entre otros conceptúa que en relación al proyecto Ciudadela Maiporé el estudio ecológico y ambiental, en su parte hidrológica e hidráulica debe reformularse considerando el sistema de humedales naturales sin estructuras de rebose u otras estructuras hidráulicas o civiles que le generen interferencia de sus aguas, basado en esta consideración mediante auto OPSA No. 247 de 2 Junio de 2011 se requiere a la sociedad FIDUCIARIA BOGOTÁ S.A, para que se realice un nuevo estudio de la definición de la naturaleza, cota máxima de inundación, ronda hidráulica, ronda de protección y zona de amortiguación, así como el diseño paisajístico de los cuerpos de agua identificados en el predio objeto del proyecto.

Que mediante el memorando SJUR No. 20133109411 de 17 de Abril de 2013, se puso en conocimiento a la corporación autónoma regional de Cundinamarca la sentencia de 13 de Marzo de 2013, proferida por el consejo de estado de Cundinamarca - sección primera en el marco de la acción popular No. 2011-2255 de Ramón Nonato Zapata contra el municipio de Soacha y la CAR; asunto: Ciudadela Colsubsidio Maiporé, ubicada en las inmediaciones de los humedales Neuta y Cola de Tierra Blanca donde se dispuso que se iniciara el procedimiento administrativo para verificar la existencia de hechos u omisiones constitutivas de infracción a las normas ambientales con ocasión de las acciones urbanísticas que se están desarrollando en el predio el Vínculo del municipio de Soacha.

Que en cumplimiento de lo ordenado en el marco de la acción popular en mención en el párrafo anterior, se elaboraron por parte de la SARP los estudios hidrológicos e hidráulicos aplicando metodologías acorde con la normatividad ambiental establecida, la información se condensa en el informe Técnico SARP No. 080 del 20 de Mayo de 2014 el cual se basó para determinar la zona de protección de los cuerpos de agua presentes al interior del predio el vínculo en el municipio de Soacha en la información presentada por la urbanización Colsubsidio Maiporé y se conceptúa que se determinó el volumen total almacenado y obtenido para el humedal Maiporé/ el Vínculo el cual es de 90921.6m³ que corresponde a la lámina de agua para el periodo de lluvias asociado a las tormentas máximas en los últimos 15 años y cuya cota es 2549.04msnm correlacionada a un área total inundada de 10.9 Ha.

Se determinó el volumen total almacenado y obtenido para el humedal Cola de Tierra Blanca el cual es de 9053.11m³, correlacionada a un área de total inundada de 10056 m² (1.05 Ha), correspondiendo a la lámina de agua para el periodo de lluvias asociados las tormentas máximas en los últimos 15 años, cuya cota es de 2549.91msnm.


Se conceptúa que para determinar la Ronda de protección de los humedales el Vínculo (Maiporé) y Cola de tierra Blanca, se realizó un análisis comparativo de cada una de las rondas de protección generadas tanto por el consultor, la alcaldía de Soacha y por la Corporación, precisando que las rondas se establecieron de acuerdo a lo establecido por el acuerdo CAR 16 de 1998, Decreto 2811 de 1974 (30 m) y Decreto 1541 de 1978, y de acuerdo a lo establecido por el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Soacha, el cual establece una ronda de 60m.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Que luego de haber tenido en cuenta todas las consideraciones anteriores y otras, se establecen los puntos que serán el objeto a requerir por medio del acto administrativo en mención con la única finalidad de proteger los cuerpos de aguas presuntamente afectados por la construcción desarrollada en el predio Ciudadela de Maiporé.

Se solicita entre a los representantes del desarrollo urbanístico ciudadela Colsubsidio Maiporé presentar los diseños de manejo de aguas lluvias al interior del proyecto, garantizando el suministro y/o flujo de aguas hacia el humedal denominado cola de Tierra Blanca con el fin de que se mantenga este cuerpo hídrico con el espejo de agua definido en el estudio hidrológico desarrollado por la CAR.

..

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

6 MARCO CONTEXTUAL

6.1 Datos Generales de Humedales.

6.1.1 Ubicación Geográfica

PROYECTO: VINCULO MAIPORE
CIUDAD: SOACHA (Cundinamarca).
ALTURA: Promedio 2540 msnm
LOCALIZACIÓN: Autopista Sur Carrera 4 No. 15-85 Barrio El Vínculo II
Limite por el Oriente: Cerros Orientales Municipio
Limite por el Occidente: Autopista Sur
Limite por el Norte: Predios uso industrial calle 10 sur.
Limite por el Sur: Predio Vinculo Concreto



Ilustración 1 Ubicación del Predio dentro del Municipio

6.1.2 LOCALIZACIÓN DE LOS HUMEDALES

En las condiciones actuales, los Humedales Maipore y Cola de Tierra Blanca se visualizan tal y como se presenta en la Ilustración 2, Ilustración 3. Maipore formaba parte del Humedal Neuta y Cola de Tierra Blanca formaba parte de Tierra Blanca.



Ilustración 2 Ubicación Humedales Maipore y Cola de Tierra Blanca en Condición Actual según Google Earth

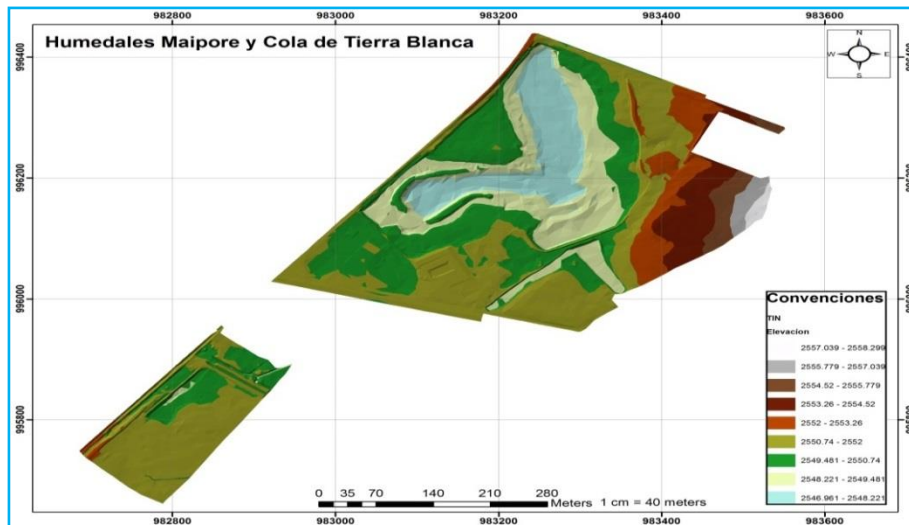



Ilustración 3 Ubicación Humedal Maipore y cola de Tierra Blanca

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

6.2 DESCRIPCIÓN GENERAL

6.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El predio urbano denominado El Vínculo MAIPORÉ, donde se ubica el proyecto Urbanización Ciudadela Colsubsidio, se localiza dentro del casco Urbano del municipio de Soacha al costado Sur oriental de la Autopista Sur, eje vial principal del municipio y de la nación, por el oriente está delimitado por los cerros del municipio y se sitúa aproximadamente entre las calles 10sur y 26sur. Este desarrollo urbanístico se identifica dentro del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal, haciendo vértice con el puente que comunica la futura Avenida Variante Longitudinal y la futura Avenida Circunvalar del Municipio de Soacha. El terreno cuenta con un área total de 186 hectáreas, de las cuales 118 Ha aproximadamente serán urbanizadas.

Este proyecto tiene como particularidad una arquitectura urbana en la que se visualizan pequeños humedales artificiales o bioswales, que además de dar belleza a la urbanización permiten almacenar, retener, evapotranspirar e infiltrar aguas lluvias, razón por la cual ante eventos lluviosos el caudal por escorrentía que se transportará mediante las redes de alcantarillado pluvial, será disminuido y amortiguado, posteriormente las descargas de aguas lluvias serán descargadas a los Humedales Maipore y Cola de Tierra Blanca. La totalidad de los caudales por escurrimiento del costado norte del lote, serán almacenados en el vaso “Maipore” y los aportes por escorrentía del costado sur serán direccionados y acumulados en el vaso “Cola de Tierra Blanca”, ambos cuerpos de agua serán previstos por estructuras de control o vertederos que permitirán rebosar los caudales de exceso al colector de Ø92” GRP (Colector Maipore) para posteriormente entregar al río Bogotá.

En la Ilustración 4, se presenta el esquema de distribución del proyecto, en el que se aprecian las nueve (9) etapas del mismo:

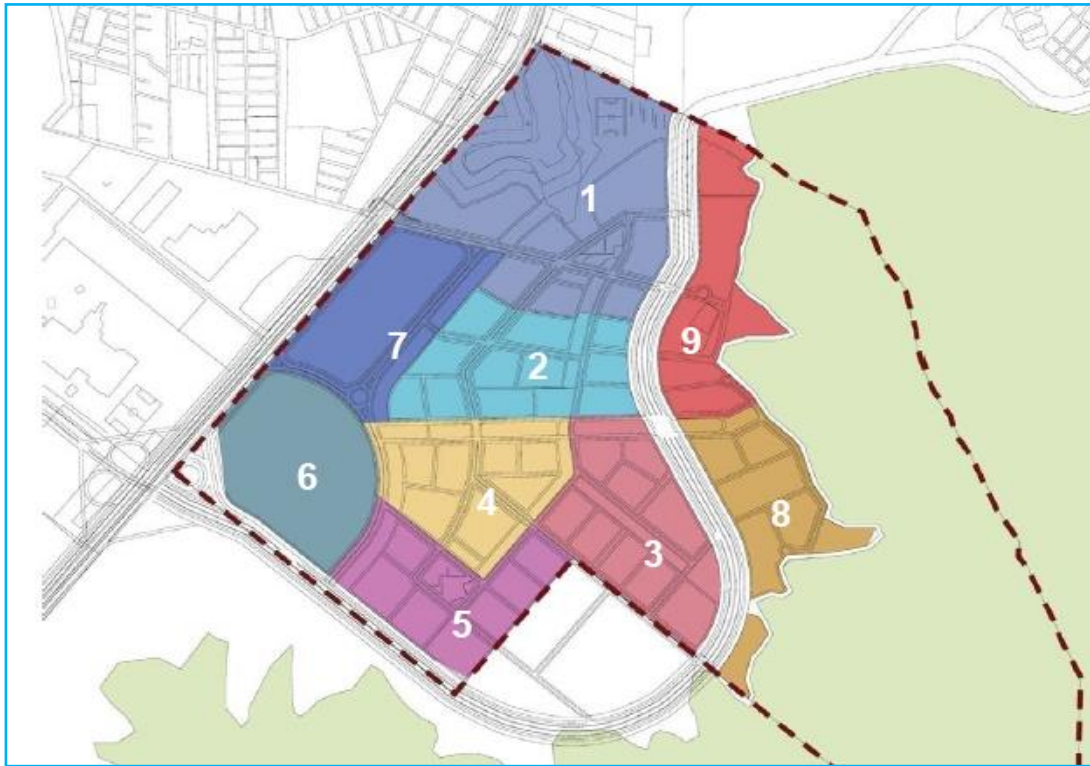



Ilustración 4 Esquema de Distribución Proyecto

Este proyecto se desarrollará a mediano plazo, en la actualidad se encuentra aprobado mediante resolución 182 del 25 de abril de 2013, la cual permite un máximo de 19.492 unidades de vivienda para la totalidad del proyecto. El resumen de los usos, áreas útiles y cesiones, tomado de la resolución mencionada, artículo quinto, se presenta en el Cuadro 1.

| Etapa | Área Neta Urbanizable Total por Etapa (M2) | Área Útil | | | | Cesiones Tipo A | | | | |
|--------------|--|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | | Uso Residencial | Uso Comercial | Uso Múltiple | Total | Zonas Verdes | Plazas | Equipamiento | Total | % Cesión por Etapa |
| 1 | 163.951,77 | 43.331,79 | 2.366,97 | 46.724,75 | 92.423,51 | 41.450,89 | 5.445,86 | 1.081,61 | 47.978,36 | 29,26% |
| 2 | 114.991,22 | 82.797,49 | 8.758,54 | 0,00 | 91.556,03 | 4.240,45 | 5.214,09 | 0,00 | 9.454,54 | 5,77% |
| 3 | 119.710,19 | 81.706,00 | 0,00 | 0,00 | 81.706,00 | 17.761,36 | 0,00 | 0,00 | 17.761,36 | 10,83% |
| 4 | 107.792,68 | 60.201,08 | 2.916,96 | 0,00 | 63.118,04 | 23.950,77 | 0,00 | 0,00 | 23.950,77 | 14,61% |
| 5 | 99.405,92 | 67.834,68 | 0,00 | 0,00 | 67.834,68 | 5.909,06 | 8.365,65 | 0,00 | 14.274,71 | 8,71% |
| 6 | 109.937,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 108.191,63 | 108.191,63 | 65,99% |
| 7 | 104.725,64 | 0,00 | 0,00 | 65.861,94 | 65.861,94 | 13.597,57 | 0,00 | 0,00 | 13.597,57 | 8,29% |
| 8 | 85.702,85 | 57.713,81 | 0,00 | 0,00 | 57.713,81 | 20.079,20 | 0,00 | 0,00 | 20.079,20 | 12,25% |
| 9 | 88.265,82 | 57.483,11 | 0,00 | 0,00 | 57.483,11 | 13.342,04 | 0,00 | 10.949,15 | 24.291,19 | 14,82% |
| TOTAL | 994.483,95 | 451.067,96 | 14.042,47 | 112.586,69 | 577.697,13 | 140.331,34 | 19.025,60 | 120.222,39 | 279.579,33 | 28,11% |

Cuadro 1 Resumen Usos, Áreas Útiles y Cesiones según Res.182 de 2013.

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

6.2.2 DESCRIPCIÓN HUMEDAL MAIPORE

El Humedal se encuentra en jurisdicción del municipio de Soacha Cundinamarca, en el costado noroccidental del lote en estudio, Formaba parte del Humedal Neuta, del cual fue separado por las obras de adecuación de la autopista sur, estas obras no contemplaron la construcción de pasos subterráneos para mantener la integridad del humedal.

A partir del levantamiento topográfico y batimétrico detallado, realizado en el 2015 en el Humedal Maiporé, por la firma CIG map "Consultoría en Ingeniería Geomática y Medio Ambiente S.A.S, se obtuvo la información relacionada en el cuadro 2, de la laguna Maipore.

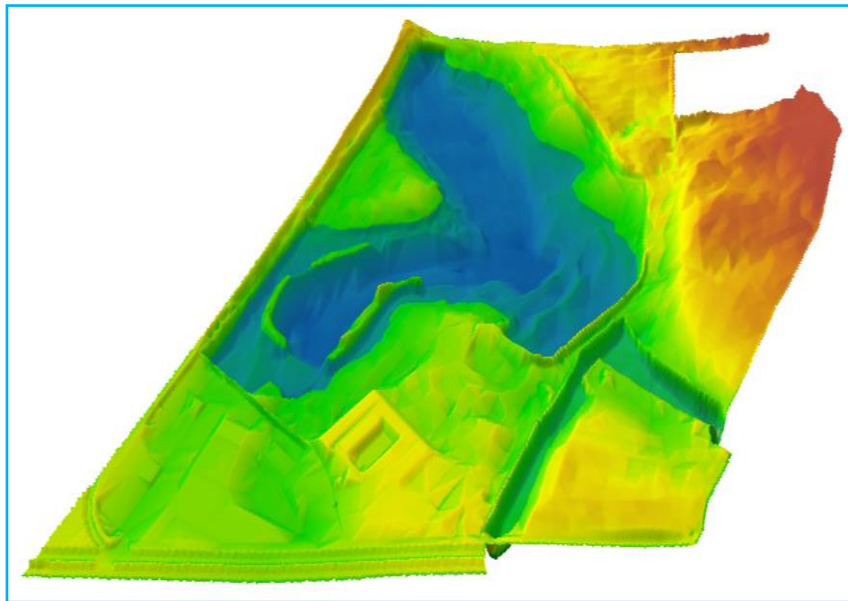



Ilustración 5 Modelo Digital de Terreno Estado Actual Humedal Maiporé

| Resultados Humedal Maiporé | |
|--|----------|
| Vol. Vaso Actual (m ³) | 71170.7 |
| Vol. Lodos (m ³) | 4475.7 |
| Vol. Agua Almacenada (m ³) | 66695 |
| Cota lámina (m.s.n.m) | 2549.86 |
| Cota Mínima (m.s.n.m) | 2546.96 |
| Espesor Promedio de Lodos (m) | 0.089 |
| Área espejo de Agua (m ²) | 50256.85 |
| Profundidad Promedio (m) | 1.42 |
| Profundidad Máxima (m) | 2.9 |

Cuadro 2 Características Humedal Maiporé

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

6.2.3 DESCRIPCIÓN HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA

Al igual que el Humedal Maipore, se encuentra en la jurisdicción del municipio de Soacha, se ubica en el costado occidental del lote, aproximadamente en el centro del lindero contiguo a la Autopista Sur, este cuerpo de agua hacia parte del humedal Tierra Blanca pero fue apartado de este debido a la adecuación de la autopista sur.

A partir del levantamiento topográfico y batimétrico detallado, realizado en el 2015 en el Humedal Maiporé, por la firma CIG map “Consultoría en Ingeniería Geomática y Medio Ambiente S.A.S, se puede afirmar que el área del espejo de agua del humedal está totalmente seca, y su vaso se encuentra alterado por la existencia de canales artificiales y redes de energía. Se calcula que la máxima cota a que se puede almacenar agua sin que ocurra desborde a los canales es la 2550.8. Con base en esta cota se calcularon los datos relacionados en el Cuadro 3.

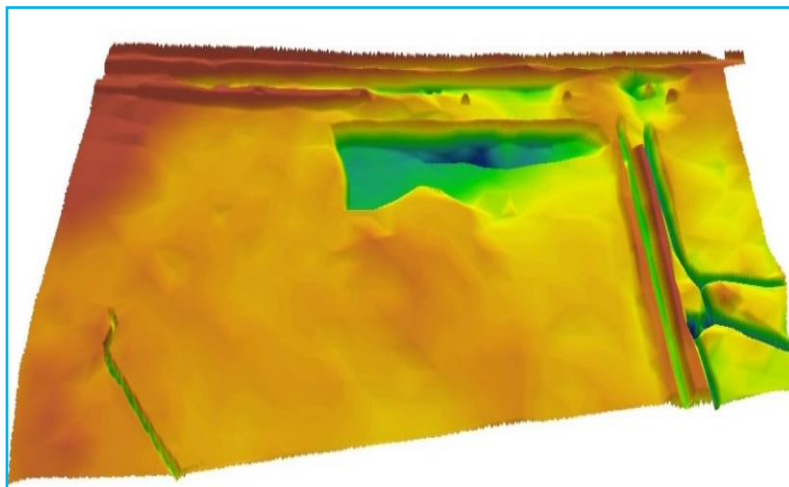



Ilustración 6 Modelo Digital de Terreno Estado Actual Humedal Cola de Tierra Blanca

| Resultados Humedal Maiporé | |
|---|---------|
| Vol. Vaso a cota 2550.8 (m ³) | 2583.17 |
| Cota Mínima (m.s.n.m.m) | 2549.75 |
| Área Espejo de Agua a Cota 2550.8 (m ²) | 4766.47 |
| Profundidad Máxima a Cota 2550.8 (m) | 1.05 |
| Profundidad Promedio a Cota 2550.8 (m) | 0.54 |

Cuadro 3 Características Humedal Cola de Tierra Blanca

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

6.2.4 ANTECEDENTES


En el auto OPSA No. 499 de 19 de septiembre de 2014, la corporación autónoma regional de Cundinamarca en ejercicio de sus facultades legales y apoyada en el estudio técnico No. 057 DE 13 DE Abril de 2011; que entre otros conceptúa que en relación al proyecto Ciudadela Maiporé el estudio ecológico y ambiental, en su parte hidrológica e hidráulica, debe reformularse considerando el sistema de humedales naturales sin estructuras de rebose u otras estructuras hidráulicas o civiles que le generen interferencia de sus aguas, basado en esta consideración mediante auto OPSA No. 247 de 2 Junio de 2011 se requiere a la sociedad FIDUCIARIA BOGOTÁ S.A, para que se realice un nuevo estudio de la definición de la naturaleza, cota máxima de inundación, ronda hidráulica, ronda de protección y zona de amortiguación, así como el diseño paisajístico de los cuerpos de agua identificados en el predio objeto del proyecto.

Que mediante el memorando SJUR No. 20133109411 de 17 de Abril de 2013, se puso en conocimiento a la corporación autónoma regional de Cundinamarca la sentencia de 13 de Marzo de 2013, proferida por el consejo de estado de Cundinamarca - sección primera en el marco de la acción popular No. 2011-2255 de Ramón Nonato Zapata contra el municipio de Soacha y la CAR; asunto: Ciudadela Colsubsidio Maiporé, ubicada en las inmediaciones de los humedales Neuta y Cola de Tierra Blanca donde se dispuso que se iniciara el procedimiento administrativo para verificar la existencia de hechos u omisiones constitutivas de infracción a las normas ambientales con ocasión de las acciones urbanísticas que se están desarrollando en el predio el Vínculo del municipio de Soacha.

Que en cumplimiento de lo ordenado en el marco de la acción popular en mención en el párrafo anterior, se elaboraron por parte de la SARP los estudios hidrológicos e hidráulicos aplicando metodologías acorde con la normatividad ambiental establecida, la información se condensa en el informe Técnico SARP No. 080 del 20 de Mayo de 2014 el cual se basó para determinar la zona de protección de los cuerpos de agua presentes al interior del predio el vínculo en el municipio de Soacha en la información presentada por la urbanización Colsubsidio Maiporé y se conceptúa que se determinó el volumen total almacenado y obtenido para el humedal Maiporé el Vínculo el cual es de 90921.6m³ que corresponde a la lámina de agua para el periodo de lluvias asociado a las tormentas máximas en los últimos 15 años y cuya cota es 2549.04msnm correlacionada a un área total inundada de 10.9 Ha.

Se determinó el volumen total almacenado y obtenido para el humedal Cola de Tierra Blanca el cual es de 9053.11m³, correlacionada a un área de total inundada de 10056 m² (1.05 Ha), correspondiendo a la lámina de agua para el periodo de lluvias asociados las tormentas máximas en los últimos 15 años, cuya cota es de 2549.91msnm.

Se conceptúa que para determinar la Ronda de protección de los humedales el Vínculo (Maiporé) y Cola de tierra Blanca, se realizó un análisis comparativo de cada una de las rondas de protección generadas tanto por el consultor, la alcaldía de Soacha y por la Corporación, precisando que las rondas se establecieron de acuerdo a lo establecido por el acuerdo CAR 16 de 1998, Decreto 2811 de 1974 (30 m) y Decreto 1541 de 1978, y de acuerdo a lo establecido por el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Soacha, el cual establece una ronda de 60m.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Que luego de haber tenido en cuenta todas las consideraciones anteriores y otras, se establecen los puntos que serán el objeto a requerir por medio del acto administrativo en mención con la única finalidad de proteger los cuerpos de aguas presuntamente afectados por la construcción desarrollada en el predio Ciudadela de Maiporé.

Se solicita entre a los representantes del desarrollo urbanístico ciudadela Colsubsidio Maiporé presentar los diseños de manejo de aguas lluvias al interior del proyecto, garantizando el suministro y/o flujo de aguas hacia el humedal denominado cola de Tierra Blanca con el fin de que se mantenga este cuerpo hídrico con el espejo de agua definido en el estudio hidrológico desarrollado por la CAR.

Se solicita también presentar los diseños y cronograma de ejecución de los trabajos para la reconfiguración hidrogeomorfológica de los humedales identificados y delimitados (humedales Maiporé y Cola de Tierra Blanca).


Presentar para la aprobación de la corporación una propuesta de restauración ecológica a corto, mediano y largo plazo, para los humedales identificados y delimitados (humedales Maiporé y Cola de Tierra Blanca) en la cual se incluya el monitoreo constante de los componentes de Fauna, Flora, Biota acuática e hidrología.

En referencia al estudio técnico del 080 del 20 de Mayo de 2014, estudio realizado por el grupo de profesionales de la subdirección de administración de los recursos naturales y Áreas protegidas de la CAR, en el que se realizó la identificación y delimitación de la ronda hidráulica de protección de los cuerpos de agua al interior del predio denominados humedal Maiporé y Cola de Tierra Blanca a través del desarrollo del análisis hidrológico e hidráulico, el cual arroja como resultado que el hidrograma de la Cuenca del Humedal el vínculo tiene un caudal pico de 9.0m³/s mientras que para el humedal Cola de Tierra Blanca se obtuvo un caudal de 1.2m³/s.

Se determinaron unas condiciones iniciales para cada humedal basados en una análisis de fotografías aéreas de los años 1941, 1977, 1981, 1992, 2007 y 2009, con el fin de obtener el área que históricamente se encontraba ocupada por agua y a partir de esa cota, haciendo uso de las curvas cotas áreas volumen, se determina tanto el nivel inicial como el volumen inicial.

Como resultado del procedimiento anterior se obtuvo para el humedal Maiporé como condición inicial la cota 2548.30 msnm, con lo cual se obtuvo un volumen inicial de 22687 m³ y una profundidad de 0.53 m, ya que el fondo del humedal se encuentra en una cota de 2547.77 msnm. Del mismo modo se obtuvo para el humedal cola de tierra Blanca como condición inicial la cota 2548.50 msnm, con lo cual se obtiene un volumen inicial de 1343 m³, y una profundidad media de 0.6 m ya que la cota de fondo del humedal es de 2547.9 msnm.

Se determinó la cota de la lámina de agua para un periodo de lluvia asociado a las tormentas máximas en los últimos 15 años obteniéndose un valor de 2549.04 msnm, un área total de inundación de 10.9 ha y un volumen total almacenado de 90921.6m³. Para el humedal Cola


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

de Tierra Blanca se obtuvo una cota de lámina de agua de 2549.91msnm, con un área total de 10056m² y un volumen almacenado de 9053.11m³.


Se conceptúa que la ronda de protección se estableció de acuerdo a lo establecido en el decreto 2811 de 1974, acuerdo 16 de 1998 y el plan de ordenamiento Territorial del municipio de Soacha, el cual establece una ronda de 60 m.

6.2.5 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Modelación hidráulica y ecológica ambiental estudio de recarga de acuíferos humedal predio el vínculo – CIDETER LTDA.
- Estudio hidrológico para la determinación de los hidrógramas aportados a la laguna el vínculo – GUAYACANAL Año de 2012.
- Evaluación de los Ecosistemas y los valores de conservación en la planicie del Vínculo”- Fernando Mazuera y Cía. S.A, del 2 de Septiembre de 2011, (pág. 7 de 27 AUTO OPSOA 499 del 19 de Septiembre.
- Estudio y Revisión de las curvas IDF Intensidad Duración Frecuencia y del Análisis Espacial de las Tormentas Curvas PADF Profundidad Área Duración Frecuencia para la Sabana de Bogotá, INGETEC año 2005.
- Levantamiento Topográfico y Batimétrico Humedales Maipore – Firma CIG map S.A.S., Marzo de 2015.
- Estudios de suelos y análisis de cimentaciones Edificios proyecto Ambalema-Maiporé y Red de Alcantarillado Pluvial proyecto Maiporé – ALFONSO URIBES. C.I.A. S.A Año 2010 Y 2011.
- Estudios de Suelos Ciudadela Maiporé lotes 7 y 8 a Construirse en el Municipio de Soacha (Mompos) – ESPINOSA Y RESREPO INGENIERIA DE SUELOS año 2010.
- Estudio de suelos Proyecto Colector Aguas Lluvias y Planta de Tratamiento lote 53 – All ING año 2011.
- Revisión Estudio Geotécnico y diseño de pavimentos etapa 1 y 2 – GEOCAM INGENIERIA LTDA. Año 2011.
- Planos de Diseño topográfico de la futura geometría de los humedales suministrados por el Consorcio Humedales Maipore el día 25-ago-15 en software Autocad CIVIL.
- Record de las Redes locales de Alcantarillado Pluvial Instaladas en las etapas 1 y 2 del Proyecto, entregadas por Colsubsidio en fecha 13-nov-15.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

- Planos Record del Colector Maiporé, instalado desde el Humedal Maiporé hasta la descarga al Río Bogotá, entregadas por Colsubsidio en fecha 02-mar-15.
- Diseños conceptuales del sistema de alcantarillado elaborados por Hidroobras S.A. y entregados a Colsubsidio el 20-dic-12 mediante CCH-1335/12.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

6.2.6 CARACTERISTICAS DE LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS HUMEDALES

6.2.7 GEOMETRÍA CONFORMACIÓN DE LOS VASOS

En cumplimiento de lo expresado en el Auto OPSA N° 499 del 19 de Septiembre de 2014, frente al área del espejo de agua y la ronda hidráulica de protección de los humedales Maiporé y Cola de Tierra Blanca, se propone la reconfiguración de los vasos, con el fin de conservar las características establecidas en el documento en referencia.

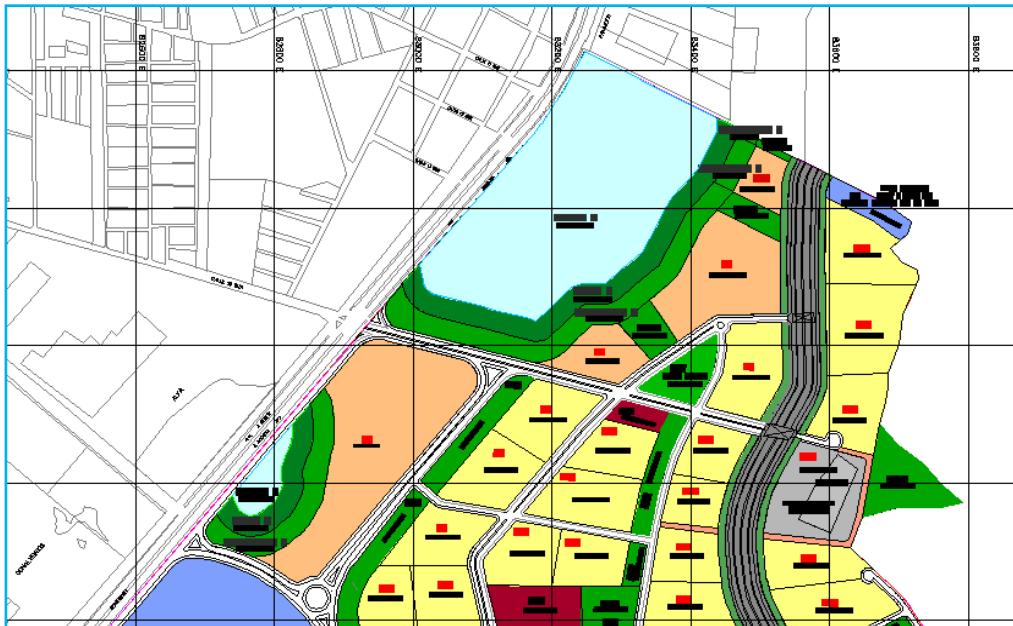


Ilustración 7 Geometría Futura de Ambos Humedales a Partir del Amojonamiento del Auto Opsoa No. 499 del 19 de Septiembre de 2014 con Respecto al Urbanismo de la Ciudadela

6.3 HUMEDAL MAIPÓRE

La propuesta de recuperación, contempla garantizar un volumen de almacenamiento máximo de 61072.2 m³ con cota de rebose 2549.30, a partir de un espejo de agua de 8.64 Ha, con cota de excavación de 2548.60, cabe aclarar que hay sectores con fondo en las cotas 2547.00 y 2547.50, la cota superior del vaso corresponde a la 2551.00. Este humedal se abastece de los aportes de escorrentía que llegan al costado norte del lote y que provienen de los cerros ubicados al oriente de la propiedad. En la Ilustración 8 se presenta la geometría propuesta del Humedal Maiporé.

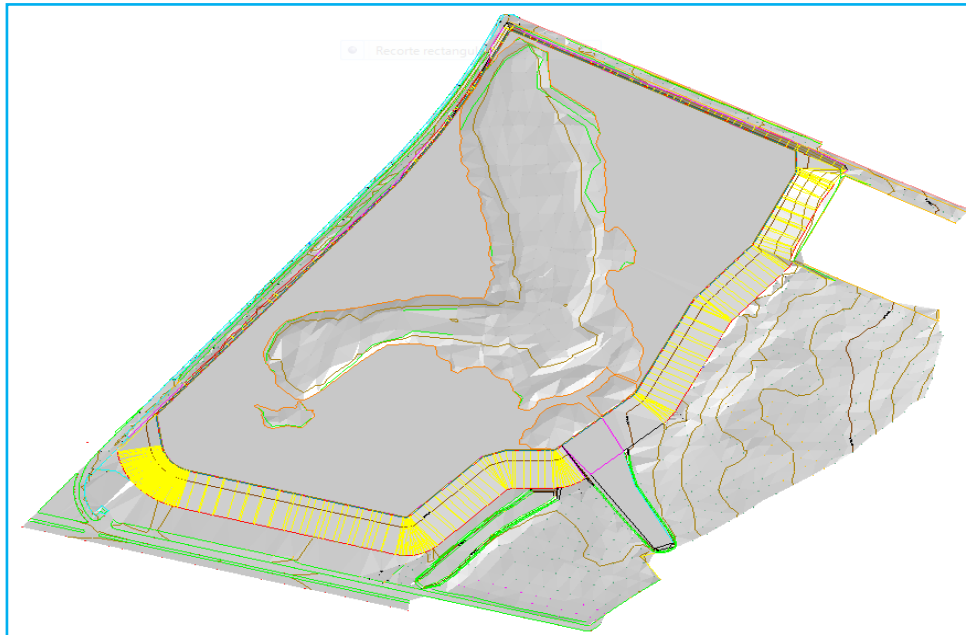


Ilustración 8 Propuesta de Recuperación del Humedal Maipore

6.4 HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA

La propuesta de recuperación, contempla garantizar un volumen de almacenamiento máximo de 7364.62 m³ a partir de un espejo de agua de 0.6 Ha con cota de excavación de 2549.50, la cota de rebose es la 2550.46 y la cota superior del vaso corresponde a la 2550.86. Este humedal se abastece de los aportes por escorrentía que llegan al costado sur del lote y que provienen de los cerros ubicados al oriente de la futura ciudadela. En la Ilustración 9 se presenta la geometría propuesta del Humedal Cola de Tierra Blanca


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |




Ilustración 9 Propuesta de Recuperación del Humedal Cola de Tierra Blanca

6.5 MORFOMETRÍA DE LAS CUENCAS

6.5.1 AREAS CUENCAS HIDROGRAFICAS

Estos humedales eran y son actualmente alimentados por las aguas de escorrentía provenientes de los cerros que rodean el área del proyecto mediante pequeños cauces naturales, la cuenca original de ambos vasos fue modificada por la construcción de la carretera de acceso a la hacienda El Vínculo que corresponde al límite del lote colindante por el costado sur, debido a la conformación de esta vía, el humedal Cola de Tierra Blanca recibe menos caudal que en su condición original.

Según el Informe Técnico No. 080 del 20-may-15 (página 10/26, Tabla 11”), y basados en la información contenida en el Estudio Hidrológico para la determinación de los Hidrogramas Aportados a la Laguna El Vínculo, elaborado por la Fundación Guayacanal en marzo del 2012, el humedal Maiporé recibía las aguas provenientes de la escorrentía de 3 cuencas formadas por los cerros aledaños a la zona del proyecto (cuenca superior, intermedia e inferior) estas cuencas tienen un área de 412.15 Ha. Sin embargo Hidroobras S.A, basados en la topografía de la zona montañosa que colinda con el lote, considera que este valor es errado, adicionalmente, si se analiza la Ilustración 10 la totalidad de las corrientes de agua, nacaderos o escorrentías llegaban al centro de la línea de lindero donde

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

aproximadamente se ubica el Humedal Cola de Tierra Blanca que no fue contemplado en dicho estudio.

| Cuenca | Área ha | Cota Máxima msnm | Cota Mínima msnm | L _c m |
|------------|---------|------------------|------------------|------------------|
| Superior | 22.73 | 2779 | 2550 | 876.54 |
| Intermedia | 128.71 | 2901 | 2550 | 2119.18 |
| Inferior | 260.71 | 2800 | 2550 | 3179.06 |
| NN 1 | 12.35 | 2615 | 2551 | 969.16 |
| NN 2 | 25.59 | 2657 | 2551 | 1059.1 |

Cuadro 4 Subdivisión de la Cuenca Total del Lote Según el “Estudio Hidrológico Para la Determinación de los Hidrogramas Aportados a la Laguna El Vínculo” Elaborado por la Fundación Guaya canal y Tomado del Informe Técnico 080 20 de Mayo de 2014 Página 10/26

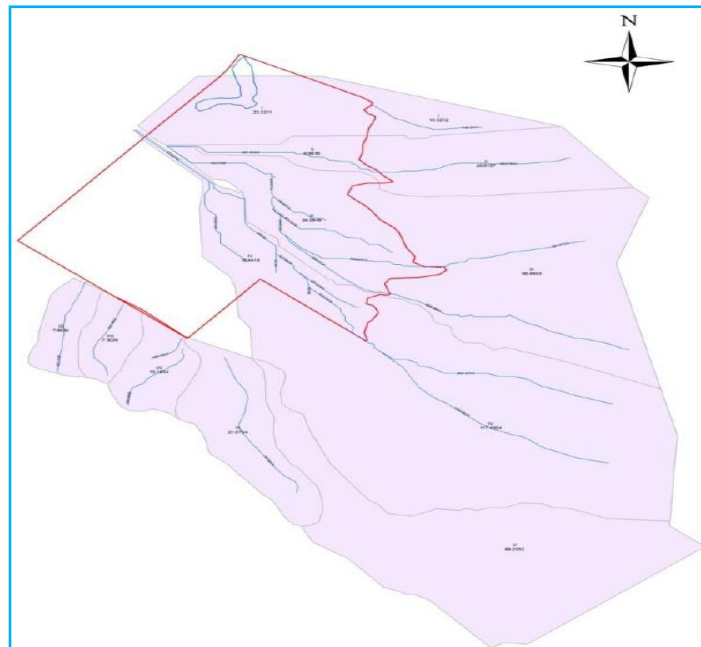



Ilustración 10 Localización Cuencas Tributarias que Afectaban el Lote según el “Estudio Hidrológico Para la Determinación de los Hidrogramas Aportados a la Laguna El Vínculo” Elaborado por la Fundación Guaya canal

Conforme a lo anterior, a partir del relieve de las cuencas aledañas al lote tomado de Google Earth y considerando la implantación de la futura Ciudadela Maipore, se presenta en la Ilustración 11 la conformación de la cuenca definitiva del Humedal Maipore con una área de 87.72 Ha.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

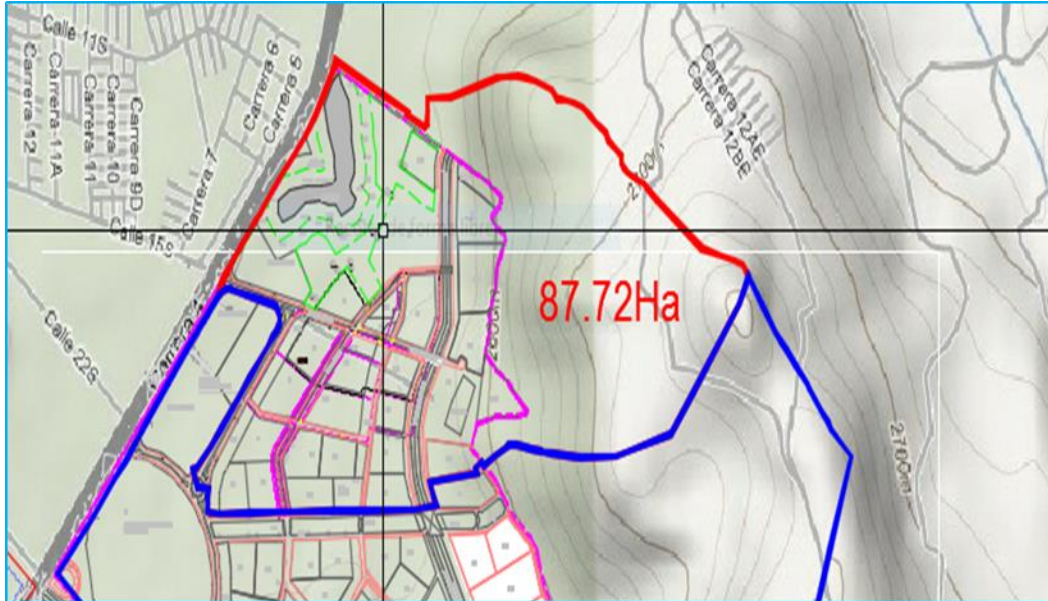



Ilustración 11 Cuenca Definitiva del Humedal Maipore con la Ciudadela Incorporada

Respecto al Humedal Cola de Tierra Blanca, según el Informe Técnico No. 080 del 20-may-15 (página 10/26, Tabla 1 1), la cuenca del Humedal Cola de Tierra Blanca cuenta con un área de tan solo 37.94 Ha que equivalen a la suma de las cuencas NN1 y NN2 (ver Cuadro 4) referidas en el “Estudio Hidrológico para la determinación de los Hidrogramas Aportados a la Laguna El Vínculo” elaborado por la Fundación Guaya canal en marzo del 2012, sin embargo se reitera lo manifestado en párrafos anteriores y se determina que el valor de 37.94 Ha es errado y no es coherente con la topografía de la zona montañosa que colinda con el lote. Por lo anterior, en la Ilustración 12 se presenta la conformación de la cuenca definitiva del Humedal Cola de Tierra Blanca con 374.09 Ha, fundamentados en que la escorrentía que alimenta el vaso proviene principalmente de la zona montañosa ubicada al sur oriente de la ciudadela, que aunque la futura Av. Circunvalar interrumpe la escorrentía natural de la zona, el sistema de alcantarillado proyectado por la futura ciudadela contempla captar estos aportes para direccionarlos al vaso.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

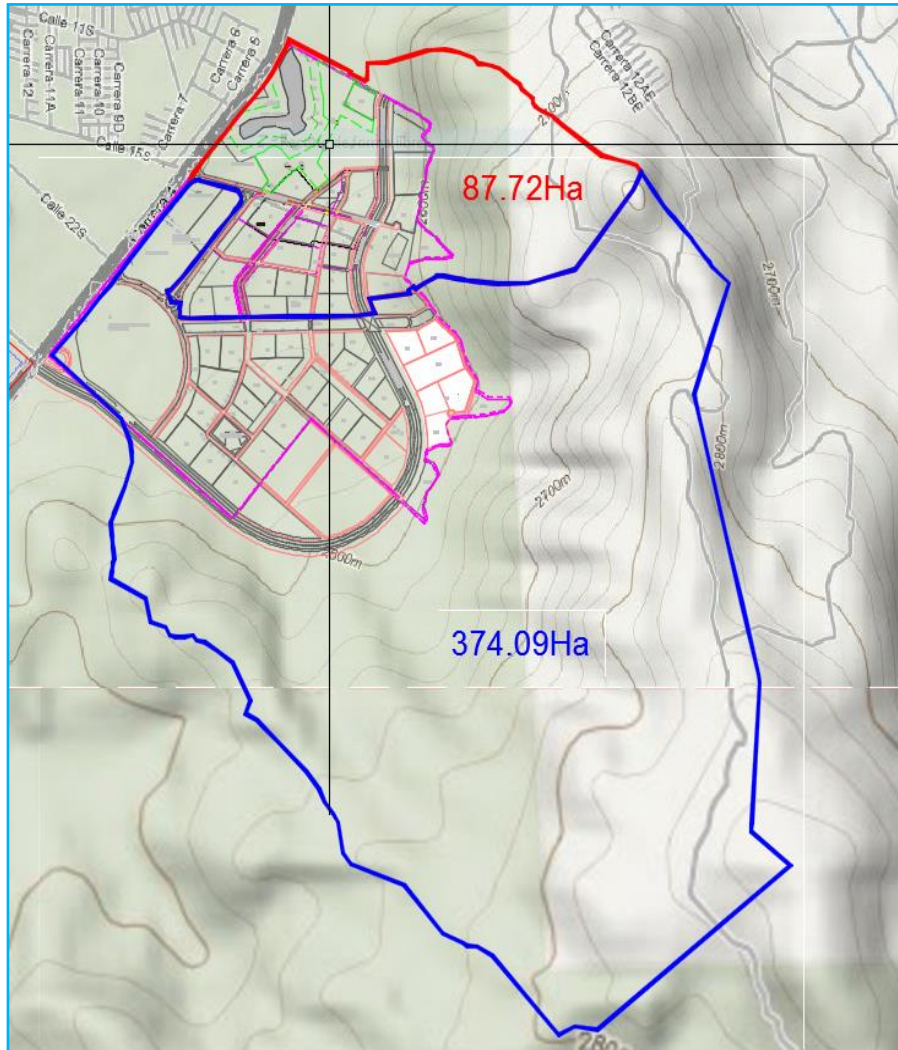



Ilustración 12 Cuenca Definitiva del Humedal Cola de Tierra Blanca, Ubicada al Costado Sur de la Cuenca del Humedal Maipore. Se incluyó la Implantación de la Ciudadela

6.6 TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN

El cálculo de tiempos de concentración (TC) se realizó en estricto cumplimiento de lo establecido en el Informe Técnico No. 080 del 20-may-15 (página 10/26, Tabla 1 1), es decir con las subcuencas determinadas en el Cuadro 4 que corresponden a las mismas del “Estudio Hidrológico para la determinación de los Hidrogramas Aportados a la Laguna El Vínculo” elaborado por la Fundación Guaya canal.

Los valores de los tiempos de concentración están intrínsecamente relacionados con la forma de las cuencas y se definen como el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que la totalidad de la cuenca contribuya al drenaje, o en otras palabras, el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la divisoria de aguas hasta llegar a la salida de la misma, y para su estimativo, se calculó por medio de las formulaciones de Kirpich, California y el Servicio de Conservación de Suelos de Los estados

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |


Unidos (SCS), por medio de la Curva Número (CN), la cual determina básicamente la escorrentía directa.

Las ecuaciones utilizadas se presentan a continuación en el Cuadro 5 y los resultados del cálculo se agrupan en el Cuadro 6.

| | |
|---|---|
| <p>Kirpich</p> $t_c = 0.0078L^{0.77}S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, pies S = pendiente promedio de la cuenca, pies/pie</p> | <p>California</p> $t_c = 60(11.9L^3/H)^{0.385}$ <p>L = longitud del curso de agua más largo, mi H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, pies</p> |
| <p>V.T Chow</p> $T_c = 0.273 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.64}$ <p>Donde: T_c: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en metros por metro (m/m).</p> | |
| <p>U.S Corp</p> $T_c = 0.28 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$ <p>Donde: T_c: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km). S: Pendiente total del cauce principal, en metros por metro (m/m).</p> | |

Cuadro 5 Metodologías Tiempo de Concentración

Fuente: Ven Te Chow. Hidrología para Ingenieros.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| Subcuenca | Area (Km ²) | Longitud (Km) | Cota Superior m.s.n.m | Cota Inferior m.s.n.m | ΔH (m) | Pendiente (%) | Tiempos de Concentración T_c | | | | | | |
|------------|-------------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|----------------|---------------|--------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------------|------------------|-----------------|
| | | | | | | | CALIFORNIA (min) | U.S. CORPS (min) | CHOW (min) | KIRPIC H (min) | T_c medio (min) | T_c medio (hr) | T_{log} (min) |
| Superior | 0.23 | 0.88 | 2779 | 2550 | 229 | 26.1 | 6.36 | 8.83 | 10.42 | 6.06 | 7.92 | 0.13 | 4.75 |
| Intermedia | 1.29 | 2.12 | 2901 | 2550 | 351 | 16.6 | 14.96 | 18.83 | 21.22 | 14.25 | 17.31 | 0.29 | 10.39 |
| Inferior | 2.61 | 3.18 | 2800 | 2550 | 250 | 7.9 | 27.23 | 29.52 | 34.91 | 25.94 | 29.40 | 0.49 | 17.64 |
| NN1 | 0.12 | 0.97 | 2615 | 2551 | 64 | 6.6 | 11.67 | 12.37 | 17.26 | 11.12 | 13.10 | 0.22 | 7.86 |
| NN2 | 0.26 | 1.06 | 2657 | 2551 | 106 | 10.0 | 10.65 | 12.23 | 15.99 | 10.14 | 12.25 | 0.20 | 7.35 |

Cuadro 6 Características Morfométricas de las Cuenas Tributarias Relacionadas en el Informe Técnico No. 080 del 20 de Mayo de 2014 en Condiciones Previas al Desarrollo de la Ciudadela

6.7 CURVAS DE CAPACIDAD DE LOS HUMEDALES

El Consorcio Humedales Maipore propone la adecuación de los vasos partiendo de una excavación uniforme en el área delimitada por los mojones del AUTO OPSOA No. 499 del 19-sep-14, evitando profundizarse más de lo necesario.

En el vaso Maipore, la cota de rebose está determinada por la cota batea del sistema de alcantarillado ya instalado (2549.30), bajo ese valor se garantizan 70 cm de lámina de agua sobre la cota de excavación (2548.60), dicha excavación se proyecta en la zona perimetral al actual vaso hasta alcanzar los mojones establecidos en el AUTO OPSOA No. 499, la cota fondo del actual vaso oscila entre 2547.00 y 2547.50. Respecto al vaso Cola de Tierra Blanca, a partir de la cota terreno ubicada al costado norte del vaso (2551.00), se propone adecuar el terreno mediante talud para que la Ronda Hidráulica o línea de aguas máximas quede en la 2550.86 y el espejo de agua que debe mantenerse de forma permanente se ubique en la 2550.00, la cota fondo será la 2549.50, en este caso la cota de rebose se propone en la 2550.46 para garantizar un espejo de agua permanente de 0.96 m de profundidad.

En la Ilustración 13 y la Ilustración 14, se presentan las curvas de área y capacidad del humedal Maipore obtenidas a partir de la geometría propuesta para este vaso por el Consorcio Humedales Maipore, este modelo geométrico se basó en la batimetría desarrollada por la firma CIG Map S.A.S., de la misma forma en Ilustración 15 y la Ilustración 16 se presentan las curvas para el humedal Cola de Tierra Blanca derivadas de la geometría futura.

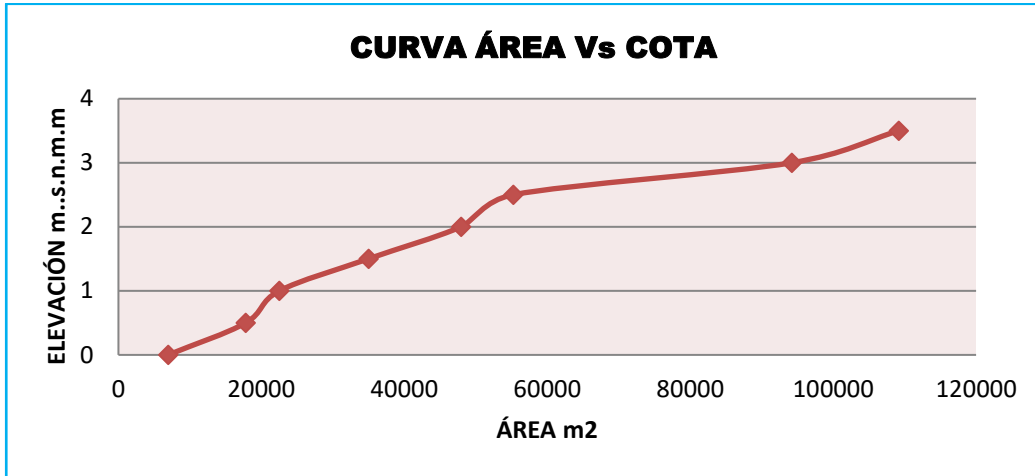


Ilustración 13 Curva de Áreas Vs. Cotas de Lámina en el Humedal Maipore

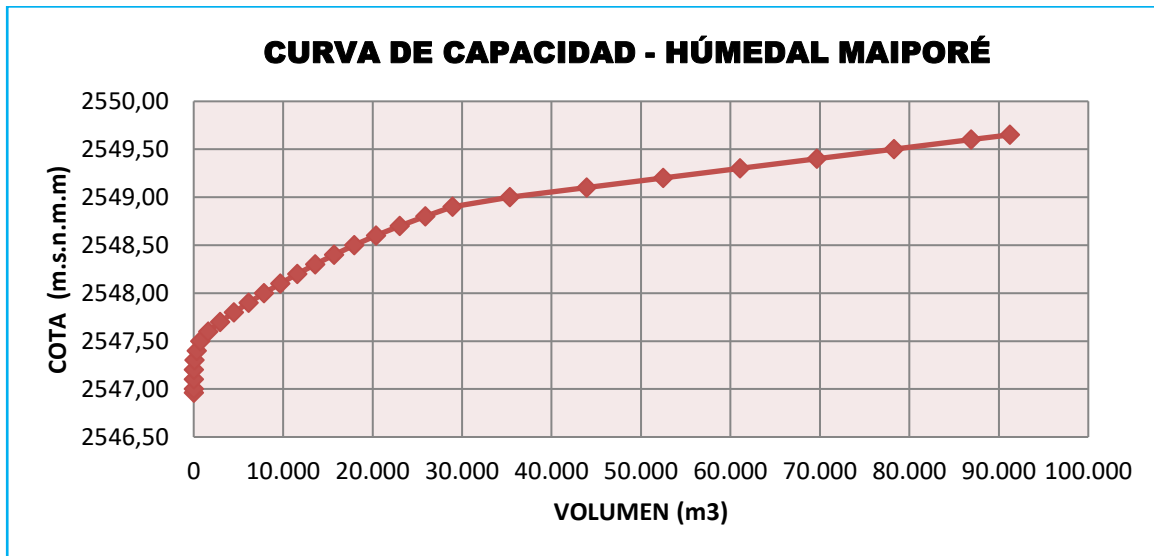


Ilustración 14 Curva de Capacidades Vs. Cotas de Lamina del Humedal Maipore

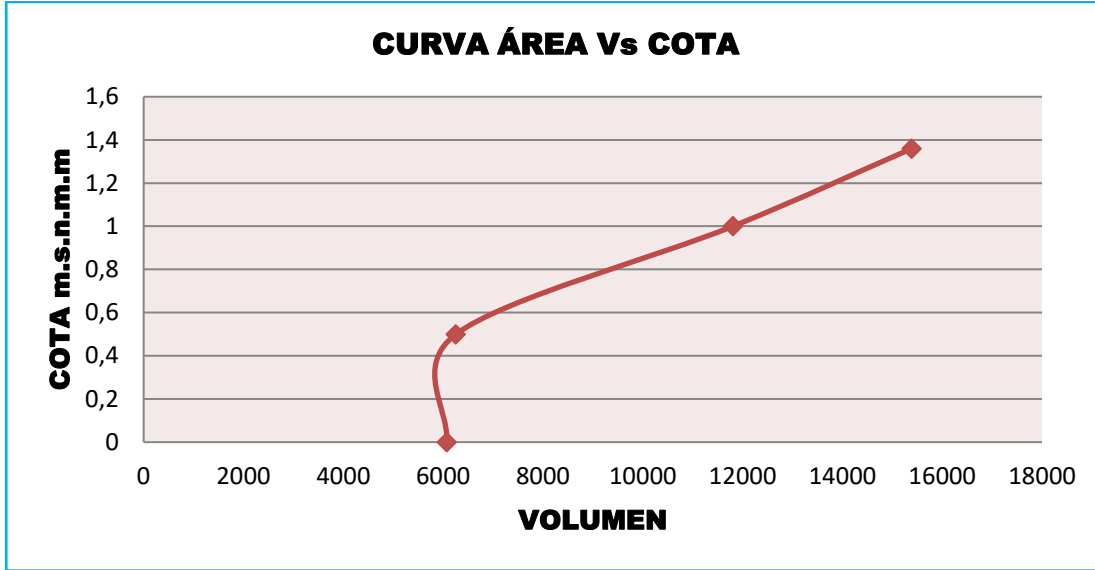


Ilustración 15 Curva de Áreas Vs. Cotas de Lámina en el Humedal Cola de Tierra Blanca

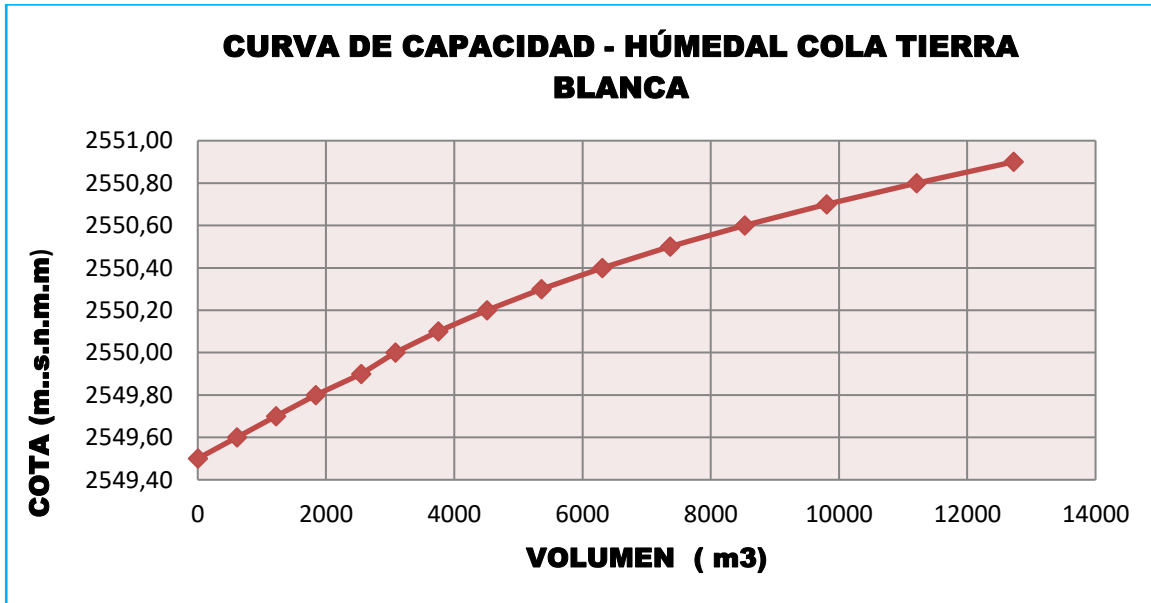



Ilustración 16 Curva de Capacidades Vs. Cotas de Lamina del Humedal Cola de Tierra Blanca

Estas curvas y sus correspondientes parejas numéricas alimentaron los modelos hidráulicos en el software SWMM, utilizadas para determinar los niveles máximos de almacenamiento ante las precipitaciones con periodos de retorno de 3, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

7.0 METODOLOGIA

7.1 CLIMATOLOGIA

7.2 SELECCIÓN DE ESTACIONES


Con el objetivo de obtener un alto porcentaje de precisión en la determinación del balance hídrico de los humedales en estudio y seleccionar una estación climatológica, pluviométrica o pluviográfica representativa, se realizó una caracterización de las estaciones de la zona de influencia del proyecto. Tras un análisis en función de su localización en altura, orientación y longitud de las series se escogieron las relacionadas a continuación.

En el Cuadro 7, se presentan las estaciones analizadas, indicando el tipo de estación, localización, período de registro, Parámetros registrados, cota etc.

| ESTACION | TIPO | ESTADO | REG. | | No. AÑOS REG | REGISTROS | COTA msnm |
|------------------------|------|--------|-------|-------|--------------|--|-----------|
| | | | DESDE | HASTA | | | |
| FUTE | PM | ACTIVA | 1959 | 2015 | 56 | Precipitación | 2604 |
| BOQUEMONTE | CP | ACTIVA | 2010 | 2015 | 5 | Precipitación Evaporación Humedad Relativa Temperatura | 2641 |
| PARAISO PERDIDO | ME | ACTIVA | 1988 | 2016 | 26 | Precipitación Evaporación | 2756 |
| LAS HUERTAS | PM | ACTIVA | 1990 | 2015 | 25 | Precipitación | 2572 |
| SIBATE APOSTOLICA | PG | ACTIVA | 1970 | 2016 | 38 | Precipitación | 2612 |
| GUARANI EL PEÑON | PG | ACTIVA | 1970 | 2013 | 35 | Precipitación | 2845 |
| EL MUÑA | CP | SUSP. | 1966 | 2003 | 37 | Brillo Solar Evaporación Humedad relativa Precipitación Temperatura Radiación Solar | 2565 |
| SAN JORGE | PG | ACTIVA | 1966 | 2009 | 43 | Precipitación | 2890 |
| GRANJA SAN JORGE IDEAM | CO | | 1960 | 2014 | 54 | Brillo Solar Humedad Nubosidad Precipitación Temperatura | |
| ALMA CAFÉ | CP | ACTIVA | 2010 | 2012 | 3 | Precipitación Evaporación Brillo Temperatura | 2564 |
| TIBAITATÁ | AM | ACTIVA | 1982 | 2015 | | Brillo Solar Evaporación Humedad Relativa Precipitación Temperatura Vientos | 2543 |

Cuadro 7 Estaciones Analizadas

El análisis de las series históricas de datos y la proximidad al proyecto permitieron la selección de la estación de la Granja San Jorge operada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, localizada en la cuenca del río Soacha, como la estación de referencia para los datos de precipitación ya que se encuentra ubicada

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

en las inmediaciones de la zona de influencia del proyecto y cuenta con secuencias de datos comprendidas en el periodo de 1960 – 2014 (serie de 55 años).

Para datos climatológicos como temperatura, Humedad relativa, evaporación y brillo solar se eligió la estación de Muña por ser la estación climatológica más cercana al proyecto con registros de evaporación y con una serie de datos de 37 años.


| | | | |
|---|--|--|--|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |



Ilustración 17 Ubicación de las Estaciones Climatológicas Cercanas a la Ciudadela

7.3 PRECIPITACION

7.3.1 PRECIPITACIÓN MEDIA

A partir de los registros de precipitación de la Estación Granja San Jorge para el periodo comprendido entre los años 1960 y 2014 (54 años de registros mensuales), se determina que la distribución temporal a lo largo del año, es de tipo bimodal, que se genera por el paso de la Zona de Confluencia Intertropical, tanto en el primer semestre del año, como en el segundo. El período húmedo en el primer semestre se presenta entre los meses de marzo, abril y mayo, siendo mayo el mes más húmedo, con un valor cercano a los 95 mm, en el segundo semestre se presenta en los meses de octubre y noviembre, siendo noviembre el mes más húmedo, con una precipitación de hasta 100 mm.

El período de estiaje se extiende de diciembre a febrero, observándose a enero como el mes más seco, con un registro del orden de los 27 mm y a mediados del año entre los meses de junio y septiembre, observándose que agosto es el más seco, con un registro de 50 mm. El valor total anual promedio es de 787.4 mm, con valores máximos que superan los 1100 mm (2019.9 mm) y mínimos con registros por debajo de los 320 mm (126.3 mm). De acuerdo con estos valores y a partir de la experiencia, se puede decir que los volúmenes precipitados, se encuentran entre los medios del país.

En el Cuadro 8, se presenta la serie de datos mensuales de la estación y en la Ilustración 18 la distribución temporal (precipitaciones medias mensuales de la serie).

| AÑO | ENERO | FEBRE | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTI | OCTUB | NOVIE | DICIE |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| 1960 | | | | 121.0 | 48.3 | 35.2 | 50.8 | 63.8 | 49.6 | 113.2 | 30.4 | 83.1 |
| 1961 | 23.6 | 12.0 | 68.8 | 84.0 | 40.4 | 82.3 | 48.9 | 53.1 | 33.9 | 230.7 | 168.1 | 34.0 |
| 1962 | 54.6 | 6.8 | 79.9 | 105.0 | 96.7 | 95.7 | 50.4 | 61.5 | 41.6 | 62.6 | 118.1 | 16.3 |
| 1963 | 9.2 | 59.1 | 22.6 | 104.8 | 180.4 | 71.4 | 19.3 | 24.6 | 41.3 | 57.0 | 161.9 | 12.7 |
| 1965 | 17.2 | 24.5 | 23.0 | 178.3 | 155.7 | 41.5 | 47.2 | 50.3 | 6.3 | 125.1 | 154.0 | 18.2 |
| 1966 | | 57.2 | 67.8 | 26.8 | 55.1 | 98.9 | 58.8 | 51.5 | 53.8 | 42.4 | 292.2 | 61.5 |
| 1967 | 16.4 | 28.9 | 49.6 | 73.1 | 103.3 | 92.7 | 69.2 | 54.0 | 48.4 | 66.4 | 84.8 | 18.7 |
| 1968 | 5.2 | 50.7 | 16.0 | 123.7 | 32.6 | 105.8 | 73.9 | 40.5 | 65.5 | 87.2 | 128.4 | 7.1 |
| 1969 | 32.2 | 30.9 | 4.6 | 149.2 | 72.3 | 62.2 | 38 | 43.2 | 52 | 190.4 | 52.6 | 66 |
| 1970 | 32.4 | 30.8 | 18.6 | 28.6 | 89.8 | 67.1 | 57.1 | 31.1 | 91.9 | 110.0 | 91.4 | 27.8 |
| 1971 | 82.9 | 57 | 63.2 | 126.5 | 180.2 | 91.6 | 63.3 | 45 | 69.1 | 52.2 | 72.1 | 40.1 |
| 1972 | 69.7 | 39.7 | 29.4 | 99.3 | 101.6 | 68.9 | 38.9 | 36.9 | 9.6 | 64.8 | 141.9 | 15.0 |
| 1973 | 22.8 | 3.8 | 12.0 | 69.2 | 63.4 | 75.4 | 45.4 | 85.1 | 109.8 | 79.6 | 120.5 | 81.2 |
| 1974 | 38.7 | 100.5 | 55.6 | 77.2 | 130.6 | 43.0 | 54.9 | 33.1 | 39.0 | 75.2 | 148.7 | 17.3 |
| 1975 | 3.0 | 68.5 | 38.8 | 58.7 | 121.1 | 65.8 | 55.4 | 172.5 | 77.9 | 116.9 | 109.2 | 130.9 |
| 1976 | 19.1 | 15.4 | 89.0 | 99.2 | 125.0 | 106.0 | 64.9 | 38.3 | 53.2 | 121.2 | 60.9 | 60.6 |
| 1977 | 0.3 | 8.4 | 51.5 | 85.5 | 36.5 | 44.2 | 68.6 | 31.9 | 82.3 | 67.4 | 152.2 | 27.0 |
| 1978 | 4.6 | 16.2 | 61.6 | 122.1 | 88.4 | 80.0 | 37.1 | 34.6 | 63.3 | 95.3 | 36.0 | 28.4 |
| 1979 | 19.2 | 9.4 | 42.6 | 125.0 | 108.2 | 115.0 | 58.8 | 108.4 | 56.8 | 139.0 | 188.6 | 29.1 |
| 1980 | 3.5 | 44.0 | 10.5 | 88.4 | 25.6 | 143.6 | 28.6 | 64.9 | 48.9 | 51.6 | 76.8 | 54.9 |
| 1981 | 0.3 | 13.5 | 25.4 | 162.0 | 169.2 | 57.1 | 24.6 | 46.5 | 70.2 | 73.6 | 188.1 | 42.4 |
| 1982 | 61.5 | 49.2 | 64.6 | 200.8 | 77.7 | 34.7 | 71.5 | 62.1 | 43.4 | 128.9 | 81.5 | 34.0 |
| 1983 | 3.5 | 49.4 | 89.3 | 163.3 | 69.2 | 36.6 | 73.0 | 41.3 | 43.7 | 79.1 | 45.8 | 49.1 |
| 1984 | 65.1 | 57.2 | 32.9 | 64.1 | 83.6 | 125.1 | 46.8 | 98.2 | 79.0 | 73.8 | 108.8 | 14.6 |
| 1985 | 9.5 | 7.4 | 24.9 | 82.8 | 220.1 | 53.0 | 50.1 | 53.6 | 101.7 | 117.2 | 47.6 | 12.9 |
| 1986 | 16.3 | 37.7 | 35.5 | 75.8 | 91.8 | 81.0 | 54.4 | 39.9 | 53.1 | 187.3 | 75.4 | 12.0 |
| 1986 | 15.9 | 133.5 | 32.2 | 54.7 | 101.8 | 111.3 | 51.0 | 31.7 | 53.8 | 199.4 | 75.8 | 10.7 |
| 1987 | 13.1 | 28.1 | 18.6 | 47.8 | 103.1 | 21.9 | 73.2 | 55.9 | 32.4 | 106.7 | 1.6 | 1.0 |
| 1988 | | 38.2 | 7.9 | 53.9 | 29.9 | 73.1 | 44.8 | 34.5 | 70.1 | 123.8 | 90.2 | 80.0 |
| 1989 | 2.2 | 51.0 | 75.5 | 36.4 | 90.3 | 67.0 | 36.2 | 37.0 | 49.0 | 66.4 | 65.3 | 55.9 |
| 1990 | 27.6 | 68.1 | 97.3 | 88.8 | 149.6 | 37.5 | 35.9 | 31.6 | 19.9 | 149.9 | 62.1 | 69.5 |
| 1991 | 17.9 | 22.1 | 164.8 | 78.8 | 79.8 | 39.2 | 71.6 | 77.9 | 42.1 | 43.3 | 111.8 | 51.8 |
| 1992 | 26.7 | 13.7 | 21.9 | 47.3 | 44.8 | 22.4 | 49.6 | 56.6 | 51.7 | 11.2 | 107.2 | 36.5 |
| 1993 | 34.6 | 28.2 | 78.1 | 134.2 | 93.9 | 46.5 | 77.2 | 27.1 | 44.8 | 78.0 | 140.0 | 6.8 |
| 1994 | 52.1 | 50.9 | 88.2 | 71.1 | 85.4 | 67.8 | 53.8 | 52.5 | 47.2 | 68.2 | 146.9 | 6.2 |
| 1995 | | 7.5 | 65.3 | 104.6 | 73.5 | 46.8 | 51.0 | 46.0 | 13.6 | 69.5 | 55.4 | 95.0 |
| 1996 | 55.8 | 18.1 | 87.1 | 94.3 | 106.6 | 26.3 | 115.1 | 47.0 | 41.8 | 69.1 | 61.8 | 52.6 |
| 1997 | 58.9 | 49.5 | 50.3 | 55.9 | 29.2 | 80.2 | 74.1 | 19.6 | 28.7 | 58.3 | 22.4 | 0.9 |
| 1998 | | 6.4 | 47.0 | 35.4 | 170.4 | 60.2 | 84.0 | 30.8 | 38.7 | 82.3 | 43.1 | 54.5 |
| 1999 | 38.8 | 78.2 | 23.1 | 84.5 | 75.2 | 54.9 | 31.6 | 64.9 | 91.9 | 129.8 | 95.0 | 37.0 |
| 2000 | 56.2 | 106.1 | 88.2 | 50.1 | 87.9 | 74.3 | 67.8 | 66.9 | 73.4 | 79.2 | 46.4 | 42.5 |
| 2001 | 3.0 | 45.8 | 101.7 | 18.2 | 75.4 | 64.2 | 38.5 | 20.3 | 71.4 | 21.2 | 74.5 | 53.6 |
| 2002 | 15.0 | 10.0 | 62.9 | 119.7 | 125.2 | 125.0 | 60.4 | 54.5 | 58.7 | 79.6 | 48.4 | 32.7 |
| 2003 | 10.5 | 34.0 | 57.5 | 124.6 | 19.6 | 60.7 | 65.6 | 30.0 | 32.7 | 117.5 | 139.8 | 26.9 |
| 2004 | 3.0 | 47.3 | 53.0 | 153.9 | 91.6 | 137.3 | 60.9 | 48.7 | 73.7 | 163.9 | 122.6 | 30.7 |
| 2005 | 12.9 | 56.3 | | 87.9 | 186.1 | 71.4 | 50.1 | 47.5 | 63.2 | 148.6 | 50.5 | 57.6 |
| 2006 | 37.2 | 6.5 | 144.4 | 133.5 | 82.0 | 87.8 | 52.0 | 26.1 | 27.6 | 123.4 | 74.5 | 16.5 |
| 2007 | 11.0 | 12.3 | 64.1 | 117.4 | 45.4 | 110.9 | 58.1 | 82.9 | 20.4 | 168.2 | 64.9 | 112.7 |

| AÑO | ENERO | FEBRE | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTI | OCTUB | NOVIE | DICIE |
|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| 2008 | 13.5 | 92.0 | 83.3 | 82.2 | 193.6 | 152.0 | 72.3 | | 49.4 | 133.2 | | 104.5 |
| 2009 | 40.9 | 57.3 | | | 18.6 | 45.1 | 82.5 | 45.2 | 26.8 | | | |
| 2010 | | | | | | | * | 20.9 | 124.4 | 84.0 | 169.7 | 72.9 |
| 2011 | 50.4 | 64.6 | 117.0 | 163.2 | 111.9 | 88.8 | 57.5 | 38.0 | | 166.1 | 210.1 | 106.2 |
| 2012 | 30.7 | 33.8 | | 161.7 | | 46.7 | 71.1 | | | | | |
| 2013 | | * | 53.8 | 63.5 | 75.2 | 35.6 | 64.1 | 59.9 | 27.7 | 33.2 | 107.7 | 49.3 |
| 2014 | 45.1 | 36.4 | 50.8 | 51.9 | 64.7 | 81.6 | | | | | | |
| MEDIA | 26.7 | 39.9 | 56.2 | 94.5 | 93.9 | 72.4 | 56.6 | 50.4 | 53.1 | 99.7 | 100.5 | 43.5 |
| MAXIMA | 82.9 | 133.5 | 164.8 | 200.8 | 220.1 | 152 | 115.1 | 172.5 | 124.4 | 230.7 | 292.2 | 130.9 |
| MINIMA | 0.30 | 3.80 | 4.60 | 18.20 | 18.60 | 21.90 | 19.30 | 19.60 | 6.30 | 11.20 | 1.60 | 0.90 |

Cuadro 8 Valores de Precipitación Total Mensual Estación San Jorge (Serie de 54 años de registros de precipitación)

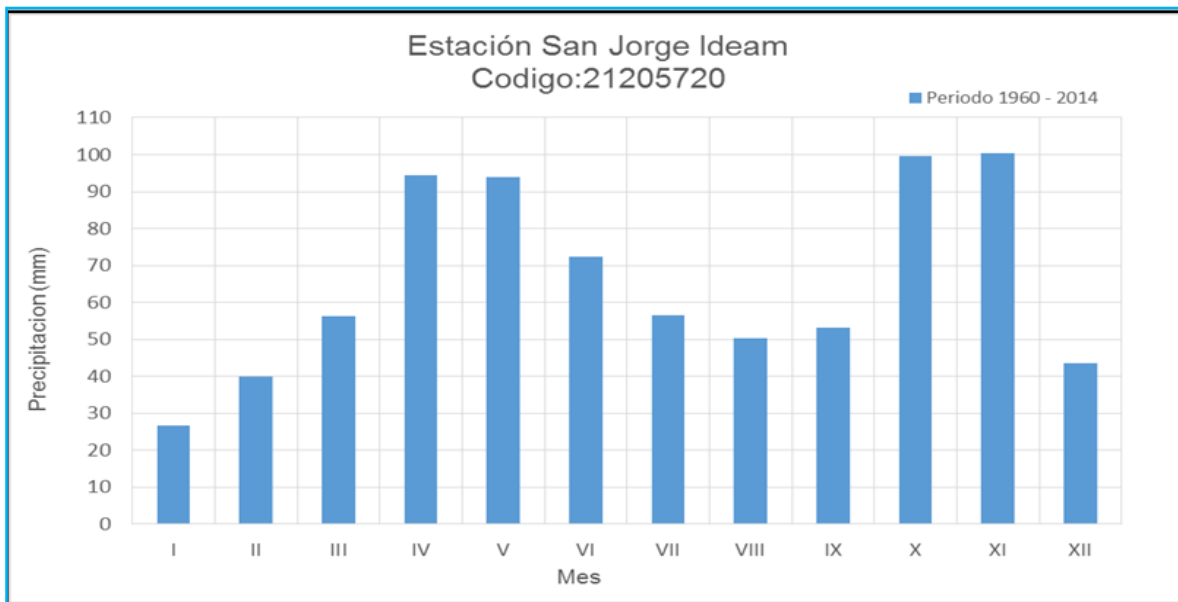


Ilustración 18 Histograma de Precipitación Media Mensual Estación Granja San Jorge a partir de la serie de los 54 Años de Registros.

7.3.2 PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Tomando como base las series anuales de valores máximos de precipitación en 24 horas de la Estación La Granja San Jorge, se desarrollaron los análisis, para la dicha estación y se ajustó la serie anual a diferentes distribuciones de frecuencia, tales como; Normal, Log – Normal, Pearson Tipo III, Log – Pearson Tipo III, Gumbel Tipo I y Gumbel Tipo III (EV3) y se determinó, por medio de la prueba de Chi², la distribución, que presentó el mejor ajuste.

En el Cuadro 9, se presenta la serie de valores máximos y en el Cuadro 10, los resultados de los análisis de frecuencia, para los diferentes periodos de retorno determinados y en la Ilustración 19 el análisis gráfico de las mismas.

| AÑO | ENERO | FEBRE | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTI | OCTUB | NOVIE | DICIE | Anual |
|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| 1960 | | | | 40.0 | 13.5 | 7.0 | 18.0 | 8.5 | 11.5 | 31.0 | 9.0 | 30.5 | 40.0 |
| 1961 | 9.0 | 6.0 | 18.0 | 20.4 | 16.2 | 24.0 | 14.3 | 14.5 | 8.3 | 41.7 | 24.2 | 14.7 | 41.7 |
| 1962 | 22.9 | 2.0 | 36.5 | 31.2 | 21.0 | 16.5 | 9.8 | 11.0 | 7.2 | 20.8 | 23.5 | 6.3 | 36.5 |
| 1963 | 2.4 | 16.4 | 9.8 | 15.5 | 26.3 | 20.3 | 2.8 | 6.7 | 12.5 | 12.5 | 30.7 | 6.5 | 30.7 |
| 1965 | 10.5 | 20.5 | 18.5 | 26.5 | 33.5 | 10.5 | 8.8 | 10.5 | 2.5 | 19.5 | 39.7 | 6.0 | 39.7 |
| 1966 | 0.0 | 30.5 | 20.5 | 8.5 | 12.5 | 25.3 | 15.5 | 20.5 | 15.3 | 10.3 | 65.0 | 19.3 | 65.0 |
| 1967 | 7.7 | 17.7 | 20.2 | 16.7 | 23.7 | 13.9 | 13.2 | 11.3 | 16.3 | 26.3 | 14.1 | 7.6 | 26.3 |
| 1968 | 3.3 | 13.8 | 10.6 | 26.8 | 7.6 | 20.2 | 15.0 | 7.2 | 15.9 | 22.9 | 34.8 | 4.6 | 34.8 |
| 1969 | 10.8 | 8.6 | 2.1 | 33.8 | 13.5 | 10.6 | 6 | 7.8 | 13.5 | 34.6 | 12.9 | 12.9 | 34.6 |
| 1970 | 11.3 | 13.0 | 12.6 | 7.7 | 22.9 | 9.0 | 13.3 | 5.7 | 27.7 | 32.5 | 30.5 | 6.8 | 32.5 |
| 1971 | 21.6 | 37 | 20.2 | 25.6 | 58.7 | 25.5 | 14.3 | 5.8 | 18.5 | 17.4 | 13.8 | 11.5 | 58.7 |
| 1972 | 30.2 | 16.0 | 11.2 | 20.1 | 16.8 | 16.5 | 9.2 | 8.3 | 3.9 | 16.3 | 30.0 | 8.0 | 30.2 |
| 1973 | | 3.2 | 4.7 | 22.9 | 39.3 | 13.3 | 11.7 | 20.0 | 16.0 | 15.5 | 36.1 | 19.0 | 39.3 |
| 1974 | 8.8 | 22.0 | 16.4 | 21.4 | 41.8 | 7.0 | 13.4 | 6.1 | 14.5 | 17.4 | 23.8 | 15.4 | 41.8 |
| 1975 | 1.0 | 19.6 | 17.2 | 21.5 | 37.5 | 23.0 | 11.4 | 46.0 | 14.8 | 24.8 | 20.3 | 19.3 | 46.0 |
| 1976 | 7.2 | 5.8 | 23.9 | 13.1 | 26.2 | 20.8 | 14.8 | 8.2 | 12.9 | 18.0 | 15.9 | 33.0 | 33.0 |
| 1977 | 0.2 | 4.7 | 16.6 | 26.5 | 9.5 | 11.3 | 12.0 | 10.2 | 17.0 | 14.8 | 28.2 | 10.5 | 28.2 |
| 1978 | 3.4 | 13.0 | 12.6 | 13.1 | 18.9 | 7.6 | 11.5 | 6.8 | 20.4 | 16.0 | 16.8 | 12.0 | 20.4 |
| 1979 | 12.5 | 6.6 | 11.3 | 31.1 | 26.7 | 18.0 | 23.9 | 23.8 | 28.8 | 30.2 | 27.9 | 9.7 | 31.1 |
| 1980 | 1.6 | 21.4 | 6.2 | 26.1 | 6.2 | 24.4 | 5.2 | 13.7 | 14.4 | 19.3 | 32.4 | 15.6 | 32.4 |
| 1981 | 0.3 | 5.6 | 10.4 | 26.5 | 31.0 | 21.9 | 3.8 | 18.3 | 21.1 | 17.7 | 32.6 | 14.6 | 32.6 |
| 1982 | 39.6 | 22.6 | 17.1 | 38.5 | 18.3 | 8.9 | 11.2 | 9.7 | 26.0 | 29.0 | 16.9 | 8.1 | 39.6 |
| 1983 | 1.2 | 12.7 | 23.2 | 29.6 | 18.7 | 5.0 | 26.8 | 12.1 | 18.6 | 27.8 | 16.5 | 13.2 | 29.6 |
| 1984 | 14.4 | 25.8 | 7.7 | 17.4 | 13.3 | 16.3 | 9.2 | 22.8 | 20.3 | 26.9 | 23.8 | 3.0 | 26.9 |
| 1985 | 3.5 | 2.2 | 11.0 | 16.5 | 59.5 | 13.6 | 8.6 | 13.8 | 18.2 | 23.4 | 11.6 | 9.0 | 59.5 |
| 1986 | 5.2 | 21.7 | 11.5 | 28.2 | 27.5 | 9.8 | 9.4 | 6.0 | 16.8 | 18.2 | 26.4 | 4.2 | 28.2 |
| 1986 | 6.3 | 39.1 | 10.4 | 18.1 | 28.2 | 22.1 | 9.0 | 5.6 | 14.0 | 26.9 | 28.3 | 3.4 | 39.1 |
| 1987 | 5.8 | 12.3 | 10.8 | 20.8 | 25.2 | 3.6 | 21.7 | 8.6 | 5.4 | 20.0 | 1.4 | | 25.2 |
| 1988 | | 8.4 | 4.2 | 13.2 | 14.4 | 11.6 | | 8.0 | 10.0 | 37.0 | 19.0 | 17.5 | 37.0 |
| 1989 | 2.2 | 11.2 | 19.6 | 14.7 | 12.9 | 17.4 | 9.0 | 9.8 | 12.4 | 15.2 | 19.5 | 18.5 | 19.6 |
| 1990 | 8.7 | 21.0 | 29.2 | 27.2 | 48.0 | 12.6 | 16.5 | 11.0 | 7.5 | 27.8 | 17.3 | 24.6 | 48.0 |
| 1991 | 12.6 | 11.2 | 27.8 | 18.0 | 26.2 | 9.8 | 12.9 | 17.4 | 11.0 | 22.8 | 33.2 | 16.8 | 33.2 |
| 1992 | 15.5 | 5.5 | 7.8 | 15.2 | 10.5 | 4.2 | 5.0 | 18.7 | 15.5 | 3.6 | 17.0 | 14.4 | 18.7 |
| 1993 | 22.6 | 10.0 | | 27.6 | 17.2 | 10.0 | 17.5 | 8.6 | 14.3 | 15.2 | 31.2 | 3.2 | 31.2 |
| 1994 | 24.2 | 12.2 | 17.0 | 21.5 | 16.8 | 16.6 | 17.0 | 15.2 | 18.6 | 25.2 | 20.4 | 2.5 | 25.2 |
| 1995 | | 2.8 | 24.0 | 20.0 | 21.4 | 15.2 | 13.4 | 10.4 | 6.6 | | 17.0 | 31.5 | 31.5 |
| 1996 | | | 22.8 | 24.2 | 42.2 | | | 12.2 | 16.8 | 25.2 | 11.0 | 12.0 | 42.2 |
| 1997 | 13.0 | 25.0 | 12.0 | | 17.1 | 21.2 | 12.2 | 7.0 | 18.0 | | 8.5 | 0.9 | 25.0 |
| 1998 | | 6.4 | 18.0 | 14.5 | 46.2 | 24.0 | 15.5 | 17.5 | 14.9 | 16.6 | 10.0 | 10.3 | 46.2 |
| 1999 | 7.6 | 23.5 | 28.0 | 14.2 | 20.4 | 10.0 | 6.2 | 19.1 | | 26.2 | 19.5 | 11.0 | 28.0 |
| 2000 | 20.0 | 27.0 | 24.4 | 10.2 | 18.0 | 32.2 | 15.0 | 21.8 | 20.0 | 27.5 | 13.0 | 16.8 | 32.2 |
| 2001 | 3.0 | 17.0 | 29.7 | 7.5 | 16.0 | 24.2 | 7.8 | 2.5 | 20.0 | 7.0 | 15.5 | 25.0 | 29.7 |
| 2002 | 6.0 | 6.0 | 12.0 | 23.5 | 17.7 | 27.5 | 13.0 | 7.2 | 28.5 | 24.2 | 17.2 | 14.2 | 28.5 |
| 2003 | 10.5 | 16.4 | 12.2 | 31.2 | 6.2 | 13.5 | 8.0 | 5.0 | 12.0 | 26.5 | | 13.0 | 31.2 |
| 2004 | 3.0 | 15.5 | 15.6 | 39.0 | 27.4 | 22.3 | 10.0 | 7.6 | 35.0 | 38.0 | 22.0 | 15.5 | 39.0 |
| 2005 | 3.5 | 23.5 | | 13.4 | | 17.5 | 5.5 | 12.2 | 24.0 | 24.0 | 10.4 | 19.0 | 24.0 |
| 2006 | 6.4 | 3.1 | 39.0 | 20.0 | 20.0 | | 18.8 | 7.0 | 8.0 | 20.5 | 19.7 | 4.8 | 39.0 |
| 2007 | 11.0 | 4.5 | 26.2 | 22.5 | 15.7 | 27.0 | 19.2 | 16.0 | 3.5 | 20.8 | 16.8 | 18.0 | 27.0 |
| 2008 | 3.4 | 40.5 | 19.2 | 22.7 | 42.4 | 32.9 | 18.8 | | 13.0 | 22.4 | | 47.2 | 47.2 |
| 2009 | 12.1 | 21.0 | | | 8.0 | 8.5 | 17.5 | 6.0 | 8.8 | | | | 21.0 |
| 2010 | | | | | | | * | 8.1 | 23.8 | 23.1 | 44.5 | 11.7 | 44.5 |

| AÑO | ENERO | FEBRE | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTI | OCTUB | NOVIE | DICIE | Anual |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| 2011 | 20.5 | 23.4 | 34.7 | 31.5 | 25.1 | 35.0 | 21.0 | 16.0 | | 23.3 | 42.5 | 13.6 | 42.5 |
| 2012 | 7.3 | 9.5 | | 24.0 | | 8.2 | 10.7 | | | | | | 24.0 |
| 2013 | | * | 14.4 | 25.6 | 17.0 | 14.0 | 13.6 | 25.5 | 8.6 | 10.2 | 27.1 | 15.1 | 27.1 |
| 2014 | 18.5 | 19.7 | 12.5 | 11.0 | 26.7 | 15.5 | | | | | | | 26.7 |
| MAXIMA | 39.6 | 40.5 | 39.0 | 40.0 | 59.5 | 35.0 | 26.8 | 46.0 | 35.0 | 41.7 | 65.0 | 47.2 | 65.0 |

Cuadro 9 Valores Máximos de Precipitación en 24H Estación Granja San Jorge

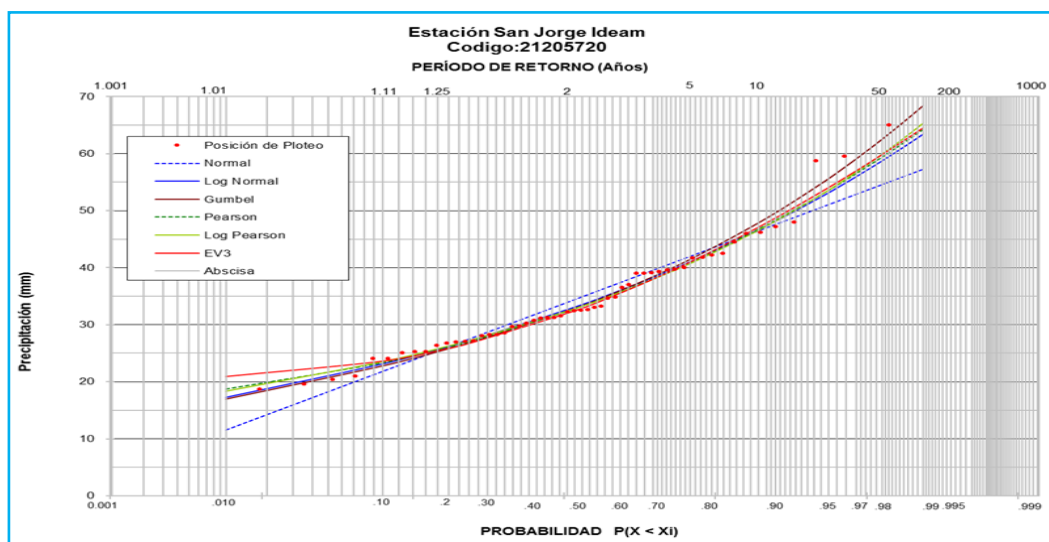


Ilustración 19 Análisis de Frecuencias Precipitación Máxima en 24 Horas

| Tr Años | NORMAL m³/s | GUMBEL m³/s | PEARSON m³/s | LOG- PEAR m³/s | LOG-NOR m³/s | EV3 m³/s |
|--------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------|
| 2 | 34.4 | 32.9 | 32.8 | 32.8 | 33.1 | 32.6 |
| 2.5 | 36.9 | 35.4 | 35.3 | 35.2 | 35.5 | 35.2 |
| 3.33 | 39.5 | 38.4 | 38.1 | 38.0 | 38.3 | 38.2 |
| 5 | 42.7 | 42.4 | 41.8 | 41.6 | 41.9 | 42.0 |
| 10 | 47.0 | 48.7 | 47.5 | 47.3 | 47.4 | 47.9 |
| 20 | 50.6 | 54.7 | 52.8 | 52.8 | 52.4 | 53.1 |
| 50 | 54.6 | 62.6 | 59.4 | 59.9 | 58.8 | 59.4 |
| 100 | 57.2 | 68.4 | 64.2 | 65.3 | 63.4 | 63.8 |
| chi 2 | 9.8 | 2.0 | 2.5 | 2.4 | 2.7 | 2.9 |


Cuadro 10 Resultados Análisis de Frecuencias P. Máximos en 24H

En el Cuadro 10 (Ver Anexo 1, IDF_Pmax24, archivo ProbabMax24H.xls), se puede observar que la distribución que presenta el mejor ajuste es la Gumbel, con un valor de Chi2 de 2.0. Igualmente se puede ver que los valores precipitados para los diferentes periodos de frecuencia analizados, son relativamente pequeños, teniendo que para un periodo de retorno de 100 años, el valor precipitado es de 68.4 mm.

7.4 EVAPORACIÓN

A partir de los registros de la Estación El Muña (CAR), se observa que la distribución temporal de la evaporación, es de tipo uniforme a lo largo del año, presentando los registros más altos en los meses de junio, julio y agosto, con registros cercanos a los 85 mm. El resto del año, los valores fluctúan alrededor de los 70 mm. El valor total promedio anual es de aproximadamente 822 mm, con valores máximos que superan los 1.212 mm y mínimos por debajo de los 415 mm. En general se puede observar que la evaporación anual, es más alta que la precipitación. En el Cuadro 11, se presentan los valores mensuales y en la Ilustración 20, se presenta el histograma de la evaporación mensual con la distribución temporal a lo largo del año.

| AÑO | ENERO | FEBRE | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTI | OCTUB | NOVIE | DICIE |
|---------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| 1966 | | | | | | | 64.7 | 13.3 | 102.2 | 108.8 | 79.9 | 103.8 |
| 1967 | 116.1 | 91 | 110.4 | 90.6 | 99.2 | 86.7 | 125.5 | 128.7 | 126.4 | 105.4 | 20.5 | 91.5 |
| 1968 | 100 | 87.8 | 119.7 | 88.3 | 91.7 | 80.2 | 110.2 | 112.8 | 93.6 | 90.6 | 90.2 | 105.7 |
| 1969 | 96.8 | 95.2 | 101.7 | 84.6 | 77.1 | 100.4 | 126.6 | 99.9 | 99.4 | 89.8 | 91.8 | 99.7 |
| 1970 | 110.8 | 94.7 | 116.8 | 92.3 | 95.2 | 112.4 | 109.5 | 110.8 | 103.6 | 77 | 88.3 | 100.6 |
| 1971 | 89 | 95.7 | 75 | 80.6 | 74.1 | 92.3 | 107.5 | 92.3 | 82.6 | 72.2 | 76.8 | 85.6 |
| 1972 | 89.7 | 103.8 | 89.4 | 92.8 | 96.2 | 105.5 | 127.8 | 106.4 | 97.1 | 90.8 | 77.2 | 82.1 |
| 1973 | 92.8 | 93.1 | 100.2 | 74 | 156.3 | 75.7 | 100.4 | 94.9 | 64.4 | 67.5 | 76 | 79.4 |
| 1974 | 71.2 | 72.2 | 85.1 | 87.7 | 95.8 | 82 | 105.7 | 114.9 | 93.5 | 73.2 | 57.6 | 99.1 |
| 1975 | 98.5 | 59.8 | 81.6 | 85.5 | 79.3 | 92.8 | 76.2 | 84.5 | 84.2 | 61 | 64.2 | 55.7 |
| 1976 | 91 | 67.9 | 64.2 | 59.9 | 88.6 | 96.9 | 114 | 103.8 | 121 | 97.3 | 85.9 | 90.7 |
| 1977 | 95 | 82.4 | 110.2 | 89.3 | 84.8 | 95.3 | 121.1 | 92.2 | 102.2 | 99.9 | 92.9 | 105.1 |
| 1978 | 110.1 | 86.9 | 103.5 | 64.6 | 97.3 | 72.9 | 100.2 | 92.7 | 103.2 | 63.2 | 68.9 | 82.2 |
| 1979 | 82.7 | 91.3 | 78.9 | 81.7 | 88.7 | 85.5 | 103.1 | 82.2 | 91.6 | 85.3 | 83.7 | 118.1 |
| 1980 | 64.1 | 66.4 | 56.8 | 58.2 | 64.2 | 71.6 | 71.6 | 57.7 | 49.7 | 44.6 | 67.7 | 64.9 |
| 1981 | 62.2 | 70.7 | 66.1 | 34.4 | 40.3 | 53.3 | 75.4 | 68.2 | 57.3 | 65.1 | 72.7 | |
| 1982 | 104.9 | 72 | 80.2 | 78.7 | 73.2 | 72.7 | 67.1 | 77.6 | 54.6 | 79.7 | 69.2 | 65.4 |
| 1983 | 48.9 | 77.7 | 54.7 | | 78.9 | 73.6 | | 76.8 | 55.4 | 68.5 | 66.3 | |
| 1984 | 75.6 | 72.8 | 60.5 | 60.6 | 46.1 | 100.3 | 43 | 60.2 | 66.9 | 53.1 | 54 | 67.1 |
| 1985 | 73.9 | 69.2 | | | | | | 79.8 | | 67.7 | 65.5 | 59.3 |
| 1991 | 45.3 | 28.2 | 54.6 | 68 | 78.2 | 91.4 | 78 | 103.6 | 76.6 | | | 42.3 |
| 1992 | 49 | | 73.9 | | 67.2 | 77.9 | | 47.5 | | 77.2 | | 59.2 |
| 1993 | 49.2 | 75.1 | | | | 90 | | 73.9 | 86.7 | 76.1 | 57 | 92.3 |
| 1994 | 50.4 | 37.6 | 41.2 | 40.1 | 53.6 | 60.9 | 59.5 | 83.4 | 69.6 | 58.1 | 36.2 | 55.4 |
| 1995 | 62.5 | 55.9 | 45 | 44.2 | 32.9 | 58.7 | 57 | 58.5 | 59.8 | 48.5 | 45.8 | 26.9 |
| 1996 | 47.5 | 44.7 | 55.8 | 47.2 | 43.1 | 62 | 66.8 | 60.1 | 73.3 | 35.5 | 68.1 | 73.4 |
| 1997 | 64.5 | 77.3 | 67.6 | 59.4 | 60.8 | 68.4 | 97.9 | 88.1 | 92.1 | 86.7 | 57.9 | 75.7 |
| 1998 | 80.6 | 77.5 | 74.3 | 58.6 | 56.4 | 101 | 95.2 | 91.5 | 78.1 | 73.1 | 49.5 | 51.7 |
| 1999 | 59.3 | 54.6 | 76.9 | 37.9 | 43.9 | 60.3 | 48.5 | 54.9 | 53.5 | 45.3 | 10.8 | 2.4 |
| 2000 | 31.2 | 29.2 | 32.4 | 29.6 | 31.7 | 57.1 | 33.2 | 51.2 | 29.7 | 40.9 | 42.4 | 35.7 |
| 2001 | 33.1 | 34.5 | 53.6 | 39 | 54.7 | 49.6 | 55.9 | 45.5 | 27.2 | 44.4 | 30.7 | 34 |
| 2002 | 57.8 | 58.4 | 25.3 | 30.9 | 32.2 | 48.4 | 50.2 | 36.5 | 54.4 | 42.7 | 33.1 | 43.8 |
| MEDIA | 74.3 | 70.8 | 74.3 | 65.1 | 71.8 | 79.2 | 85.4 | 79.5 | 78.3 | 70.6 | 62.7 | 71.6 |
| MAXIMA | 116.1 | 103.8 | 119.7 | 92.8 | 156.3 | 112.4 | 127.8 | 128.7 | 126.4 | 108.8 | 92.9 | 118.1 |

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| AÑO | ENERO | FEBRE | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTI | OCTUB | NOVIE | DICIE |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| MINIMA | 31.20 | 28.20 | 25.30 | 29.60 | 31.70 | 48.40 | 33.20 | 13.30 | 27.20 | 35.50 | 10.80 | 2.40 |

Cuadro 11 Registros de Evaporación Media Mensual Tomados de la Estación Muña

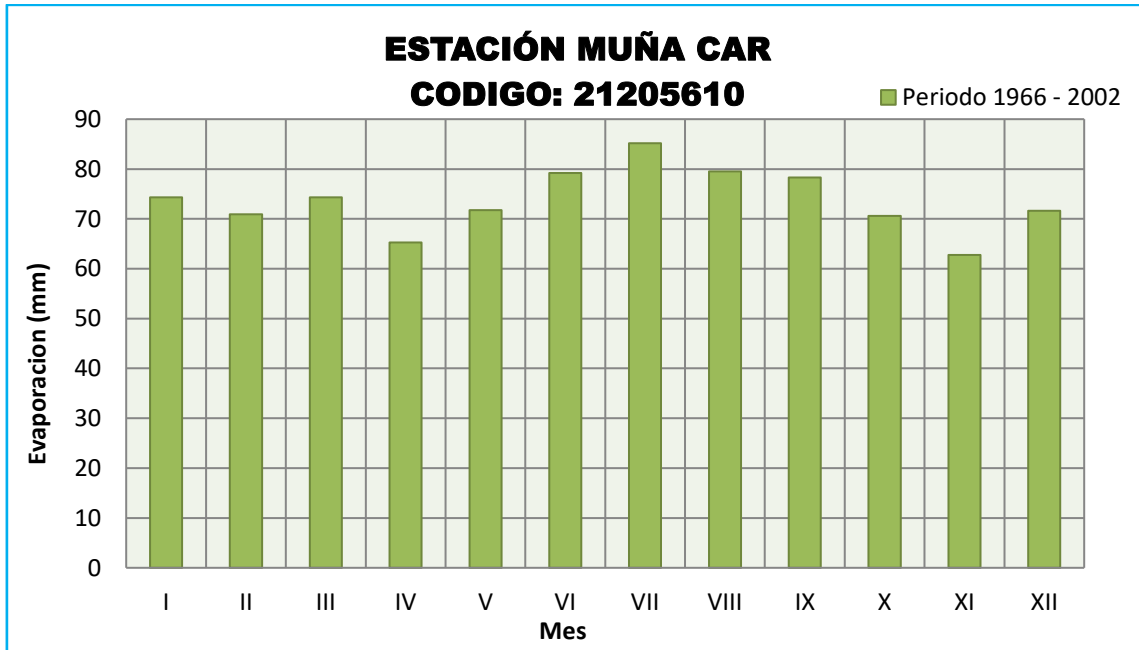


Ilustración 20 Histograma de Evaporación Mensual con la Distribución Temporal a lo largo del Año Promedio (36 Años de Registros) - Estación Muña

7.5 TEMPERATURA

A partir de los registros de temperatura de la Estación Muña (CAR), (Ver Anexo 1, Climatología, archivo VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA.xls) se aprecia que los valores medios mensuales de la temperatura, presentan una distribución de tipo bimodal, observándose los valores más bajos a principios del año en los meses de enero y febrero, siendo enero el que presenta el menor registro, con un valor de 12.3 °C. Los valores más altos se presentan en los meses de abril a junio en el primer semestre del año, siendo mayo el mes con mayor registro, con un valor de 13.5 °C., y junio en el segundo, con un valor promedio mensual igualmente de aproximadamente 13.4 °C. El valor promedio anual es de 12.9 °C. En general se puede decir que la variación a lo largo del año, no supera los 2 °C.

Los valores máximos fluctúan alrededor de los 15°C y los mínimos alrededor de los 11°C.

Los valores máximos extremos presentan un registro de 16.4 °C en el mes de junio y un valor mínimo de 1.0 °C, también en el mes de enero.

En la Ilustración 21, se presenta el histograma de la temperatura media mensual y los valores máximos y mínimos con la distribución temporal a lo largo del año.

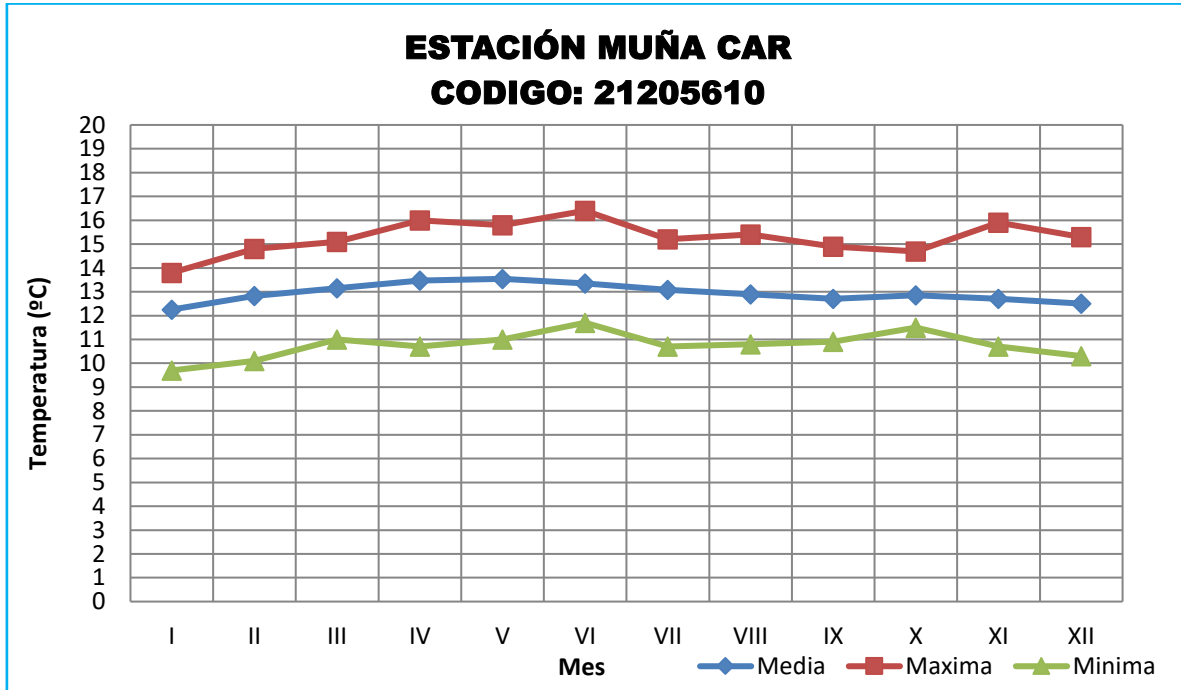


Ilustración 21 Histograma de Temperatura Media Mensual y los Valores Máximos y Mínimos con la Distribución Temporal a lo Largo del Año- Estación Muña

7.6 HUMEDAD RELATIVA

A partir de los registros de Humedad Relativa de la Estación Muña (CAR), (Ver Anexo 1, Climatología, archivo HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL.xls) se aprecia que la humedad relativa media mensual, presenta una distribución temporal de tipo monomodal, presentando los valores más altos en los meses de septiembre a diciembre, siendo los meses de noviembre y diciembre, los más húmedos, con registros del 84% y 83% respectivamente. Los valores más bajos, se observan en los meses de julio y agosto en el segundo semestre, observándose en julio, con el menor registro, con un valor de 74%. El valor promedio anual es de 79.7%. El valor máximo es de 88.3% y el mínimo de 72.2%. En la Ilustración 22, se presenta la distribución temporal a lo largo del año.

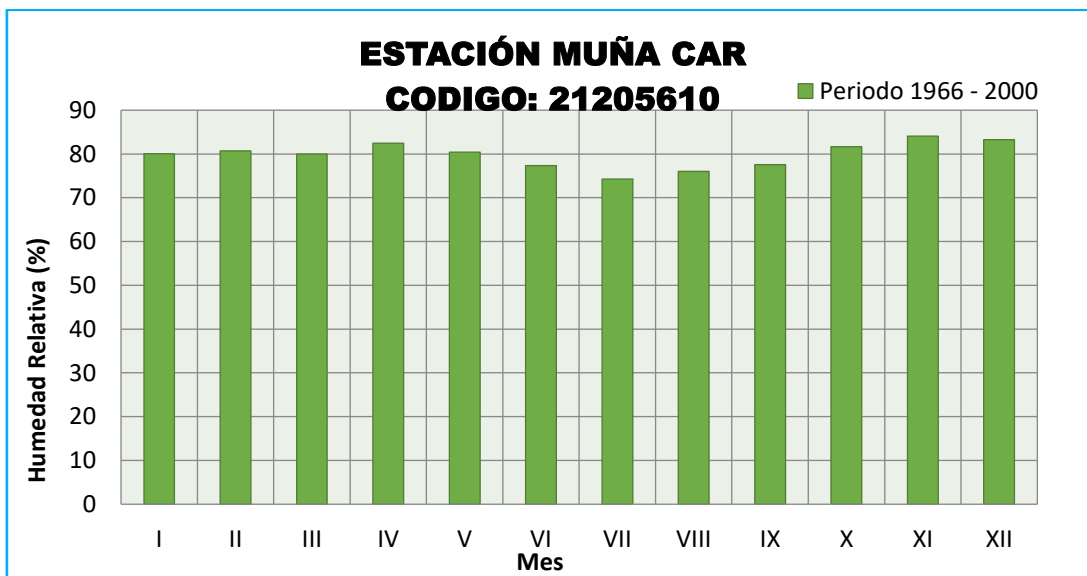


Ilustración 22 Distribución Temporal a lo largo del Año de la Humedad Relativa Promedio (34 Años de registros)- Estación Muña

7.7 BRILLO SOLAR

De acuerdo a los registros de Brillo Solar en la Estación Muña (CAR), (Ver Anexo 1, Climatología, archivo BRILLO SOLAR TOTALES MENSUALES.xls) se concluye que la distribución temporal, presenta un régimen de tipo uniforme a lo largo del año. Los valores más altos se presentan en el mes de enero, en el primer semestre del año, con un registro de 165 horas y en el mes de julio en el segundo semestre, con un registro de 157 horas.

Los valores menores se observan en los meses de abril en el primer semestre, y octubre en el segundo, con registros de 105 horas y 117 horas respectivamente. El valor total anual es de 1511 horas, con un máximo de 2002 horas y un mínimo de 935 horas. En la Ilustración 23, se presenta la distribución temporal a lo largo del año.

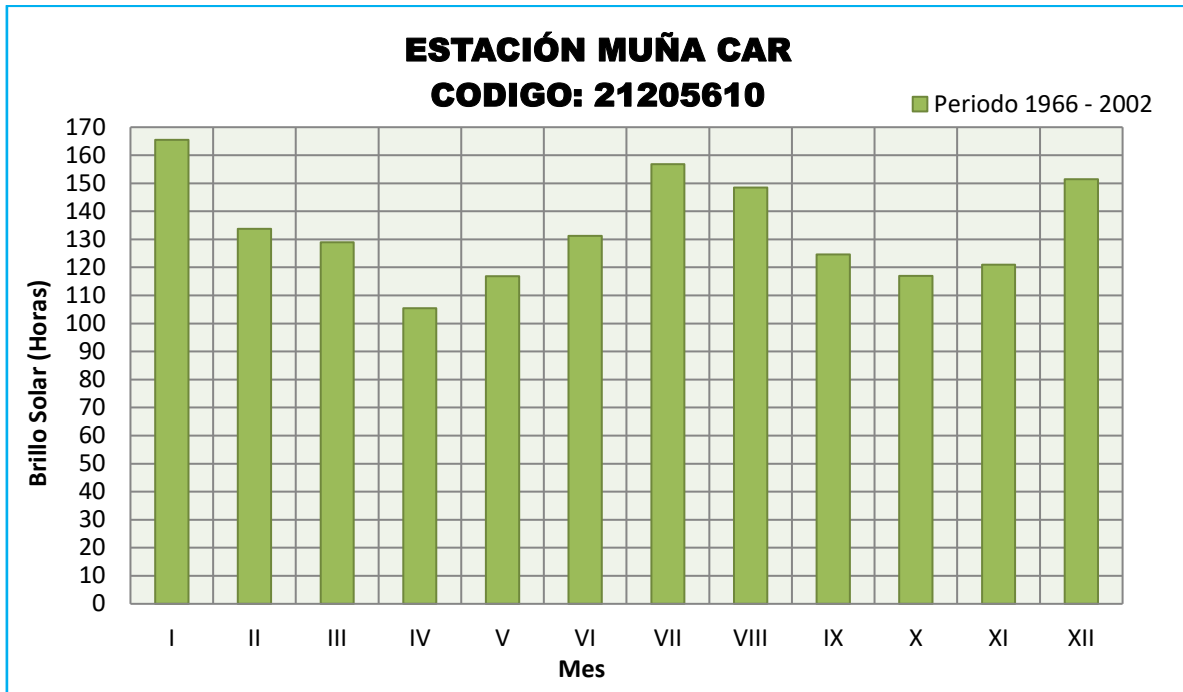



Ilustración 23 Distribución Temporal a lo Largo del Año del Brillo Solar Promedio (36 Años de Registros)- Estación Muña

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

7.8 CALCULO DE AGUACEROS DE DISEÑO

Las tormentas de diseño expresadas como hietogramas de lluvia que hacen parte de los datos de entrada de los modelos SWMM de alcantarillado pluvial, son estimadas a partir de las curvas IDF de la estación Granja San Jorge. La estación en mención registra la información de precipitación a nivel diario, por lo cual no se pudo realizar la estimación de las IDF con análisis de frecuencia tradicional, se hizo la estimación a partir de información pluviométrica mediante el uso de ecuaciones empíricas que describen las curvas IDF de una manera generalizada.

El procedimiento desarrollado para la obtención de estas se encuentra descrito a continuación:

Se realizó la estimación de datos faltantes a partir de la información de precipitación de los meses anteriores en la estación La Granja San Jorge, utilizando el método racional donde la estimación del datos faltante corresponde a estimar el valor mensual faltante por medio de un simple promedio aritmético de los valores contenidos en el registro para ese mes, lo anterior se considera válido únicamente si es un solo año (o máximo dos) el faltante y tal promedio se realiza con diez datos (años) como mínimo.

Basados en el estudio realizado por Vargas – Díaz “Curvas Sintéticas Regionalizadas de Intensidad-Duración-Frecuencia para Colombia” donde se dedujeron curvas intensidad-duración frecuencia por correlación con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas, el número promedio de días de lluvia al año, la precipitación total media anual y la elevación de la estación y se concluyó que la mejor correlación obtenida fue la que se obtuvo con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas en una estación, y es la que se propone para el presente estudio.

Partiendo de valores de precipitación máxima en 24 horas mensuales de la estación de la Granja San Jorge, se realizó el análisis de precipitación máxima en 24 horas a nivel anual y se determinó el valor de precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual, con este dato al aplicar la fórmula regionalizada de las curvas IDF para Colombia (ecuación 1) e introducir sus parámetros para la región No. 4 se obtiene las IDF utilizadas en el presente estudio.

Ecuación 1

$$I = \frac{a * T^b * M^d}{(t/60)^c}$$


Dónde:

I: Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h).

T: Periodo de retorno, en años.

M: Precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual.

t: Duración de la lluvia, en minutos (min).

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

a, b, c, d: Parámetros de ajuste de la regresión. Estos parámetros fueron regionalizados como se presenta en la Ilustración 24, y sus valores se presentan en el Cuadro 12.

| REGIÓN | a | b | c | d |
|----------------|-------|------|------|------|
| Andina (R1) | 0.94 | 0.18 | 0.66 | 0.83 |
| Caribe (R2) | 24.85 | 0.22 | 0.50 | 0.10 |
| Pacífico (R3) | 13.92 | 0.19 | 0.58 | 0.20 |
| Orinoquía (R4) | 5.53 | 0.17 | 0.63 | 0.42 |

Cuadro 12 Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas intensidad-duración-frecuencia, IDF, para Colombia

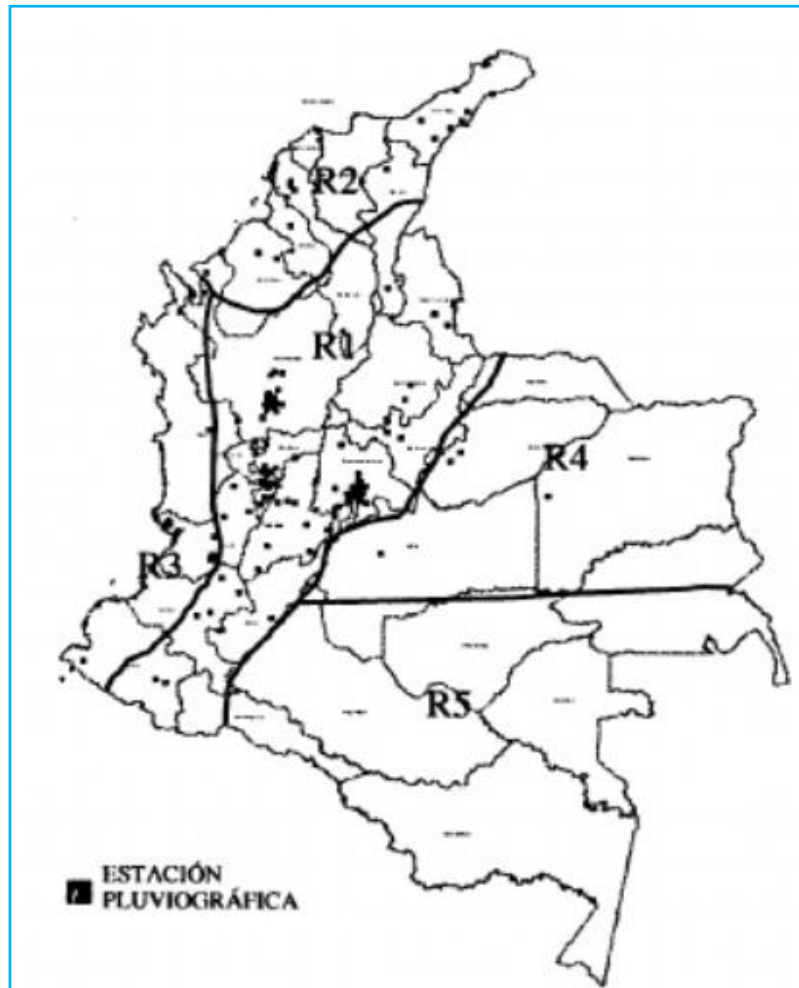



Ilustración 24 Regiones en Colombia para definición de parámetros a, b, c y d

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Al Reemplazar los valores del Tiempo de Retorno (T), y la Duración (t) se obtiene el siguiente cuadro:

| TIEMPO (min) | PERIODO DE RETORNO (Años) | | | | | |
|--------------|---------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| | 3 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| 10 | 70.3 | 77.1 | 87.4 | 103.0 | 116.7 | 132.2 |
| 20 | 44.5 | 48.8 | 55.3 | 65.2 | 73.9 | 83.7 |
| 30 | 34.1 | 37.3 | 42.3 | 49.9 | 56.5 | 64.0 |
| 40 | 28.2 | 30.9 | 35.0 | 41.3 | 46.8 | 53.0 |
| 50 | 24.3 | 26.7 | 30.2 | 35.6 | 40.3 | 45.7 |
| 60 | 21.6 | 23.6 | 26.8 | 31.6 | 35.8 | 40.5 |
| 70 | 19.5 | 21.3 | 24.2 | 28.5 | 32.3 | 36.6 |
| 80 | 17.8 | 19.5 | 22.1 | 26.1 | 29.6 | 33.5 |
| 90 | 16.5 | 18.1 | 20.5 | 24.2 | 27.4 | 31.0 |
| 100 | 15.4 | 16.9 | 19.1 | 22.5 | 25.5 | 28.9 |
| 110 | 14.5 | 15.8 | 17.9 | 21.2 | 24.0 | 27.2 |
| 120 | 13.6 | 15.0 | 16.9 | 20.0 | 22.6 | 25.6 |
| 130 | 12.9 | 14.2 | 16.1 | 19.0 | 21.5 | 24.3 |
| 140 | 12.3 | 13.5 | 15.3 | 18.1 | 20.5 | 23.2 |
| 150 | 11.8 | 12.9 | 14.6 | 17.2 | 19.5 | 22.1 |
| 160 | 11.3 | 12.4 | 14.0 | 16.5 | 18.7 | 21.2 |
| 170 | 10.8 | 11.9 | 13.5 | 15.9 | 18.0 | 20.4 |
| 180 | 10.4 | 11.4 | 13.0 | 15.3 | 17.3 | 19.6 |

Cuadro 13 Valores de Intensidad en los Diferentes Periodos de Retorno

A continuación los resultados se detallan en la Ilustración 25.

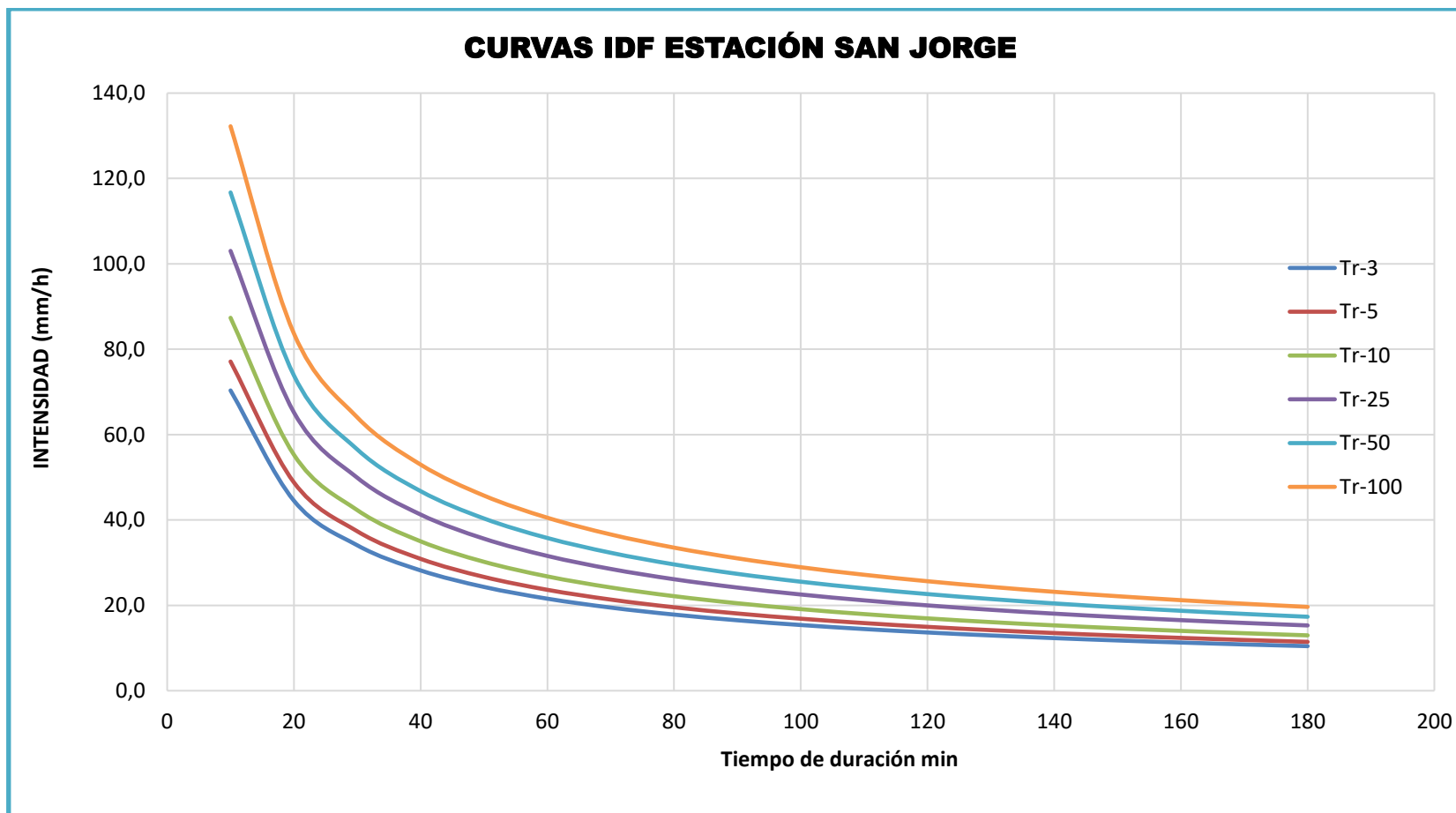



Ilustración 25 Curva Intensidad-Duración-Frecuencia de la Estación Granja San Jorge Método Vargas - Diaz

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Otra metodología realizada para la obtención de las IDF aplicables al estudio fue basada en la obtención de estas a partir de datos de registros históricos de pluviómetros de la estación fute, mediante el tratamiento probabilístico de los mismos por medio de Gumbel y tratamientos matemáticos de variables que posteriormente conformarán la expresión que permitirá la elaboración de las curvas de intensidad en función de tiempo de lluvia y periodo de retorno.

Para esto desarrollamos las siguientes etapas:

1. Tratamiento probabilístico de los datos mensuales de precipitación máxima total y máxima en 24h para obtener:

- ✓ Las precipitaciones máximas diarias probables en función de la duración del episodio de precipitación y el periodo de retorno.
- ✓ Las intensidades de precipitación en mm/h a partir de los anteriores.

2. Distribución de las precipitaciones máximas diarias e intensidades según la influencia de las estaciones asociadas.

3. Tratamiento matemático de las intensidades obtenidas mediante regresiones lineales múltiples para cada periodo de retorno y regresión potencial para el conjunto de ellos.

4. Obtención de la ecuación que define la curva IDF para cada periodo de retorno en función de la duración del episodio de precipitación y graficado de la curva.

A continuación, se detallan los resultados

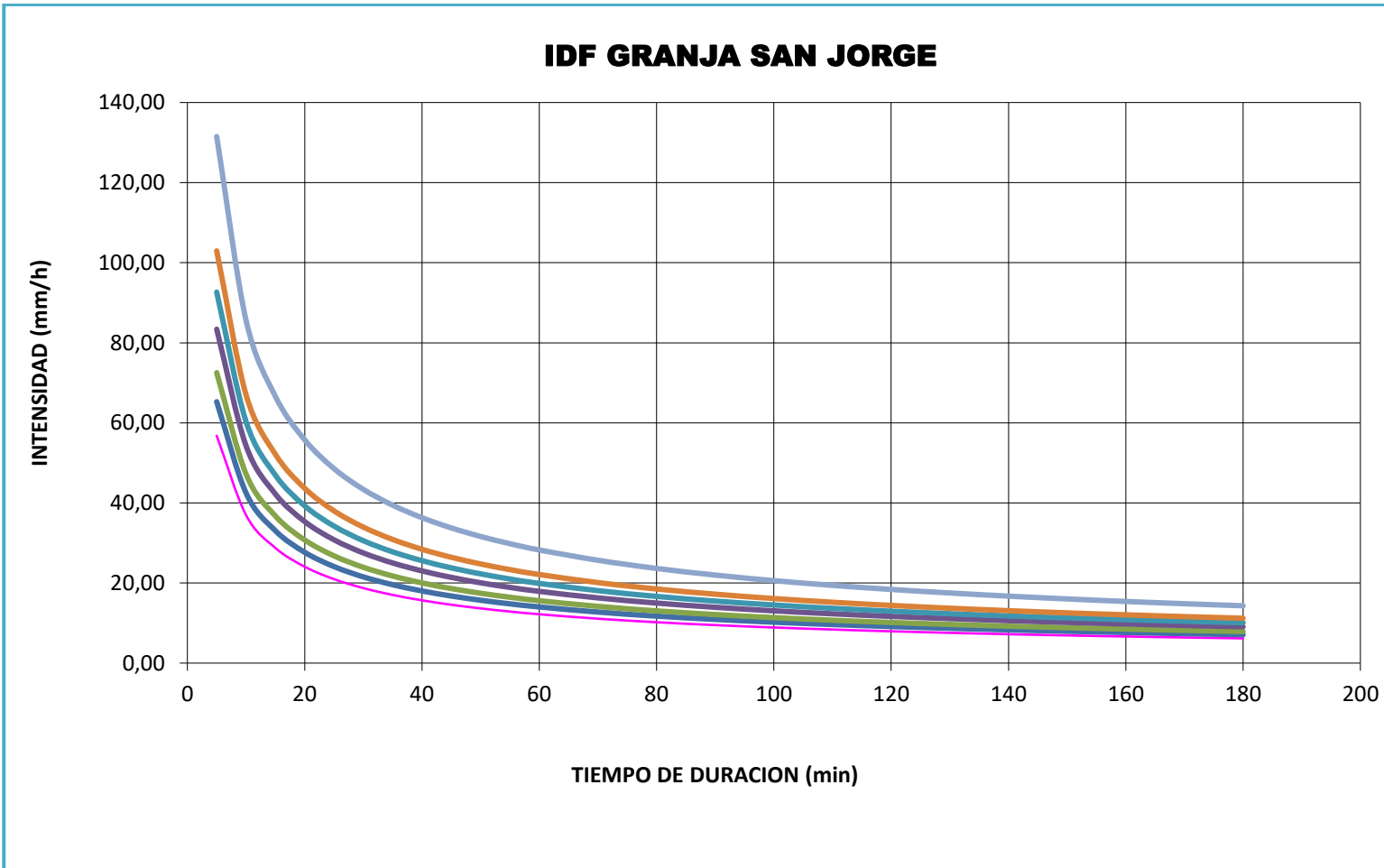



Ilustración 26 Curva Intensidad-Duración-Frecuencia de la Granja San Jorge Método Regresión Lineal

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Los datos obtenidos mediante el método de Vargas fueron los utilizados finalmente ya que los valores calculados mediante este, tienen mayor similitud con los obtenidos para la Estación la Granja San Jorge, en el estudio y Revisión de Curvas IDF/PADF para la Sabana de Bogotá realizado por INGETEC S.A en el año 2005.

7.9 Definición del Hietograma de Diseño

La definición del Hietograma de lluvia para el diseño, se basó en el método del bloque alterno.

Partiendo de la información hidrológica disponible, es decir de las curvas IDF, se obtuvo mediante el método de “Bloque Alternó” el Hietograma de la lluvia de diseño para períodos de retorno de 3, 5, 10, 25, 50, y 100 años. Lo anterior consistió en determinar las intensidades de lluvia para cada intervalo de 5 minutos (Tiempo de concentración) de una lluvia de 3 horas, a partir de esto se determinaron las profundidades de la precipitación de cada intervalo, para posteriormente establecer los incrementos de dicha profundidad de lluvia para cada intervalo, al organizarlos se dispuso de los mayores incrementos en el centro del rango, a partir de dichos incrementos de precipitación organizados se determinó la intensidad de lluvia en mm/hora para cada intervalo de 5 minutos, posteriormente se graficó.

Las características hidrológicas de la cuenca se basaron en las curvas IDF sintéticas de la estación la Granja San Jorge obtenidas a través del método de Vargas – Díaz.

7.10 CALCULO DE HIETOGRAMAS DE LLUVIA PARA PERIODOS DE RETORNO DE 3, 5, 10, 25, 50 Y 100 AÑOS

Para determinar la precipitación total, se calculó la intensidad de lluvia de cada periodo de retorno a partir de la ecuación 1 presentada en el capítulo 6 y para lapsos de tiempo o impulsos de 5 minutos, adicionalmente se deducen las profundidades acumuladas y los incrementos de profundidad, los anteriores valores se resumen en los cuadros 14 y 15”

| Duración (minutos) | Intensidad (mm/hora) | Profundidad Acumulada (mm) | Incremento de la profundidad (mm) | Duración (minutos) | Intensidad (mm/hora) | Profundidad Acumulada | Incremento de la profundidad (mm) | Duración (minutos) | Intensidad (mm/hora) | Profundidad Acumulada (mm) | Incremento de la profundidad (mm) |
|--------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 5 | 111,1 | 9,26 | 9,26 | 5 | 121,8 | 10,15 | 10,15 | 5 | 138,0 | 11,50 | 11,50 |
| 10 | 70,3 | 11,72 | 2,46 | 10 | 77,1 | 12,85 | 2,70 | 10 | 87,4 | 14,56 | 3,06 |
| 15 | 53,8 | 13,46 | 1,73 | 15 | 59,0 | 14,75 | 1,90 | 15 | 66,8 | 16,71 | 2,15 |
| 20 | 44,5 | 14,84 | 1,38 | 20 | 48,8 | 16,27 | 1,52 | 20 | 55,3 | 18,43 | 1,72 |
| 25 | 38,4 | 16,01 | 1,17 | 25 | 42,1 | 17,55 | 1,28 | 25 | 47,7 | 19,88 | 1,45 |
| 30 | 34,1 | 17,03 | 1,02 | 30 | 37,3 | 18,67 | 1,12 | 30 | 42,3 | 21,15 | 1,27 |
| 35 | 30,8 | 17,95 | 0,92 | 35 | 33,7 | 19,68 | 1,00 | 35 | 38,2 | 22,29 | 1,14 |
| 40 | 28,2 | 18,78 | 0,83 | 40 | 30,9 | 20,59 | 0,91 | 40 | 35,0 | 23,33 | 1,04 |
| 45 | 26,1 | 19,55 | 0,77 | 45 | 28,6 | 21,43 | 0,84 | 45 | 32,4 | 24,28 | 0,95 |
| 50 | 24,3 | 20,26 | 0,71 | 50 | 26,7 | 22,21 | 0,78 | 50 | 30,2 | 25,17 | 0,89 |
| 55 | 22,8 | 20,93 | 0,67 | 55 | 25,0 | 22,95 | 0,73 | 55 | 28,4 | 25,99 | 0,83 |
| 60 | 21,6 | 21,56 | 0,63 | 60 | 23,6 | 23,63 | 0,69 | 60 | 26,8 | 26,78 | 0,78 |
| 65 | 20,4 | 22,15 | 0,59 | 65 | 22,4 | 24,29 | 0,65 | 65 | 25,4 | 27,51 | 0,74 |
| 70 | 19,5 | 22,72 | 0,57 | 70 | 21,3 | 24,91 | 0,62 | 70 | 24,2 | 28,22 | 0,70 |
| 75 | 18,6 | 23,26 | 0,54 | 75 | 20,4 | 25,50 | 0,59 | 75 | 23,1 | 28,89 | 0,67 |
| 80 | 17,8 | 23,77 | 0,52 | 80 | 19,5 | 26,06 | 0,57 | 80 | 22,1 | 29,53 | 0,64 |
| 85 | 17,1 | 24,27 | 0,50 | 85 | 18,8 | 26,61 | 0,54 | 85 | 21,3 | 30,14 | 0,61 |
| 90 | 16,5 | 24,75 | 0,48 | 90 | 18,1 | 27,13 | 0,52 | 90 | 20,5 | 30,73 | 0,59 |
| 95 | 15,9 | 25,20 | 0,46 | 95 | 17,5 | 27,63 | 0,50 | 95 | 19,8 | 31,30 | 0,57 |
| 100 | 15,4 | 25,65 | 0,44 | 100 | 16,9 | 28,12 | 0,49 | 100 | 19,1 | 31,85 | 0,55 |
| 105 | 14,9 | 26,08 | 0,43 | 105 | 16,3 | 28,59 | 0,47 | 105 | 18,5 | 32,39 | 0,53 |
| 110 | 14,5 | 26,49 | 0,42 | 110 | 15,8 | 29,04 | 0,46 | 110 | 17,9 | 32,90 | 0,52 |
| 115 | 14,0 | 26,90 | 0,40 | 115 | 15,4 | 29,49 | 0,44 | 115 | 17,4 | 33,40 | 0,50 |
| 120 | 13,6 | 27,29 | 0,39 | 120 | 15,0 | 29,92 | 0,43 | 120 | 16,9 | 33,89 | 0,49 |
| 125 | 13,3 | 27,67 | 0,38 | 125 | 14,6 | 30,33 | 0,42 | 125 | 16,5 | 34,36 | 0,47 |
| 130 | 12,9 | 28,04 | 0,37 | 130 | 14,2 | 30,74 | 0,41 | 130 | 16,1 | 34,83 | 0,46 |
| 135 | 12,6 | 28,40 | 0,36 | 135 | 13,8 | 31,14 | 0,40 | 135 | 15,7 | 35,28 | 0,45 |
| 140 | 12,3 | 28,76 | 0,35 | 140 | 13,5 | 31,53 | 0,39 | 140 | 15,3 | 35,71 | 0,44 |
| 145 | 12,0 | 29,10 | 0,35 | 145 | 13,2 | 31,90 | 0,38 | 145 | 15,0 | 36,14 | 0,43 |
| 150 | 11,8 | 29,44 | 0,34 | 150 | 12,9 | 32,27 | 0,37 | 150 | 14,6 | 36,56 | 0,42 |
| 155 | 11,5 | 29,77 | 0,33 | 155 | 12,6 | 32,64 | 0,36 | 155 | 14,3 | 36,97 | 0,41 |
| 160 | 11,3 | 30,09 | 0,32 | 160 | 12,4 | 32,99 | 0,35 | 160 | 14,0 | 37,37 | 0,40 |
| 165 | 11,1 | 30,41 | 0,32 | 165 | 12,1 | 33,34 | 0,35 | 165 | 13,7 | 37,77 | 0,39 |
| 170 | 10,8 | 30,72 | 0,31 | 170 | 11,9 | 33,68 | 0,34 | 170 | 13,5 | 38,15 | 0,39 |
| 175 | 10,6 | 31,02 | 0,30 | 175 | 11,7 | 34,01 | 0,33 | 175 | 13,2 | 38,53 | 0,38 |
| 180 | 10,4 | 31,32 | 0,30 | 180 | 11,4 | 34,34 | 0,33 | 180 | 13,0 | 38,90 | 0,37 |

Cuadro 14 Cálculo de la Precipitación Total para Cada Intervalo de Tiempo con Tr=3, 5, 10 años

| Duración (minutos) | Intensidad (mm/hora) | Profundidad Acumulada (mm) | Incremento de la profundidad (mm) | Duración (minutos) | Intensidad (mm/hora) | Profundidad Acumulada (mm) | Incremento de la profundidad (mm) | Duración (minutos) | Intensidad (mm/hora) | Profundidad Acumulada (mm) | Incremento de la profundidad |
|--------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|
| 5 | 162,8 | 13,57 | 13,57 | 5 | 184,4 | 15,37 | 15,37 | 5 | 208,9 | 17,41 | 17,41 |
| 10 | 103,0 | 17,17 | 3,61 | 10 | 116,7 | 19,45 | 4,08 | 10 | 132,2 | 22,04 | 4,63 |
| 15 | 78,8 | 19,71 | 2,54 | 15 | 89,3 | 22,33 | 2,88 | 15 | 101,2 | 25,30 | 3,26 |
| 20 | 65,2 | 21,73 | 2,03 | 20 | 73,9 | 24,62 | 2,29 | 20 | 83,7 | 27,89 | 2,60 |
| 25 | 56,3 | 23,45 | 1,71 | 25 | 63,8 | 26,56 | 1,94 | 25 | 72,2 | 30,09 | 2,20 |
| 30 | 49,9 | 24,95 | 1,50 | 30 | 56,5 | 28,26 | 1,70 | 30 | 64,0 | 32,02 | 1,92 |
| 35 | 45,1 | 26,29 | 1,34 | 35 | 51,1 | 29,78 | 1,52 | 35 | 57,8 | 33,74 | 1,72 |
| 40 | 41,3 | 27,51 | 1,22 | 40 | 46,7 | 31,17 | 1,38 | 40 | 53,0 | 35,31 | 1,57 |
| 45 | 38,2 | 28,63 | 1,12 | 45 | 43,3 | 32,44 | 1,27 | 45 | 49,0 | 36,75 | 1,44 |
| 50 | 35,6 | 29,68 | 1,04 | 50 | 40,3 | 33,62 | 1,18 | 50 | 45,7 | 38,09 | 1,34 |
| 55 | 33,4 | 30,66 | 0,98 | 55 | 37,9 | 34,73 | 1,11 | 55 | 42,9 | 39,34 | 1,25 |
| 60 | 31,6 | 31,58 | 0,92 | 60 | 35,8 | 35,77 | 1,04 | 60 | 40,5 | 40,53 | 1,18 |
| 65 | 30,0 | 32,45 | 0,87 | 65 | 33,9 | 36,76 | 0,99 | 65 | 38,4 | 41,64 | 1,12 |
| 70 | 28,5 | 33,28 | 0,83 | 70 | 32,3 | 37,70 | 0,94 | 70 | 36,6 | 42,71 | 1,06 |
| 75 | 27,3 | 34,07 | 0,79 | 75 | 30,9 | 38,59 | 0,89 | 75 | 35,0 | 43,72 | 1,01 |
| 80 | 26,1 | 34,82 | 0,76 | 80 | 29,6 | 39,45 | 0,86 | 80 | 33,5 | 44,69 | 0,97 |
| 85 | 25,1 | 35,55 | 0,73 | 85 | 28,4 | 40,27 | 0,82 | 85 | 32,2 | 45,62 | 0,93 |
| 90 | 24,2 | 36,24 | 0,70 | 90 | 27,4 | 41,06 | 0,79 | 90 | 31,0 | 46,52 | 0,90 |
| 95 | 23,3 | 36,92 | 0,67 | 95 | 26,4 | 41,82 | 0,76 | 95 | 29,9 | 47,38 | 0,86 |
| 100 | 22,5 | 37,57 | 0,65 | 100 | 25,5 | 42,56 | 0,74 | 100 | 28,9 | 48,21 | 0,83 |
| 105 | 21,8 | 38,19 | 0,63 | 105 | 24,7 | 43,27 | 0,71 | 105 | 28,0 | 49,02 | 0,81 |
| 110 | 21,2 | 38,80 | 0,61 | 110 | 24,0 | 43,96 | 0,69 | 110 | 27,2 | 49,80 | 0,78 |
| 115 | 20,6 | 39,39 | 0,59 | 115 | 23,3 | 44,63 | 0,67 | 115 | 26,4 | 50,56 | 0,76 |
| 120 | 20,0 | 39,97 | 0,57 | 120 | 22,6 | 45,28 | 0,65 | 120 | 25,6 | 51,30 | 0,74 |
| 125 | 19,5 | 40,53 | 0,56 | 125 | 22,0 | 45,91 | 0,63 | 125 | 25,0 | 52,01 | 0,72 |
| 130 | 19,0 | 41,07 | 0,54 | 130 | 21,5 | 46,53 | 0,62 | 130 | 24,3 | 52,71 | 0,70 |
| 135 | 18,5 | 41,60 | 0,53 | 135 | 20,9 | 47,13 | 0,60 | 135 | 23,7 | 53,39 | 0,68 |
| 140 | 18,1 | 42,12 | 0,52 | 140 | 20,4 | 47,72 | 0,59 | 140 | 23,2 | 54,06 | 0,66 |
| 145 | 17,6 | 42,62 | 0,51 | 145 | 20,0 | 48,29 | 0,57 | 145 | 22,6 | 54,71 | 0,65 |
| 150 | 17,2 | 43,12 | 0,49 | 150 | 19,5 | 48,85 | 0,56 | 150 | 22,1 | 55,34 | 0,63 |
| 155 | 16,9 | 43,60 | 0,48 | 155 | 19,1 | 49,40 | 0,55 | 155 | 21,7 | 55,96 | 0,62 |
| 160 | 16,5 | 44,08 | 0,47 | 160 | 18,7 | 49,93 | 0,54 | 160 | 21,2 | 56,57 | 0,61 |
| 165 | 16,2 | 44,54 | 0,46 | 165 | 18,3 | 50,46 | 0,53 | 165 | 20,8 | 57,16 | 0,59 |
| 170 | 15,9 | 44,99 | 0,45 | 170 | 18,0 | 50,97 | 0,51 | 170 | 20,4 | 57,75 | 0,58 |
| 175 | 15,6 | 45,44 | 0,45 | 175 | 17,6 | 51,48 | 0,50 | 175 | 20,0 | 58,32 | 0,57 |
| 180 | 15,3 | 45,88 | 0,44 | 180 | 17,3 | 51,97 | 0,50 | 180 | 19,6 | 58,88 | 0,56 |

Cuadro 15 Cálculo de la Precipitación Total para cada Intervalo de Tiempo con Tr=25, 50, 100 años

| <i>FORMULACIÓN DEL HIETOGRAMA DE LA LLUVIA DE DISEÑO: "MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO"</i> | | |
|---|-----------------------------------|----------------------|
| TIEMPO (minutos) | INCREMENTO EN LA PROFUNDIDAD (mm) | Intensidad (mm/hora) |
| 5 | 0,30 | 3,58 |
| 10 | 0,31 | 3,72 |
| 15 | 0,32 | 3,88 |
| 20 | 0,34 | 4,05 |
| 25 | 0,35 | 4,24 |
| 30 | 0,37 | 4,46 |
| 35 | 0,39 | 4,70 |
| 40 | 0,42 | 4,99 |
| 45 | 0,44 | 5,32 |
| 50 | 0,48 | 5,72 |
| 55 | 0,52 | 6,19 |
| 60 | 0,57 | 6,78 |
| 65 | 0,63 | 7,54 |
| 70 | 0,71 | 8,56 |
| 75 | 0,83 | 10,00 |
| 80 | 1,02 | 12,29 |
| 85 | 1,38 | 16,59 |
| 90 | 2,46 | 29,54 |
| 95 | 9,26 | 111,14 |
| 100 | 1,73 | 20,79 |
| 105 | 1,17 | 14,04 |
| 110 | 0,92 | 11,00 |
| 115 | 0,77 | 9,21 |
| 120 | 0,67 | 8,01 |
| 125 | 0,59 | 7,14 |
| 130 | 0,54 | 6,47 |
| 135 | 0,50 | 5,94 |
| 140 | 0,46 | 5,51 |
| 145 | 0,43 | 5,15 |
| 150 | 0,40 | 4,84 |
| 155 | 0,38 | 4,58 |
| 160 | 0,36 | 4,35 |
| 165 | 0,35 | 4,14 |
| 170 | 0,33 | 3,96 |
| 175 | 0,32 | 3,80 |
| 180 | 0,30 | 3,65 |

| <i>FORMULACIÓN DEL HIETOGRAMA DE LA LLUVIA DE DISEÑO: "MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO"</i> | | |
|---|-----------------------------------|----------------------|
| TIEMPO (minutos) | INCREMENTO EN LA PROFUNDIDAD (mm) | Intensidad (mm/hora) |
| 5 | 0,33 | 3,93 |
| 10 | 0,34 | 4,08 |
| 15 | 0,35 | 4,25 |
| 20 | 0,37 | 4,44 |
| 25 | 0,39 | 4,65 |
| 30 | 0,41 | 4,89 |
| 35 | 0,43 | 5,16 |
| 40 | 0,46 | 5,47 |
| 45 | 0,49 | 5,83 |
| 50 | 0,52 | 6,27 |
| 55 | 0,57 | 6,79 |
| 60 | 0,62 | 7,44 |
| 65 | 0,69 | 8,27 |
| 70 | 0,78 | 9,38 |
| 75 | 0,91 | 10,97 |
| 80 | 1,12 | 13,47 |
| 85 | 1,52 | 18,19 |
| 90 | 2,70 | 32,38 |
| 95 | 10,15 | 121,85 |
| 100 | 1,90 | 22,80 |
| 105 | 1,28 | 15,39 |
| 110 | 1,00 | 12,06 |
| 115 | 0,84 | 10,10 |
| 120 | 0,73 | 8,78 |
| 125 | 0,65 | 7,82 |
| 130 | 0,59 | 7,09 |
| 135 | 0,54 | 6,51 |
| 140 | 0,50 | 6,04 |
| 145 | 0,47 | 5,64 |
| 150 | 0,44 | 5,31 |
| 155 | 0,42 | 5,02 |
| 160 | 0,40 | 4,76 |
| 165 | 0,38 | 4,54 |
| 170 | 0,36 | 4,34 |
| 175 | 0,35 | 4,16 |
| 180 | 0,33 | 4,00 |

| <i>FORMULACIÓN DEL HIETOGRAMA DE LA LLUVIA DE DISEÑO: "MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO"</i> | | |
|---|-----------------------------------|----------------------|
| TIEMPO (minutos) | INCREMENTO EN LA PROFUNDIDAD (mm) | Intensidad (mm/hora) |
| 5 | 0,37 | 4,45 |
| 10 | 0,39 | 4,62 |
| 15 | 0,40 | 4,82 |
| 20 | 0,42 | 5,03 |
| 25 | 0,44 | 5,27 |
| 30 | 0,46 | 5,54 |
| 35 | 0,49 | 5,84 |
| 40 | 0,52 | 6,20 |
| 45 | 0,55 | 6,61 |
| 50 | 0,59 | 7,10 |
| 55 | 0,64 | 7,69 |
| 60 | 0,70 | 8,42 |
| 65 | 0,78 | 9,37 |
| 70 | 0,89 | 10,63 |
| 75 | 1,04 | 12,42 |
| 80 | 1,27 | 15,26 |
| 85 | 1,72 | 20,61 |
| 90 | 3,06 | 36,68 |
| 95 | 11,50 | 138,04 |
| 100 | 2,15 | 25,83 |
| 105 | 1,45 | 17,43 |
| 110 | 1,14 | 13,66 |
| 115 | 0,95 | 11,44 |
| 120 | 0,83 | 9,95 |
| 125 | 0,74 | 8,86 |
| 130 | 0,67 | 8,04 |
| 135 | 0,61 | 7,38 |
| 140 | 0,57 | 6,84 |
| 145 | 0,53 | 6,39 |
| 150 | 0,50 | 6,01 |
| 155 | 0,47 | 5,68 |
| 160 | 0,45 | 5,40 |
| 165 | 0,43 | 5,14 |
| 170 | 0,41 | 4,92 |
| 175 | 0,39 | 4,72 |
| 180 | 0,38 | 4,53 |

Cuadro 16 Calculo de la Precipitación Total para cada Intervalo de Tiempo con Tr=3, 5, 10 Años - Ordenado

FORMULACIÓN DEL HIETOGRAMA DE LA LLUVIA DE DISEÑO: "MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO"

| TIEMPO (minutos) | INCREMENTO EN LA PROFUNDIDAD (mm) | Intensidad (mm/hora) |
|------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 5 | 0,44 | 5,25 |
| 10 | 0,45 | 5,45 |
| 15 | 0,47 | 5,68 |
| 20 | 0,49 | 5,93 |
| 25 | 0,52 | 6,21 |
| 30 | 0,54 | 6,53 |
| 35 | 0,57 | 6,89 |
| 40 | 0,61 | 7,31 |
| 45 | 0,65 | 7,79 |
| 50 | 0,70 | 8,37 |
| 55 | 0,76 | 9,07 |
| 60 | 1,00 | 12,00 |
| 65 | 0,92 | 11,05 |
| 70 | 1,04 | 12,53 |
| 75 | 1,22 | 14,65 |
| 80 | 1,50 | 17,99 |
| 85 | 2,03 | 24,30 |
| 90 | 3,61 | 43,26 |
| 95 | 13,57 | 162,79 |
| 100 | 2,54 | 30,46 |
| 105 | 1,71 | 20,56 |
| 110 | 1,34 | 16,11 |
| 115 | 1,12 | 13,49 |
| 120 | 0,98 | 11,73 |
| 125 | 0,87 | 10,45 |
| 130 | 0,79 | 9,48 |
| 135 | 0,73 | 8,70 |
| 140 | 0,67 | 8,07 |
| 145 | 0,63 | 7,54 |
| 150 | 0,59 | 7,09 |
| 155 | 0,56 | 6,70 |
| 160 | 0,53 | 6,36 |
| 165 | 0,51 | 6,07 |
| 170 | 0,48 | 5,80 |
| 175 | 0,46 | 5,56 |
| 180 | 0,45 | 5,35 |


FORMULACIÓN DEL HIETOGRAMA DE LA LLUVIA DE DISEÑO: "MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO"

| TIEMPO (minutos) | INCREMENTO EN LA PROFUNDIDAD (mm) | Intensidad (mm/hora) |
|------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 5 | 0,50 | 5,95 |
| 10 | 0,51 | 6,18 |
| 15 | 0,54 | 6,43 |
| 20 | 0,56 | 6,72 |
| 25 | 0,59 | 7,04 |
| 30 | 0,62 | 7,40 |
| 35 | 0,65 | 7,81 |
| 40 | 0,69 | 8,28 |
| 45 | 0,74 | 8,83 |
| 50 | 0,79 | 9,48 |
| 55 | 0,86 | 10,27 |
| 60 | 0,94 | 11,26 |
| 65 | 1,04 | 12,51 |
| 70 | 1,18 | 14,20 |
| 75 | 1,38 | 16,60 |
| 80 | 1,70 | 20,38 |
| 85 | 2,29 | 27,53 |
| 90 | 4,08 | 49,01 |
| 95 | 15,37 | 184,42 |
| 100 | 2,88 | 34,50 |
| 105 | 1,94 | 23,29 |
| 110 | 1,52 | 18,25 |
| 115 | 1,27 | 15,28 |
| 120 | 1,01 | 12,12 |
| 125 | 0,99 | 11,84 |
| 130 | 0,89 | 10,74 |
| 135 | 0,82 | 9,86 |
| 140 | 0,76 | 9,14 |
| 145 | 0,71 | 8,54 |
| 150 | 0,67 | 8,03 |
| 155 | 0,63 | 7,59 |
| 160 | 0,60 | 7,21 |
| 165 | 0,57 | 6,87 |
| 170 | 0,55 | 6,57 |
| 175 | 0,53 | 6,30 |
| 180 | 0,50 | 6,06 |

FORMULACIÓN DEL HIETOGRAMA DE LA LLUVIA DE DISEÑO: "MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO"

| TIEMPO (minutos) | INCREMENTO EN LA PROFUNDIDAD (mm) | Intensidad (mm/hora) |
|------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 5 | 0,56 | 6,74 |
| 10 | 0,58 | 7,00 |
| 15 | 0,61 | 7,29 |
| 20 | 0,63 | 7,61 |
| 25 | 0,66 | 7,97 |
| 30 | 0,70 | 8,38 |
| 35 | 0,74 | 8,84 |
| 40 | 0,78 | 9,38 |
| 45 | 0,83 | 10,00 |
| 50 | 0,90 | 10,74 |
| 55 | 0,97 | 11,64 |
| 60 | 1,06 | 12,75 |
| 65 | 1,18 | 14,18 |
| 70 | 1,34 | 16,08 |
| 75 | 1,57 | 18,81 |
| 80 | 1,92 | 23,09 |
| 85 | 2,60 | 31,19 |
| 90 | 4,63 | 55,52 |
| 95 | 17,41 | 208,93 |
| 100 | 3,26 | 39,09 |
| 105 | 2,20 | 26,38 |
| 110 | 1,72 | 20,67 |
| 115 | 1,44 | 17,31 |
| 120 | 1,25 | 15,05 |
| 125 | 1,12 | 13,42 |
| 130 | 1,01 | 12,16 |
| 135 | 0,93 | 11,17 |
| 140 | 0,86 | 10,36 |
| 145 | 0,81 | 9,68 |
| 150 | 0,76 | 9,10 |
| 155 | 0,72 | 8,60 |
| 160 | 0,68 | 8,17 |
| 165 | 0,65 | 7,79 |
| 170 | 0,62 | 7,44 |
| 175 | 0,59 | 7,14 |
| 180 | 0,57 | 6,86 |

Cuadro 17 Calculo de la Precipitación Total para Cada Intervalo de Tiempo con Tr=25, 50, 100 Años - Ordenado

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Conociendo el orden de los intervalos a partir de las mayores precipitaciones ubicadas en el centro, sesgadas a la izquierda del periodo de lluvia analizada en los cuadros 15 y 16, se calculan las sumatorias de los incrementos de precipitación, concluyendo que la precipitación total para $Tr=3$ años es de 31.93mm., para $Tr=5$ años es de 35mm., para $Tr=10$ años es de 39.65mm., para un $Tr=25$ años es de 46.925mm., para $Tr=50$ años es de 52.86mm., para un $Tr=100$ es de 60.02mm., estos hietogramas permiten establecer, mediante los modelos EPAWMM, los caudales que ingresan a ambos vasos.

Los hietogramas ingresados a los modelos de alcantarillado en EPASWMM, son los presentados en la Ilustración 27, Ilustración 28, Ilustración 29, Ilustración 30, Ilustración 31, Ilustración 32.

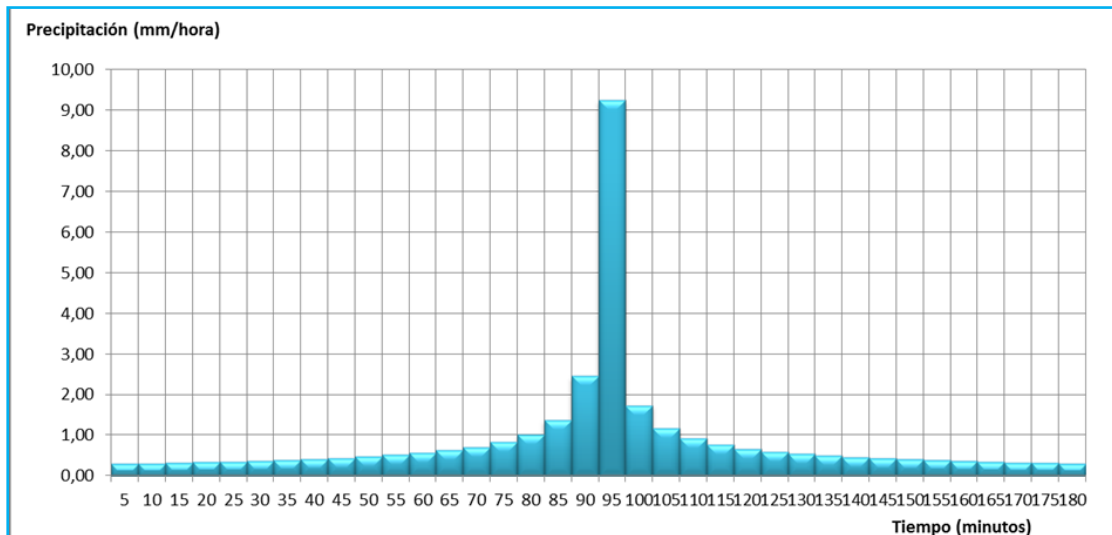


Ilustración 27 Hietograma de la Lluvia de Diseño $Tr = 3$ años "Método del Bloque Alterno"

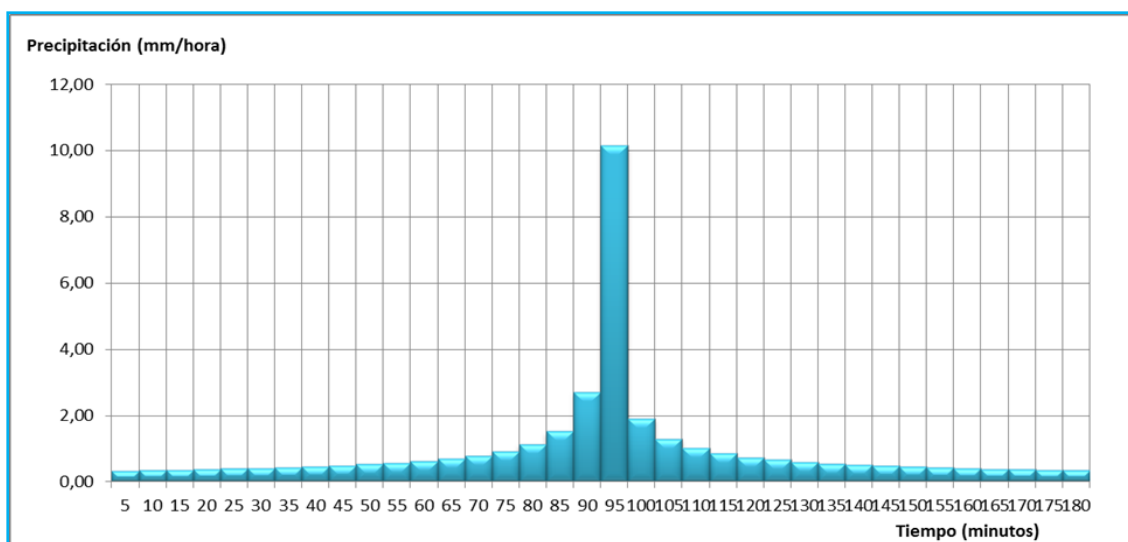


Ilustración 28 Hietograma de la Lluvia de Diseño $Tr = 5$ años "Método del Bloque Alterno"

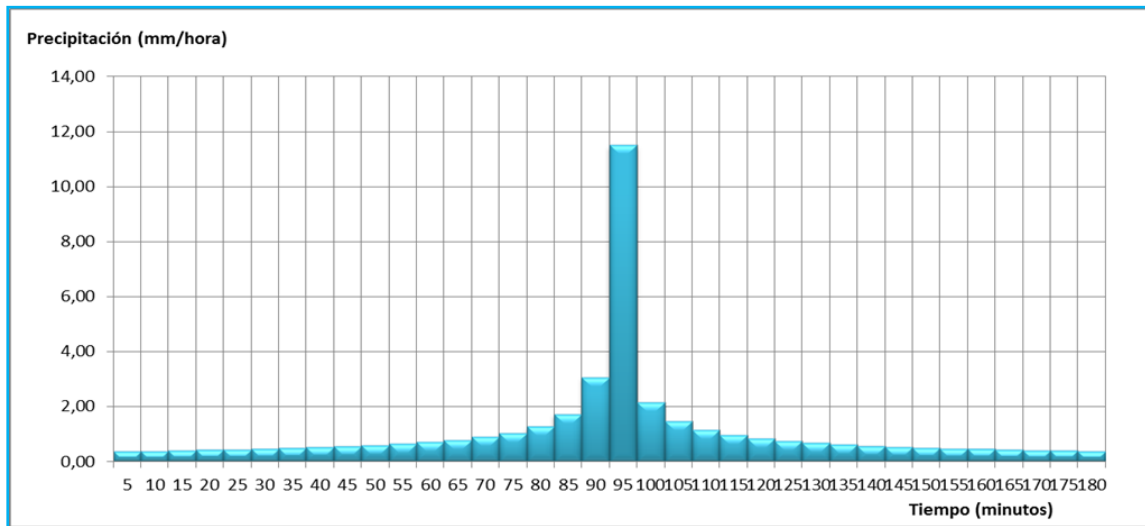


Ilustración 29 Hietograma de la Lluvia de Diseño Tr = 10 años "Método del Bloque Alterno"

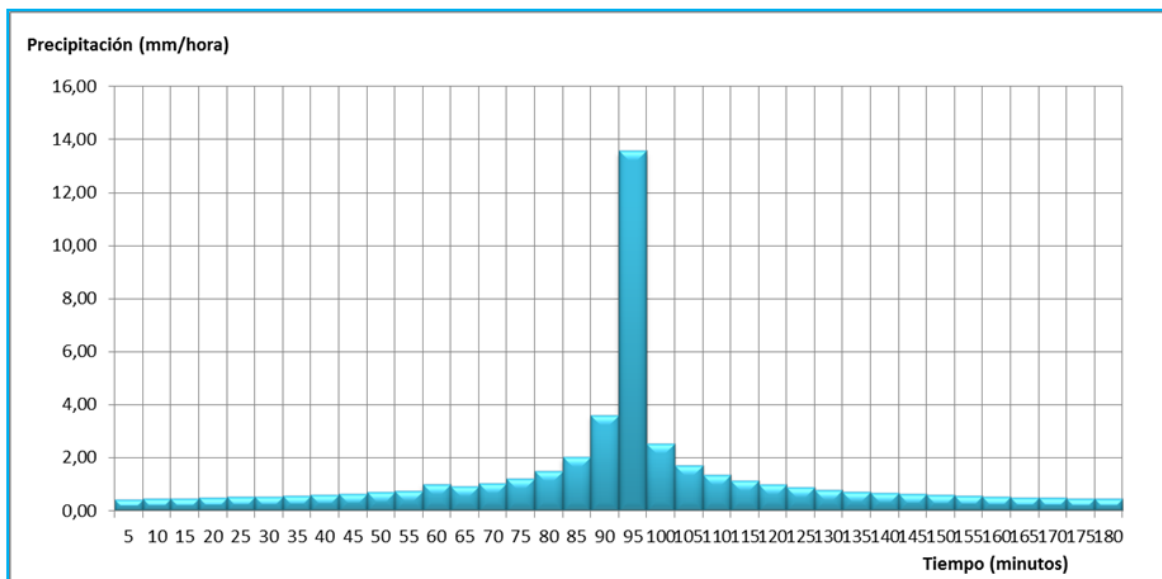


Ilustración 30 Hietograma de la Lluvia de Diseño Tr = 25 años "Método del Bloque Alterno"

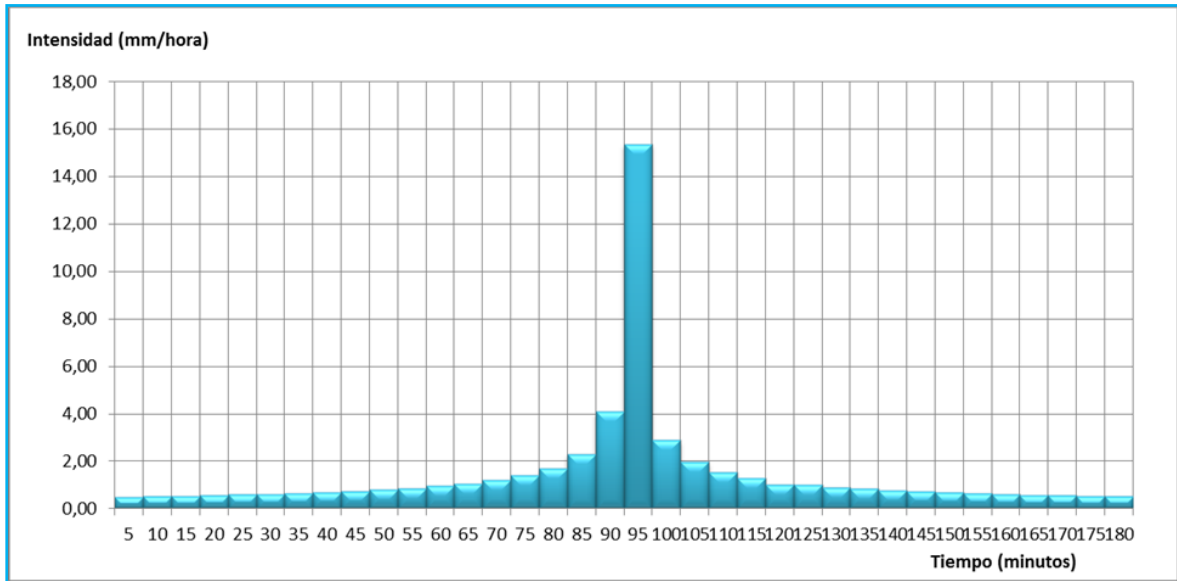


Ilustración 31 Hietograma de la Lluvia de Diseño Tr = 50 años “Método del Bloque Alterno”

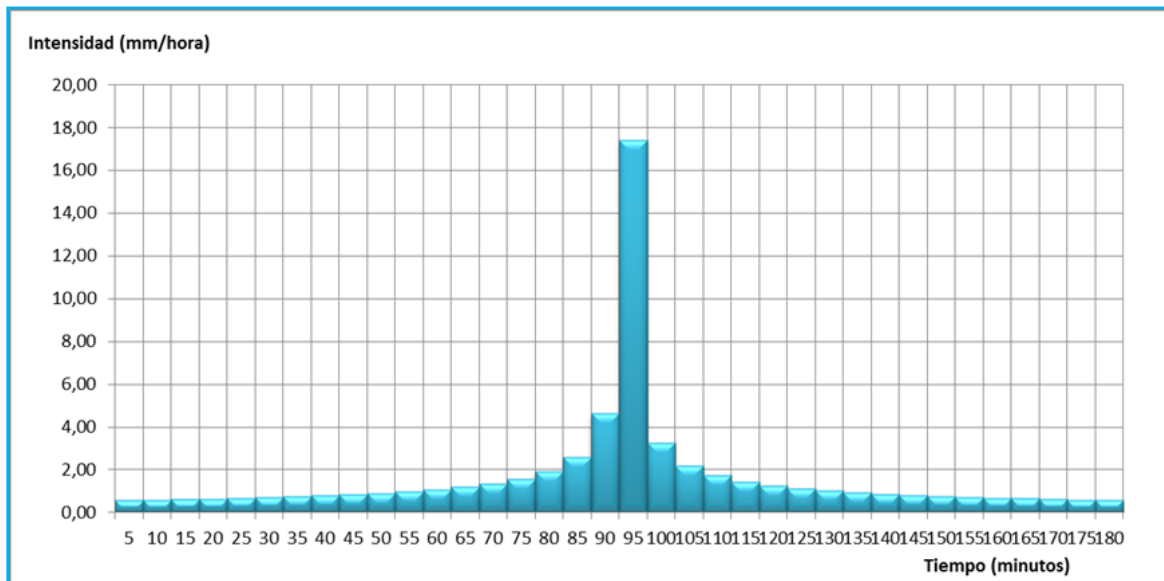



Ilustración 32 Hietograma de la Lluvia de Diseño Tr = 100 años “Método del Bloque Alterno”

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

8.0 RESULTADO BALANCE HIDRICO HUMEDAL MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA

Una cuenca hidrográfica puede ser definida como "el área topográfica de la zona en la que el escurrimiento de agua superficial aparente drena a un punto específico de un arroyo o de un cuerpo de agua, como un lago" (Shimon, 2010), de esta forma una cuenca funciona como un colector de agua convirtiendo las entradas de agua en escorrentía y almacenando agua (Chavarri, 2012).

Conociendo las características de una cuenca (precipitación, escurrimiento, evapotranspiración e infiltración de agua subterránea), es posible evaluar según la temporada, la disponibilidad de agua y por tanto establecer caudales o volúmenes de aporte a un cuerpo de agua.

El balance hídrico es una herramienta que permite conocer características de la cuenca mediante la aplicación del principio de conservación de la masa o la ecuación de continuidad (Rose, 2004; Essam, 2007), de acuerdo con este principio, cualquier diferencia entre las entradas y salidas deben reflejarse en un cambio en el almacenamiento de agua dentro de un cuerpo de agua (UNESCO, 1988; Simón, 2010).

Entradas = Salidas + Cambio en el almacenamiento

$$P + Q_{SI} + Q_{UI} - E - ET - Q_{SO} - Q_{UO} - \Delta S - n = 0$$

Ecuación 2

Dónde:

P= Precipitación

Q_{SI} = Entrada de agua superficial a la cuenca o cuerpo de agua

Q_{UI} = Entrada de agua subterránea a la cuenca o cuerpo de agua

E = Evaporación

ET = Evapotranspiración


Q_{SO} = Salida agua superficial

Q_{UO} = Salida de agua subterránea

ΔS = Variación del almacenamiento de agua en la cuenca

n = Termina residual de discrepancia, error de medición o estimación

Basados en la expresión general del balance hídrico, se procede a definir la ecuación que se utilizará en el desarrollo del presente estudio, bajo la concepción de que no se tuvo en cuenta el agua eliminada por transpiración de las plantas y el aporte de agua subterránea al considerar que

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

en el área de estudio la presencia de vegetación es poca y el suelo característico de la zona es arcilloso lo que lo hace muy impermeable.

$$\frac{dV}{dt} = V_{\text{precipitación}} - V_{\text{evaporación}} - V_{\text{Infiltración}} + V_{\text{inicial}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

$V_{\text{Precipitación}}$ = Volumen aportado por precipitación

$V_{\text{Evaporación}}$ = Volumen Evaporados

$V_{\text{Infiltración}}$ = Volumen Infiltrado

V_{Inicial} = Volumen inicial

Para el caso que nos ocupa, se define como unidad de volumen el metro cubico (m^3) y por otro lado, elegimos como escala temporal una unidad mensual, esto último se debe a que un balance hídrico anual no nos proporcionaría información útil, ya que puede pasar por alto importantes fluctuaciones estacionales de agua, como son los periodos de altas precipitaciones de invierno o la alta tasa de evapotranspiración en verano.


Como se observa en la ecuación 3 unas de las variables más relevantes para llevar a cabo este estudio, son las variables meteorológicas tales como la precipitación y la evaporación, para lo cual se ha utilizado la información meteorológica mensual registrada en la Estación Granja San Jorge y la estación El Muña.

Con el fin de determinar los aportes y pérdidas del humedal bajo diferentes condiciones, se establecieron los balances para el año promedio, para los años húmedo (1975) y seco (1992), suponiendo que la cota de rebose se localiza sobre los 2551.46 msnm para el humedal Cola de Tierra Blanca, que corresponde a un almacenamiento máximo de 7364.617m³, y la cota máxima de operación del humedal Maiporé es la 2549.30 msnm, que corresponde a un almacenamiento máximo de 61072,2 m³. Cabe destacar que las cotas mencionadas para estos humedales corresponden al nivel máximo de inundación permitido.

Adicionalmente es importante recalcar que los balances ejecutados para el ESCENARIO PROXIMO, corresponde a la condición más crítica de posible sequía, ya que solo un porcentaje de la Ciudadela se ha urbanizado y la fracción restante corresponde a una zona verde que almacena e infiltra y solo rebosa a los humedales en el momento es que existe un encharcamiento del lote.

8.1 BALANCE HUMEDAL MAIPORÉ CON CUENCAS INFORME TECNICO No. 080 del 20 MAY 15

A continuación se presentan los cálculos de cada una de las variables de la ecuación 3:

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

8.1.1 VOLUMEN DE PRECIPITACIÓN

De acuerdo con la expresión general del balance hídrico expuesta anteriormente, se calculó primero el volumen total precipitado, para lo cual se tuvo en cuenta el área tributaria de la cuenca y el área directa del espejo de agua del humedal.

El volumen de precipitación se obtiene de la siguiente manera:

$$V_{\text{Precipitación}} = P * A * C$$

Dónde:

$V_{\text{Precipitación}}$ = Volumen de lluvia en m³

P = Precipitación media, en m

A = Área de la cuenca, en m²

C = Coeficiente de Escorrentía


La precipitación media mensual, se calcula con la información de precipitación registrada en la estación pluviométrica de la Granja San Jorge.

Los valores de áreas se adoptan, en cumplimiento de lo establecido en el Informe Técnico No. 080 del 20-may-15 (página 10/26, Tabla 11), en donde se afirma que el valor de las cuencas de los Humedales Maipore y Cola de Tierra Blanca son 412.15 Ha (4.12 Km²) y 37.94 Ha (0.38 Km²) respectivamente.

El valor del coeficiente de escorrentía asumido, para las áreas tributarias de ambos humedales fue de 0.35, teniendo en cuenta que es una zona no urbanizada y presenta pérdidas en su trayectoria de drenaje y para el área del espejo de agua se consideró un coeficiente de 1.0, puesto que la precipitación es directa sobre el espejo de agua.

A partir de las precipitaciones presentadas en el Cuadro 8, de las cuales se dedujo los valores medios mensuales señalados en la Ilustración 18, se presentan los valores de los volúmenes aportados por la precipitación para el año promedio, para el año seco y para el año húmedo en los Cuadros 18, 19, 20.

Es importante resaltar que el concepto de año medio, corresponde al promedio mensual de los valores de precipitación registrada en la serie de 54 años de la Granja San Jorge, el año seco corresponde al año con menor valor de precipitación registrado en la series anuales y el año húmedo hace referencia al mayor valor de precipitación registrado en la series analizadas.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |


| AÑO MEDIO | Mes | Pt | AH | AT | Ce H | Ce T | Pe H | Pe T | Vol H | Vol T | Vol Total |
|-----------|--------------|--------------|--------------------|--------------------|------|------|--------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | (mm) | (Km ²) | (Km ²) | | | (mm) | (mm) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| | Enero | 26.7 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 26.746 | 9.36 | 2407.13 | 38567.49 | 40974.62 |
| | Febrero | 39.9 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 39.887 | 13.96 | 3589.79 | 57516.39 | 61106.18 |
| | Marzo | 56.2 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 56.234 | 19.68 | 5061.06 | 81089.43 | 86150.49 |
| | Abril | 94.5 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 94.526 | 33.08 | 8507.38 | 136307.09 | 144814.47 |
| | Mayo | 93.9 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 93.915 | 32.87 | 8452.36 | 135425.57 | 143877.92 |
| | Junio | 72.4 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 72.413 | 25.34 | 6517.17 | 104419.49 | 110936.66 |
| | Julio | 56.6 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 56.602 | 19.81 | 5094.17 | 81619.92 | 86714.09 |
| | Agosto | 50.4 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 50.383 | 17.63 | 4534.44 | 72651.84 | 77186.28 |
| | Septiembre | 53.1 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 53.085 | 18.58 | 4777.62 | 76548.02 | 81325.63 |
| | Octubre | 99.7 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 99.656 | 34.88 | 8969.02 | 143703.62 | 152672.64 |
| | Noviembre | 100.5 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 100.46 | 35.16 | 9041.82 | 144870.11 | 153911.93 |
| | Diciembre | 43.5 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 43.45 | 15.21 | 3910.50 | 62654.90 | 66565.40 |
| | Anual | 787.4 | | | | | 787.4 | 275.6 | 70862.45 | 1135373.86 | 1206236.31 |

Cuadro 18 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Promedio Humedal Maiporé

Dónde:

- Pt: Precipitación total
- AH: Área humedal
- AT: Área cuenca tributaria
- CeH: Coeficiente de escorrentía humedal
- CeT: Coeficiente de escorrentía cuenca tributaria
- PeH: Precipitación efectiva sobre el humedal
- PeT: Precipitación efectiva sobre la cuenca tributaria
- VolH: Volumen aportado directamente al humedal
- VolT: Volumen aportado por la cuenca tributaria

De acuerdo a la información del Cuadro 18 el volumen total anual de precipitación efectiva resultante es de 1'206236.31m³.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| Mes | Pt | AH | AT | Ce H | Ce T | Pe H | Pe T | Vol H | Vol T | Vol Total |
|--------------|--------------|--------------------|--------------------|------|------|--------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (Km ²) | | | (mm) | (mm) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| Enero | 26.7 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 26.7 | 9.35 | 2403.00 | 38501.40 | 40904.4 |
| Febrero | 13.7 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 13.7 | 4.80 | 1233.00 | 19755.40 | 20988.4 |
| Marzo | 21.9 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 21.9 | 7.67 | 1971.00 | 31579.80 | 33550.8 |
| Abril | 47.3 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 47.3 | 16.56 | 4257.00 | 68206.60 | 72463.6 |
| Mayo | 44.8 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 44.8 | 15.68 | 4032.00 | 64601.60 | 68633.6 |
| Junio | 22.4 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 22.4 | 7.84 | 2016.00 | 32300.80 | 34316.8 |
| Julio | 49.6 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 49.6 | 17.36 | 4464.00 | 71523.20 | 75987.2 |
| Agosto | 56.6 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 56.6 | 19.81 | 5094.00 | 81617.20 | 86711.2 |
| Septiembre | 51.7 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 51.7 | 18.10 | 4653.00 | 74551.40 | 79204.4 |
| Octubre | 11.2 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 11.2 | 3.92 | 1008.00 | 16150.40 | 17158.4 |
| Noviembre | 107.2 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 107.2 | 37.52 | 9648.00 | 154582.40 | 164230.4 |
| Diciembre | 36.5 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 36.5 | 12.78 | 3285.00 | 52633.00 | 55918 |
| Anual | 489.6 | | | | | 489.6 | 171.4 | 44064.0 | 706003.2 | 750067.2 |


Cuadro 19 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Seco Humedal Maiporé

De acuerdo con el cuadro 19, el volumen total anual de precipitación efectiva resultante en el año seco es de 750.067,2m³, que corresponde al menor valor registrado en la serie anual (año 1992).

| Mes | Pt | AH | AT | Ce H | Ce T | Pe H | Pe T | Vol H | Vol T | Vol Total |
|--------------|---------------|--------------------|--------------------|------|------|---------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (Km ²) | | | (mm) | (mm) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| Enero | 3.0 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 3 | 1.05 | 270.00 | 4326.00 | 4596.00 |
| Febrero | 68.5 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 68.5 | 23.98 | 6165.00 | 98777.00 | 104942.00 |
| Marzo | 38.8 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 38.8 | 13.58 | 3492.00 | 55949.60 | 59441.60 |
| Abril | 58.7 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 58.7 | 20.55 | 5283.00 | 84645.40 | 89928.40 |
| Mayo | 121.1 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 121.1 | 42.39 | 10899.00 | 174626.20 | 185525.20 |
| Junio | 65.8 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 65.8 | 23.03 | 5922.00 | 94883.60 | 100805.60 |
| Julio | 55.4 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 55.4 | 19.39 | 4986.00 | 79886.80 | 84872.80 |
| Agosto | 172.5 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 172.5 | 60.38 | 15525.00 | 248745.00 | 264270.00 |
| Septiembre | 77.9 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 77.9 | 27.27 | 7011.00 | 112331.80 | 119342.80 |
| Octubre | 116.9 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 116.9 | 40.92 | 10521.00 | 168569.80 | 179090.80 |
| Noviembre | 109.2 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 109.2 | 38.22 | 9828.00 | 157466.40 | 167294.40 |
| Diciembre | 130.9 | 0.09 | 4.12 | 100 | 35 | 130.9 | 45.82 | 11781.00 | 188757.80 | 200538.80 |
| Anual | 1018.7 | | | | | 1018.7 | 356.5 | 91683.00 | 1468965.40 | 1560648.40 |

Cuadro 20 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Húmedo Humedal Maiporé

De acuerdo al Cuadro 20 el volumen total anual de precipitación efectiva resultante en el año húmedo es de 1'560.648 m³, que corresponde al mayor valor registrado en la serie anual (año 1975).

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

8.1.2 VOLUMEN EVAPORADO

El valor de la evaporación se calculó suponiendo que la lámina de agua se encuentra sobre el nivel máximo de inundación, es decir la cota 2549.30 msnm, este nivel corresponde a un área aproximada de 0.09 Km².

En los cuadros 21, 22, 23, se presenta los volúmenes evaporados, en el año promedio, año Seco y año Húmedo.

| Mes | Ev | AH | Vol Total |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (m ³) |
| Enero | 74.3 | 0.09 | 6688.16 |
| Febrero | 70.9 | 0.09 | 6383.32 |
| Marzo | 74.3 | 0.09 | 6689.79 |
| Abril | 65.2 | 0.09 | 5871.54 |
| Mayo | 71.8 | 0.09 | 6460.45 |
| Junio | 79.2 | 0.09 | 7127.40 |
| Julio | 85.2 | 0.09 | 7664.90 |
| Agosto | 79.5 | 0.09 | 7156.13 |
| Septiembre | 78.3 | 0.09 | 7044.68 |
| Octubre | 70.6 | 0.09 | 6355.74 |
| Noviembre | 62.8 | 0.09 | 5650.55 |
| Diciembre | 71.6 | 0.09 | 6446.40 |
| Anual | 883.8 | | 79539.1 |

Cuadro 21 Volúmenes Evaporados Año Promedio Humedal Maiporé


Dónde:

Ev: Evaporación mensual

AH: Área humedal

VolH: Volumen evaporado directamente del humedal

El volumen evaporado es de 79.539 m³, correspondiente al año Promedio.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| Mes | Ev | AH | Vol Total |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (m ³) |
| Enero | 49 | 0.09 | 4410 |
| Febrero | 75.1 | 0.09 | 6759 |
| Marzo | 73.9 | 0.09 | 6651 |
| Abril | 68 | 0.09 | 6120 |
| Mayo | 67.2 | 0.09 | 6048 |
| Junio | 77.9 | 0.09 | 7011 |
| Julio | 78 | 0.09 | 7020 |
| Agosto | 47.5 | 0.09 | 4275 |
| Septiembre | 76.6 | 0.09 | 6894 |
| Octubre | 77.2 | 0.09 | 6948 |
| Noviembre | 65.5 | 0.09 | 5895 |
| Diciembre | 59.2 | 0.09 | 5328 |
| Anual | 815.1 | | 73359.0 |

Cuadro 22 Volúmenes Evaporados Año Seco Humedal Maiporé

El volumen evaporado es de 73.359 m³, para el año Seco.


| Mes | Ev | AH | Vol Total |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (m ³) |
| Enero | 98.5 | 0.09 | 8865.00 |
| Febrero | 59.8 | 0.09 | 5382.00 |
| Marzo | 81.6 | 0.09 | 7344.00 |
| Abril | 85.5 | 0.09 | 7695.00 |
| Mayo | 79.3 | 0.09 | 7137.00 |
| Junio | 92.8 | 0.09 | 8352.00 |
| Julio | 76.2 | 0.09 | 6858.00 |
| Agosto | 84.5 | 0.09 | 7605.00 |
| Septiembre | 84.2 | 0.09 | 7578.00 |
| Octubre | 61 | 0.09 | 5490.00 |
| Noviembre | 64.2 | 0.09 | 5778.00 |
| Diciembre | 55.7 | 0.09 | 5013.00 |
| Anual | 923.3 | | 83097.0 |

Cuadro 23 Volúmenes Evaporados Año Húmedo Humedal Maiporé

El volumen evaporado es de 83.097.m³, para el año Húmedo.

8.1.3 VOLUMEN DE INFILTRACIÓN

En el tema de la infiltración de la lluvia a través del suelo, diversos autores (Ortiz-Ortiz, 1990; Fernández-Sanjurjo, 1999; Salgado, 2001) definen que, si bien los valores absolutos de la porosidad no bastan para estimar la permeabilidad del suelo, ya que se requiere identificar la

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

textura, la estructura, el contenido en materia orgánica, y la capacidad de los estratos del suelo para transportar agua, todo lo anterior se puede expresar como lámina de agua que se infiltra por unidad de tiempo o como porcentaje de agua que se infiltra en un suelo, En el cuadro 24, se registra que según el tipo de suelo predominante en la zona (según clasificación de la FAO), se puede establecer el porcentaje de agua que se infiltra.

| Tipo de Suelo | Infiltración | | |
|---------------|--|----------------|----------------------------|
| | Capacidad (lámina de agua / hora) ^A | | (% de lluvia) ^B |
| Andosol (T) | Media | 1.75 a 2.5 cm | 12 |
| Cambisol (B) | Lenta | 0.25 a 1.75 cm | 8 |
| Feozem (H) | Media | 1.75 a 2.5 cm | 12 |
| Fluvisol (J) | Rápida | > 2.5 cm | 15 |
| Gleysol (G) | Muy lenta | < 0.25 cm | 4 |
| Histosol (O) | Media | 1.75 a 2.5 cm | 12 |
| Litosol (Y) | Media | 1.75 a 2.5 cm | 12 |
| Luvisol (L) | Lenta | 0.25 a 1.75 cm | 8 |
| Planosol (W) | Lenta | 0.25 a 1.75 cm | 8 |
| Regosol (R) | Media | 1.75 a 2.5 cm | 12 |
| Solonchak (Z) | Muy lenta | < 0.25 cm | 4 |
| Vertisol (V) | Muy lenta | < 0.25 cm | 4 |


A) Ortiz y Ortiz (1990).

B) Osuna y Padilla, 1998; Fernández-Sanjurio, 1999; Salgado, 2001.

Cuadro 24 Capacidad de Infiltración y Porcentaje de Lluvia Infiltrada Según el Tipo de Suelo

De acuerdo con la exploración del subsuelo realizada por Concrelab MEDICIÓN CONFIABLE, se puede definir que el material explorado en el área de estudio corresponde con un material arcilloso, predominantemente de alta plasticidad aunque eventualmente se identificaron diferentes tipos de suelos, según el sistema unificado de clasificación de suelos, es consistente con intercalaciones de depósitos lacustres de grano fino. Estas características estratigráficas permiten identificar estos suelos dentro de la clasificación realizada por la FAO, en el documento Base Referencial Mundial del Recurso Suelo del 2007, como suelos luvisoles, los cuales corresponden a suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y una alta saturación con bases a alguna profundidad.

De acuerdo a la afirmación realizada en el párrafo anterior, el valor de porcentaje de lluvias susceptible de infiltración adoptado es de 8%. En los cuadros 25, 26, 27, se encuentra relacionada la información referente al volumen de infiltración.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| AÑO MEDIO | Mes | Pt | AH | % | Infiltración en (m3) |
|-----------|------------|-------|--------------------|---------------------|----------------------|
| | | (mm) | (Km ²) | Porcentaje de Luvia | |
| | Enero | 26.7 | 0.09 | 8 | 192.57 |
| | Febrero | 39.9 | 0.09 | 8 | 287.18 |
| | Marzo | 56.2 | 0.09 | 8 | 404.88 |
| | Abril | 94.5 | 0.09 | 8 | 680.59 |
| | Mayo | 93.9 | 0.09 | 8 | 676.19 |
| | Junio | 72.4 | 0.09 | 8 | 521.37 |
| | Julio | 56.6 | 0.09 | 8 | 407.53 |
| | Agosto | 50.4 | 0.09 | 8 | 362.76 |
| | Septiembre | 53.1 | 0.09 | 8 | 382.21 |
| | Octubre | 99.7 | 0.09 | 8 | 717.52 |
| | Noviembre | 100.5 | 0.09 | 8 | 723.35 |
| | Diciembre | 43.5 | 0.09 | 8 | 312.84 |
| | Anual | 787.4 | | | 5669.00 |

Cuadro 25 Volúmenes Infiltrados Año promedio Humedal Maiporé

Dónde:

Pt: Precipitación total


% Lluvia: Porcentaje de Lluvia Infiltrada Según el Tipo de Suelo

Infiltración: Volumen Infiltrado

El volumen Infiltrado es de 5669 m3, correspondiente al año Promedio

| AÑO SECO (1992) | Mes | Pt | AH | % | Infiltración en (m3) |
|-----------------|------------|-------|--------------------|---------------------|----------------------|
| | | (mm) | (Km ²) | Porcentaje de Luvia | |
| | Enero | 26.7 | 0.09 | 8 | 192.24 |
| | Febrero | 13.7 | 0.09 | 8 | 98.64 |
| | Marzo | 21.9 | 0.09 | 8 | 157.68 |
| | Abril | 47.3 | 0.09 | 8 | 340.56 |
| | Mayo | 44.8 | 0.09 | 8 | 322.56 |
| | Junio | 22.4 | 0.09 | 8 | 161.28 |
| | Julio | 49.6 | 0.09 | 8 | 357.12 |
| | Agosto | 56.6 | 0.09 | 8 | 407.52 |
| | Septiembre | 51.7 | 0.09 | 8 | 372.24 |
| | Octubre | 11.2 | 0.09 | 8 | 80.64 |
| | Noviembre | 107.2 | 0.09 | 8 | 771.84 |
| | Diciembre | 36.5 | 0.09 | 8 | 262.80 |
| | Anual | 489.6 | | | 3525.12 |

Cuadro 26 Volúmenes Infiltrados Año Seco Humedal Maiporé

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

El volumen Infiltrado es de 3525.12 m3, correspondiente al año Seco.


| AÑO HUMEDO (1975) | Mes | Pt | AH | % | Infiltración |
|-------------------|--------|------|--------------------|---------------------|----------------------|
| | | (mm) | (Km ²) | Porcentaje de Luvia | en (m ³) |
| Enero | 3.0 | 0.09 | 8 | 21.60 | |
| Febrero | 68.5 | 0.09 | 8 | 493.20 | |
| Marzo | 38.8 | 0.09 | 8 | 279.36 | |
| Abril | 58.7 | 0.09 | 8 | 422.64 | |
| Mayo | 121.1 | 0.09 | 8 | 871.92 | |
| Junio | 65.8 | 0.09 | 8 | 473.76 | |
| Julio | 55.4 | 0.09 | 8 | 398.88 | |
| Agosto | 172.5 | 0.09 | 8 | 1242.00 | |
| Septiembre | 77.9 | 0.09 | 8 | 560.88 | |
| Octubre | 116.9 | 0.09 | 8 | 841.68 | |
| Noviembre | 109.2 | 0.09 | 8 | 786.24 | |
| Diciembre | 130.9 | 0.09 | 8 | 942.48 | |
| Anual | 1018.7 | | | 7334.64 | |

Cuadro 27 Volúmenes Infiltrados Año Húmedo Humedal Maiporé

El volumen Infiltrado es de 7334.64 m3, correspondiente al año Húmedo
Luego de la determinación de los aportes y las pérdidas, se estableció el balance aplicando la ecuación 3, para el cual se toma como base un volumen inicial de 28928 m3, correspondiente a un nivel de 2548.90 msnm que equivale a tener una lámina de 20 cm en el humedal correspondiente al “Caudal Ecológico” expresado en lámina de agua, observándose que para el año promedio no se presentarían déficit de caudales.
En el 28 se presenta el balance para el año promedio.

| Mes | Precipitacion | Evaporacion | Infiltración | Balance | Volumen sin Vertedero | Volumen con Vertedero | Nivel con Vertedero |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | msnm |
| Enero | 40974.62 | 6688.16 | 192.57 | 34093.89 | 63022.00 | 61072.20 | 2549.30 |
| Febrero | 61106.18 | 6383.32 | 287.18 | 54435.67 | 117457.67 | 61072.20 | 2549.30 |
| Marzo | 86150.49 | 6689.79 | 404.88 | 79055.81 | 196513.48 | 61072.20 | 2549.30 |
| Abril | 144814.47 | 5871.54 | 680.59 | 138262.34 | 334775.82 | 61072.20 | 2549.30 |
| Mayo | 143877.92 | 6460.45 | 676.19 | 136741.29 | 471517.11 | 61072.20 | 2549.30 |
| Junio | 110936.66 | 7127.40 | 521.37 | 103287.89 | 574804.99 | 61072.20 | 2549.30 |
| Julio | 86714.09 | 7664.90 | 407.53 | 78641.66 | 653446.65 | 61072.20 | 2549.30 |
| Agosto | 77186.28 | 7156.13 | 362.76 | 69667.40 | 723114.06 | 61072.20 | 2549.30 |
| Septiembre | 81325.63 | 7044.68 | 382.21 | 73898.74 | 797012.80 | 61072.20 | 2549.30 |
| Octubre | 152672.64 | 6355.74 | 717.52 | 145599.37 | 942612.18 | 61072.20 | 2549.30 |
| Noviembre | 153911.93 | 5650.55 | 723.35 | 147538.04 | 1090150.21 | 61072.20 | 2549.30 |
| Diciembre | 66565.40 | 6446.40 | 312.84 | 59806.16 | 1149956.37 | 61072.20 | 2549.30 |
| Anual | 1206236.31 | 79539.05 | 5669.00 | 1126697.26 | | | |

Cuadro 28 Balance Año promedio Humedal Maiporé

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

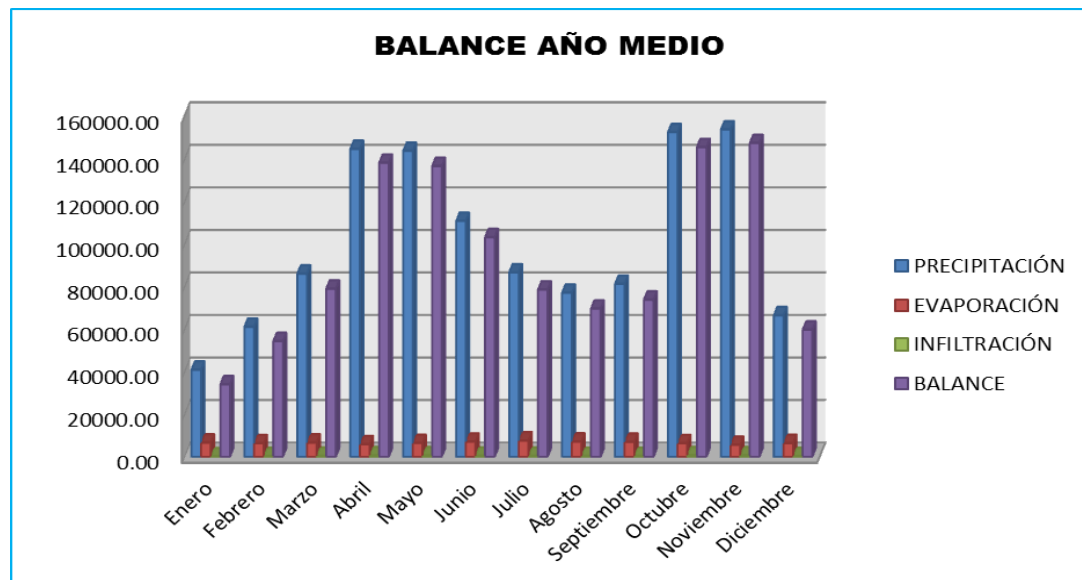



Ilustración 33 Balance Año Promedio Humedal Maiporé

Según este balance a partir del mes de Enero ya tendríamos salidas de caudal por rebose (ubicado en la cota 2549.30). Cabe aclarar que a pesar de que el nivel mínimo obtenido corresponde al mes de Enero, se tomó como Febrero, es decir 2548.96, debido a que el número de registros existentes en el mes de enero NO hacían este dato confiable.

En el

| Mes | Precipitación | Evaporación | Infiltración | Balace | Volumen sin Vertedero | Volumen con Vertedero | Nivel con Vertedero |
|------------|---------------|-------------|--------------|-----------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| | (m³) | (m³) | (m³) | (m³) | (m³) | (m³) | msnm |
| Enero | 40904.4 | 4410 | 192.24 | 36302.16 | 65230.3 | 61072.20 | 2549.30 |
| Febrero | 20988.4 | 6759 | 98.64 | 14130.76 | 79361.03 | 61072.20 | 2549.30 |
| Marzo | 33550.8 | 6651 | 157.68 | 26742.12 | 106103.15 | 61072.20 | 2549.30 |
| Abril | 72463.6 | 6120 | 340.56 | 66003.04 | 172106.19 | 61072.20 | 2549.30 |
| Mayo | 68633.6 | 6048 | 322.56 | 62263.04 | 234369.23 | 61072.20 | 2549.30 |
| Junio | 34316.8 | 7011 | 161.28 | 27144.52 | 261513.75 | 61072.20 | 2549.30 |
| Julio | 75987.2 | 7020 | 357.12 | 68610.08 | 330123.83 | 61072.20 | 2549.30 |
| Agosto | 86711.2 | 4275 | 407.52 | 82028.68 | 412152.51 | 61072.20 | 2549.30 |
| Septiembre | 79204.4 | 6894 | 372.24 | 71938.16 | 484090.67 | 61072.20 | 2549.30 |
| Octubre | 17158.4 | 6948 | 80.64 | 10129.76 | 494220.43 | 61072.20 | 2549.30 |
| Noviembre | 164230.4 | 5895 | 771.84 | 157563.56 | 651783.99 | 61072.20 | 2549.30 |
| Diciembre | 55918 | 5328 | 262.80 | 50327.20 | 702111.19 | 61072.20 | 2549.30 |
| Anual | 750067.2 | 73359.0 | 3525.12 | 676708.2 | | | |

Cuadro 29 se presenta el balance para el año seco.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| Mes | Precipitación | Evaporación | Infiltración | Balance | Volumen sin Vertedero | Volumen con Vertedero | Nivel con Vertedero |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | msnm |
| Enero | 40904.4 | 4410 | 192.24 | 36302.16 | 65230.3 | 61072.20 | 2549.30 |
| Febrero | 20988.4 | 6759 | 98.64 | 14130.76 | 79361.03 | 61072.20 | 2549.30 |
| Marzo | 33550.8 | 6651 | 157.68 | 26742.12 | 106103.15 | 61072.20 | 2549.30 |
| Abril | 72463.6 | 6120 | 340.56 | 66003.04 | 172106.19 | 61072.20 | 2549.30 |
| Mayo | 68633.6 | 6048 | 322.56 | 62263.04 | 234369.23 | 61072.20 | 2549.30 |
| Junio | 34316.8 | 7011 | 161.28 | 27144.52 | 261513.75 | 61072.20 | 2549.30 |
| Julio | 75987.2 | 7020 | 357.12 | 68610.08 | 330123.83 | 61072.20 | 2549.30 |
| Agosto | 86711.2 | 4275 | 407.52 | 82028.68 | 412152.51 | 61072.20 | 2549.30 |
| Septiembre | 79204.4 | 6894 | 372.24 | 71938.16 | 484090.67 | 61072.20 | 2549.30 |
| Octubre | 17158.4 | 6948 | 80.64 | 10129.76 | 494220.43 | 61072.20 | 2549.30 |
| Noviembre | 164230.4 | 5895 | 771.84 | 157563.56 | 651783.99 | 61072.20 | 2549.30 |
| Diciembre | 55918 | 5328 | 262.80 | 50327.20 | 702111.19 | 61072.20 | 2549.30 |
| Anual | 750067.2 | 73359.0 | 3525.12 | 676708.2 | | | |

Cuadro 29 Balance Año Seco Humedal Maiporé

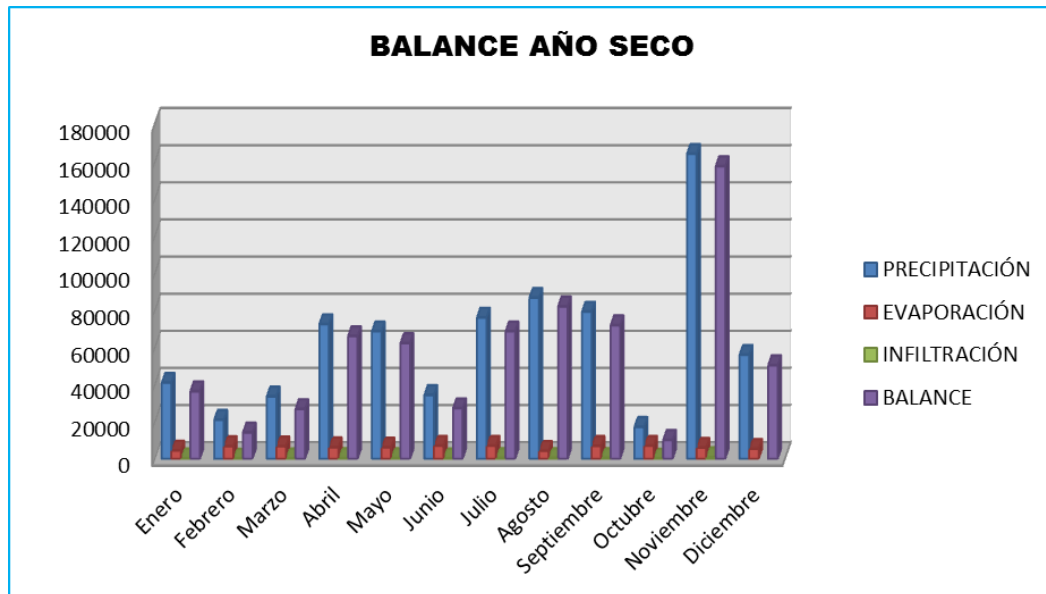



Ilustración 34 Balance Año Seco Humedal Maiporé

Según este balance a partir del mes de Enero ya tendríamos salidas de caudal por rebose (ubicado en la cota 2549.30). Si se observa para el año de 1992 en los meses de febrero y octubre se presentaron los volúmenes más bajos del balance, esto no causa problemas en el volumen de almacenamiento, debido a que por el gran tamaño del área aportante, los volúmenes

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

almacenados en meses anteriores permiten que no se presenten niveles secos en el humedal. El nivel mínimo del año seco corresponde al mes de Febrero, es decir 2549.30.

En el Cuadro 30 se presenta el balance para el año Húmedo.

| Mes | Precipitación | Evaporación | Infiltración | Balance | Volumen sin Vertedero | Volumen con Vertedero | Nivel con Vertedero |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | msnm |
| Enero | 4596.00 | 8865.00 | 21.60 | -4290.60 | 24637.51 | 24637.51 | 2548.76 |
| Febrero | 104942.00 | 5382.00 | 493.20 | 99066.80 | 123704.31 | 61072.20 | 2549.30 |
| Marzo | 59441.60 | 7344.00 | 279.36 | 51818.24 | 175522.55 | 61072.20 | 2549.30 |
| Abril | 89928.40 | 7695.00 | 422.64 | 81810.76 | 257333.31 | 61072.20 | 2549.30 |
| Mayo | 185525.20 | 7137.00 | 871.92 | 177516.28 | 434849.59 | 61072.20 | 2549.30 |
| Junio | 100805.60 | 8352.00 | 473.76 | 91979.84 | 526829.43 | 61072.20 | 2549.30 |
| Julio | 84872.80 | 6858.00 | 398.88 | 77615.92 | 604445.35 | 61072.20 | 2549.30 |
| Agosto | 264270.00 | 7605.00 | 1242.00 | 255423.00 | 859868.35 | 61072.20 | 2549.30 |
| Septiembre | 119342.80 | 7578.00 | 560.88 | 111203.92 | 971072.27 | 61072.20 | 2549.30 |
| Octubre | 179090.80 | 5490.00 | 841.68 | 172759.12 | 1143831.39 | 61072.20 | 2549.30 |
| Noviembre | 167294.40 | 5778.00 | 786.24 | 160730.16 | 1304561.55 | 61072.20 | 2549.30 |
| Diciembre | 200538.80 | 5013.00 | 942.48 | 194583.32 | 1499144.87 | 61072.20 | 2549.30 |
| Anual | 1560648.40 | 83097.00 | 7334.64 | 1477551.40 | | | |

Cuadro 30 Balance Año Húmedo Humedal Maiporé

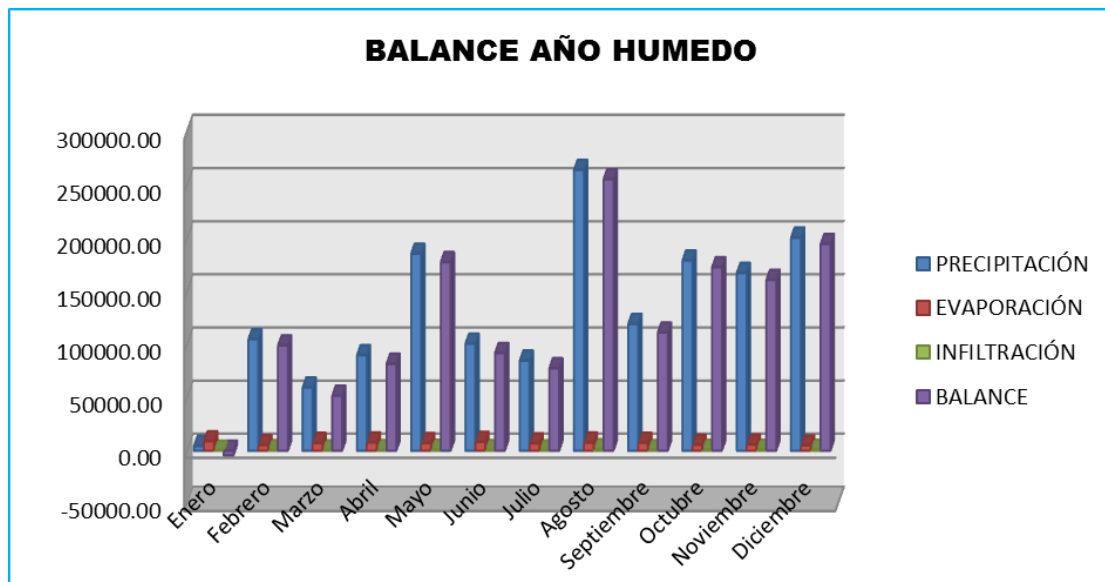



Ilustración 35 Balance Año Húmedo Humedal Maiporé

Según este balance a partir del mes de abril ya tendríamos salidas de caudal por rebose (ubicado en la cota 2549.30). El nivel mínimo del año húmedo corresponde al mes de febrero, es decir

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

2549.30, lo anterior debido a que el número de registros existentes en el mes de enero NO hacían este dato confiable.

8.2 BALANCE HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA CON CUENCAS INFORME TECNICO N0. 080 DEL 20 MAY 15

Como se hizo mención al inicio de este capítulo, el balance hidrológico de los humedales puede ser expresado de manera semejante al principio de conservación de la masa o ecuación de continuidad. Para un intervalo de tiempo determinado la ecuación de continuidad se expresa en la forma:

$$E - S = \Delta V$$

Dónde:

E = Entradas de agua al Humedal


S = Salidas de agua del Humedal

ΔV = Cambio de almacenamiento en el Humedal

Todas las variables son volúmenes de agua expresadas en m³.

8.2.1 VOLUMEN DE PRECIPITACIÓN

Para el cálculo del volumen de precipitación se utilizó el procedimiento descrito en el numeral 7.1.1, en los cuadros 31, 32, 33 se observan los resultados del volumen de precipitación para cada una de las condiciones analizadas.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| AÑO MEDIO | Mes | Pt | AH | AT | Ce H | Ce T | Pe H | Pe T | Vol H | Vol T | Vol Total |
|--------------|--------------|------|--------------------|--------------------|------|--------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | (mm) | (Km ²) | (Km ²) | | | (mm) | (mm) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| Enero | 26,7 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 26,7458 | 9,36 | 267,46 | 3557,20 | 3824,65 | |
| Febrero | 39,9 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 39,8865 | 13,96 | 398,87 | 5304,91 | 5703,78 | |
| Marzo | 56,2 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 56,234 | 19,68 | 562,34 | 7479,12 | 8041,46 | |
| Abril | 94,5 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 94,5264 | 33,08 | 945,26 | 12572,01 | 13517,28 | |
| Mayo | 93,9 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 93,9151 | 32,87 | 939,15 | 12490,71 | 13429,86 | |
| Junio | 72,4 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 72,413 | 25,34 | 724,13 | 9630,92 | 10355,05 | |
| Julio | 56,6 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 56,6019 | 19,81 | 566,02 | 7528,05 | 8094,07 | |
| Agosto | 50,4 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 50,3827 | 17,63 | 503,83 | 6700,90 | 7204,73 | |
| Septiembre | 53,1 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 53,0846 | 18,58 | 530,85 | 7060,25 | 7591,10 | |
| Octubre | 99,7 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 99,6558 | 34,88 | 996,56 | 13254,22 | 14250,78 | |
| Noviembre | 100,5 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 100,465 | 35,16 | 1004,65 | 13361,81 | 14366,45 | |
| Diciembre | 43,5 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 43,45 | 15,21 | 434,50 | 5778,85 | 6213,35 | |
| Anual | 787,4 | | | | | 787,4 | 275,6 | 7873,61 | 104718,95 | 112592,55 | |


Cuadro 31 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Promedio Cola de Tierra Blanca

El volumen total anual precipitado es de 112.592 m3.

| AÑO SECO (1992) | Mes | Pt | AH | AT | Ce H | Ce T | Pe H | Pe T | Vol H | Vol T | Vol Total |
|-----------------|--------------|------|--------------------|--------------------|------|--------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | (mm) | (Km ²) | (Km ²) | | | (mm) | (mm) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| Enero | 26,7 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 26,7 | 9,35 | 267,00 | 3551,10 | 3818,1 | |
| Febrero | 13,7 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 13,7 | 4,80 | 137,00 | 1822,10 | 1959,1 | |
| Marzo | 21,9 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 21,9 | 7,67 | 219,00 | 2912,70 | 3131,7 | |
| Abril | 47,3 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 47,3 | 16,56 | 473,00 | 6290,90 | 6763,9 | |
| Mayo | 44,8 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 44,8 | 15,68 | 448,00 | 5958,40 | 6406,4 | |
| Junio | 22,4 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 22,4 | 7,84 | 224,00 | 2979,20 | 3203,2 | |
| Julio | 49,6 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 49,6 | 17,36 | 496,00 | 6596,80 | 7092,8 | |
| Agosto | 56,6 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 56,6 | 19,81 | 566,00 | 7527,80 | 8093,8 | |
| Septiembre | 51,7 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 51,7 | 18,10 | 517,00 | 6876,10 | 7393,1 | |
| Octubre | 11,2 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 11,2 | 3,92 | 112,00 | 1489,60 | 1601,6 | |
| Noviembre | 107,2 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 107,2 | 37,52 | 1072,00 | 14257,60 | 15329,6 | |
| Diciembre | 36,5 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 36,5 | 12,78 | 365,00 | 4854,50 | 5219,5 | |
| Anual | 489,6 | | | | | 489,6 | 171,4 | 4896,0 | 65116,8 | 70012,8 | |

Cuadro 32 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Seco Cola de Tierra Blanca

El volumen total anual precipitado es de 70012 m3, que corresponde al menor valor registrado en la serie anual (año 1992).

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| | Mes | Pt | AH | AT | Ce H | Ce T | Pe H | Pe T | Vol H | Vol T | Vol Total | |
|--------------------------|--------------|---------------|--------------------|--------------------|------|------|-------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | | (mm) | (Km ²) | (Km ²) | | | (mm) | (mm) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | |
| AÑO HUMEDO (1975) | Enero | 3,0 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 3 | 1,05 | 30,00 | 399,00 | 429,00 | |
| | Febrero | 68,5 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 68,5 | 23,98 | 685,00 | 9110,50 | 9795,50 | |
| | Marzo | 38,8 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 38,8 | 13,58 | 388,00 | 5160,40 | 5548,40 | |
| | Abril | 58,7 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 58,7 | 20,55 | 587,00 | 7807,10 | 8394,10 | |
| | Mayo | 121,1 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 121,1 | 42,39 | 1211,00 | 16106,30 | 17317,30 | |
| | Junio | 65,8 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 65,8 | 23,03 | 658,00 | 8751,40 | 9409,40 | |
| | Julio | 55,4 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 55,4 | 19,39 | 554,00 | 7368,20 | 7922,20 | |
| | Agosto | 172,5 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 172,5 | 60,38 | 1725,00 | 22942,50 | 24667,50 | |
| | Septiembre | 77,9 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 77,9 | 27,27 | 779,00 | 10360,70 | 11139,70 | |
| | Octubre | 116,9 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 116,9 | 40,92 | 1169,00 | 15547,70 | 16716,70 | |
| | Noviembre | 109,2 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 109,2 | 38,22 | 1092,00 | 14523,60 | 15615,60 | |
| | Diciembre | 130,9 | 0,01 | 0,38 | 100 | 35 | 130,9 | 45,82 | 1309,00 | 17409,70 | 18718,70 | |
| | Anual | 1018,7 | | | | | | | 1018,7 | 356,5 | 10187,00 | 135487,10 |

Cuadro 33 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Seco Cola de Tierra Blanca


El volumen total anual precipitado es de 145.674 m³, que corresponde al mayor valor registrado en la serie anual (año 1975).

8.2.2 VOLUMEN EVAPORADO

Los valores de evaporación de los cuerpos de agua, se obtuvieron utilizando los datos de evaporación medidos en la estación el Muña, afectándola por el área aferente de cada espejo de agua de los Humedales.

El valor de la evaporación se calculó suponiendo que la lámina de agua se encuentra sobre la cota máxima topografía, es decir la cota 2550.86 msnm, este nivel corresponde a un área aproximada de 0.01 Km².

En los cuadros 34, 35, 36, se registran los datos obtenidos de volumen evaporado.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| Mes | Ev | AH | Vol Total |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (m ³) |
| Enero | 74,31 | 0,01 | 743,13 |
| Febrero | 70,93 | 0,01 | 709,26 |
| Marzo | 74,33 | 0,01 | 743,31 |
| Abril | 65,24 | 0,01 | 652,39 |
| Mayo | 71,78 | 0,01 | 717,83 |
| Junio | 79,19 | 0,01 | 791,93 |
| Julio | 85,17 | 0,01 | 851,66 |
| Agosto | 79,51 | 0,01 | 795,13 |
| Septiembre | 78,27 | 0,01 | 782,74 |
| Octubre | 70,62 | 0,01 | 706,19 |
| Noviembre | 62,78 | 0,01 | 627,84 |
| Diciembre | 71,63 | 0,01 | 716,27 |
| Anual | 883,8 | | 8837,7 |


Cuadro 34 Volúmenes Evaporados Año promedio Cola de Tierra Blanca

El volumen evaporado es de 8.837,7 m³, correspondiente al año Promedio

| Mes | Ev | AH | Vol Total |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (m ³) |
| Enero | 49 | 0,01 | 490,0 |
| Febrero | 75,1 | 0,01 | 751,0 |
| Marzo | 73,9 | 0,01 | 739,0 |
| Abril | 68 | 0,01 | 680,0 |
| Mayo | 67,2 | 0,01 | 672,0 |
| Junio | 77,9 | 0,01 | 779,0 |
| Julio | 78 | 0,01 | 780,0 |
| Agosto | 47,5 | 0,01 | 475,0 |
| Septiembre | 76,6 | 0,01 | 766,0 |
| Octubre | 77,2 | 0,01 | 772,0 |
| Noviembre | 65,5 | 0,01 | 655,0 |
| Diciembre | 59,2 | 0,01 | 592,0 |
| Anual | 815,1 | | 8151,0 |

Cuadro 35 Volúmenes Evaporados Año Seco Cola de Tierra Blanca

El volumen evaporado es de 8.151 m³, correspondiente al año Seco

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| Mes | Ev | AH | Vol Total |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (m ³) |
| Enero | 98,5 | 0,01 | 985,00 |
| Febrero | 59,8 | 0,01 | 598,00 |
| Marzo | 81,6 | 0,01 | 816,00 |
| Abril | 85,5 | 0,01 | 855,00 |
| Mayo | 79,3 | 0,01 | 793,00 |
| Junio | 92,8 | 0,01 | 928,00 |
| Julio | 76,2 | 0,01 | 762,00 |
| Agosto | 84,5 | 0,01 | 845,00 |
| Septiembre | 84,2 | 0,01 | 842,00 |
| Octubre | 61 | 0,01 | 610,00 |
| Noviembre | 64,2 | 0,01 | 642,00 |
| Diciembre | 55,7 | 0,01 | 557,00 |
| Anual | 923,3 | | 9233,0 |

Cuadro 36 Volúmenes Evaporados Año Húmedo Cola de Tierra Blanca

El volumen evaporado es de 9.233 m³, correspondiente al año Húmedo


8.2.3 VOLUMEN DE INFILTRACIÓN

Para la determinación de esta variable, el procedimiento a aplicar consistió en considerar el valor de la precipitación mensual para cada humedal y afectarla por el porcentaje de lluvia de acuerdo al tipo de suelo.

En los cuadros 37, 38, 39, se presentan los resultados de los datos de volumen de infiltración obtenidos.

| | Mes | Pt | AH | % | Infiltración |
|------------------|--------------|--------------|--------------------|---------------------|---------------|
| | | (mm) | (Km ²) | Porcentaje de Luvia | |
| AÑO MEDIO | Enero | 26.7 | 0.01 | 8 | 21.40 |
| | Febrero | 39.9 | 0.01 | 8 | 31.91 |
| | Marzo | 56.2 | 0.01 | 8 | 44.99 |
| | Abril | 94.5 | 0.01 | 8 | 75.62 |
| | Mayo | 93.9 | 0.01 | 8 | 75.13 |
| | Junio | 72.4 | 0.01 | 8 | 57.93 |
| | Julio | 56.6 | 0.01 | 8 | 45.28 |
| | Agosto | 50.4 | 0.01 | 8 | 40.31 |
| | Septiembre | 53.1 | 0.01 | 8 | 42.47 |
| | Octubre | 99.7 | 0.01 | 8 | 79.72 |
| | Noviembre | 100.5 | 0.01 | 8 | 80.37 |
| | Diciembre | 43.5 | 0.01 | 8 | 34.76 |
| | Anual | 787.4 | | | 629.89 |

Cuadro 37 Volúmenes Infiltrados Año Medio Cola de Tierra Blanca

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |


| AÑO SECO (1992) | Mes | Pt | AH | % | Infiltración |
|-----------------|------------|------|--------------------|---------------------|--------------|
| | | (mm) | (Km ²) | Porcentaje de Luvia | |
| | Enero | 26.7 | 0.01 | 8 | 21.36 |
| | Febrero | 13.7 | 0.01 | 8 | 10.96 |
| | Marzo | 21.9 | 0.01 | 8 | 17.52 |
| | Abril | 47.3 | 0.01 | 8 | 37.84 |
| | Mayo | 44.8 | 0.01 | 8 | 35.84 |
| | Junio | 22.4 | 0.01 | 8 | 17.92 |
| | Julio | 49.6 | 0.01 | 8 | 39.68 |
| | Agosto | 56.6 | 0.01 | 8 | 45.28 |
| | Septiembre | 51.7 | 0.01 | 8 | 41.36 |
| | Octubre | 11.2 | 0.01 | 8 | 8.96 |
| Noviembre | 107.2 | 0.01 | 8 | 85.76 | |
| Diciembre | 36.5 | 0.01 | 8 | 29.20 | |
| Anual | 489.6 | | | 391.68 | |

Cuadro 38 Volúmenes Infiltrados Año Seco Cola de Tierra Blanca

| AÑO HUMEDO (1975) | Mes | Pt | AH | % | Infiltración |
|-------------------|------------|-------|--------------------|---------------------|--------------|
| | | (mm) | (Km ²) | Porcentaje de Luvia | |
| | Enero | 3.0 | 0.01 | 8 | 2.40 |
| | Febrero | 68.5 | 0.01 | 8 | 54.80 |
| | Marzo | 38.8 | 0.01 | 8 | 31.04 |
| | Abril | 58.7 | 0.01 | 8 | 46.96 |
| | Mayo | 121.1 | 0.01 | 8 | 96.88 |
| | Junio | 65.8 | 0.01 | 8 | 52.64 |
| | Julio | 55.4 | 0.01 | 8 | 44.32 |
| | Agosto | 172.5 | 0.01 | 8 | 138.00 |
| | Septiembre | 77.9 | 0.01 | 8 | 62.32 |
| | Octubre | 116.9 | 0.01 | 8 | 93.52 |
| Noviembre | 109.2 | 0.01 | 8 | 87.36 | |
| Diciembre | 130.9 | 0.01 | 8 | 104.72 | |
| Anual | 1018.7 | | | 814.96 | |

Cuadro 39 Volúmenes Infiltrados Año Húmedo Cola de Tierra Blanca

La disponibilidad de agua para el humedal Cola de Tierra Blanca, es el valor que resulta de la diferencia entre el volumen las entradas (precipitación) y el volumen de las salidas (Evaporación, infiltración). En los cuadros 40, 41, 42, se describe los resultados obtenidos.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| Mes | Precipitacion | Evaporacion | Inifiltración | Balance | Volumen sin Vertedero | Volmumen con Vertedero | Nivel |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|---------|
| | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | msnm |
| Enero | 3824.65 | 743.13 | 21.40 | 3060.13 | 4281.87 | 4281.9 | 2550.17 |
| Febrero | 5703.78 | 709.26 | 31.91 | 4962.61 | 9244.48 | 7364.62 | 2550.46 |
| Marzo | 8041.46 | 743.31 | 44.99 | 7253.16 | 16497.64 | 7364.62 | 2550.46 |
| Abril | 13517.28 | 652.39 | 75.62 | 12789.26 | 29286.90 | 7364.62 | 2550.46 |
| Mayo | 13429.86 | 717.83 | 75.13 | 12636.90 | 41923.80 | 7364.62 | 2550.46 |
| Junio | 10355.05 | 791.93 | 57.93 | 9505.19 | 51428.99 | 7364.62 | 2550.46 |
| Julio | 8094.07 | 851.66 | 45.28 | 7197.13 | 58626.13 | 7364.62 | 2550.46 |
| Agosto | 7204.73 | 795.13 | 40.31 | 6369.29 | 64995.42 | 7364.62 | 2550.46 |
| Septiembre | 7591.10 | 782.74 | 42.47 | 6765.89 | 71761.31 | 7364.62 | 2550.46 |
| Octubre | 14250.78 | 706.19 | 79.72 | 13464.86 | 85226.17 | 7364.62 | 2550.46 |
| Noviembre | 14366.45 | 627.84 | 80.37 | 13658.24 | 98884.41 | 7364.62 | 2550.46 |
| Diciembre | 6213.35 | 716.27 | 34.76 | 5462.32 | 104346.73 | 7364.62 | 2550.46 |
| Anual | 112592.55 | 8837.67 | 629.89 | 103124.99 | | | |

Cuadro 40 Balance año Promedio Humedal Cola de Tierra Blanca

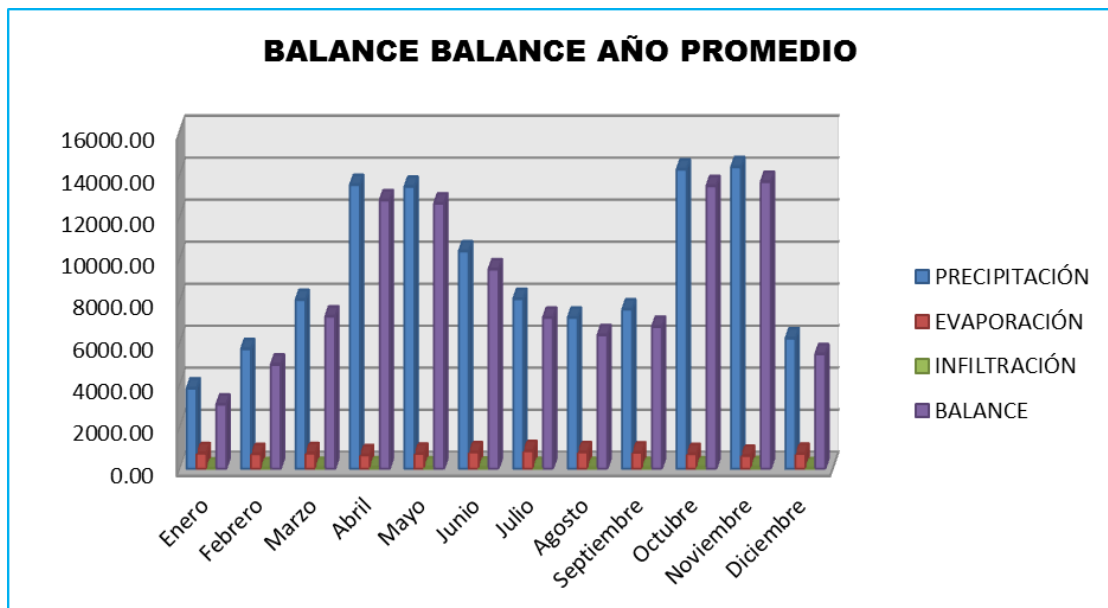



Ilustración 36 Balance Año Promedio Humedal Cola de Tierra Blanca

Según este balance a partir del mes de febrero ya tendríamos salidas de caudal por rebose (ubicado en la cota 2550.46). Cabe aclarar que el nivel mínimo del año promedio se tomó para el

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

mes de febrero, es decir 2550.46, lo anterior debido a que el número de registros existentes en el mes de enero NO hacían este dato confiable.

| Mes | Precipitacion | Evaporacion | Inifiltración | Balance | Volumen sin Vertedero | Volmumen con Vertedero | Nivel |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|---------|
| | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | msnm |
| Enero | 3818.1 | 490 | 21.36 | 3306.74 | 4528.48 | 4528.5 | 2550.20 |
| Febrero | 1959.1 | 751 | 10.96 | 1197.14 | 5725.62 | 5725.62 | 2550.34 |
| Marzo | 3131.7 | 739 | 17.52 | 2375.18 | 8100.80 | 7364.62 | 2550.46 |
| Abril | 6763.9 | 680 | 37.84 | 6046.06 | 14146.86 | 7364.62 | 2550.46 |
| Mayo | 6406.4 | 672 | 35.84 | 5698.56 | 19845.42 | 7364.62 | 2550.46 |
| Junio | 3203.2 | 779 | 17.92 | 2406.28 | 22251.70 | 7364.62 | 2550.46 |
| Julio | 7092.8 | 780 | 39.68 | 6273.12 | 28524.82 | 7364.62 | 2550.46 |
| Agosto | 8093.8 | 475 | 45.28 | 7573.52 | 36098.34 | 7364.62 | 2550.46 |
| Septiembre | 7393.1 | 766 | 41.36 | 6585.74 | 42684.08 | 7364.62 | 2550.46 |
| Octubre | 1601.6 | 772 | 8.96 | 820.64 | 43504.72 | 7364.62 | 2550.46 |
| Noviembre | 15329.6 | 655 | 85.76 | 14588.84 | 58093.56 | 7364.62 | 2550.46 |
| Diciembre | 5219.5 | 592 | 29.20 | 4598.3 | 62691.86 | 7364.62 | 2550.46 |
| Anual | 70012.8 | 8151.0 | 391.7 | 61470.12 | | | |

Cuadro 41 Balance Año Seco Humedal cola de Tierra Blanca

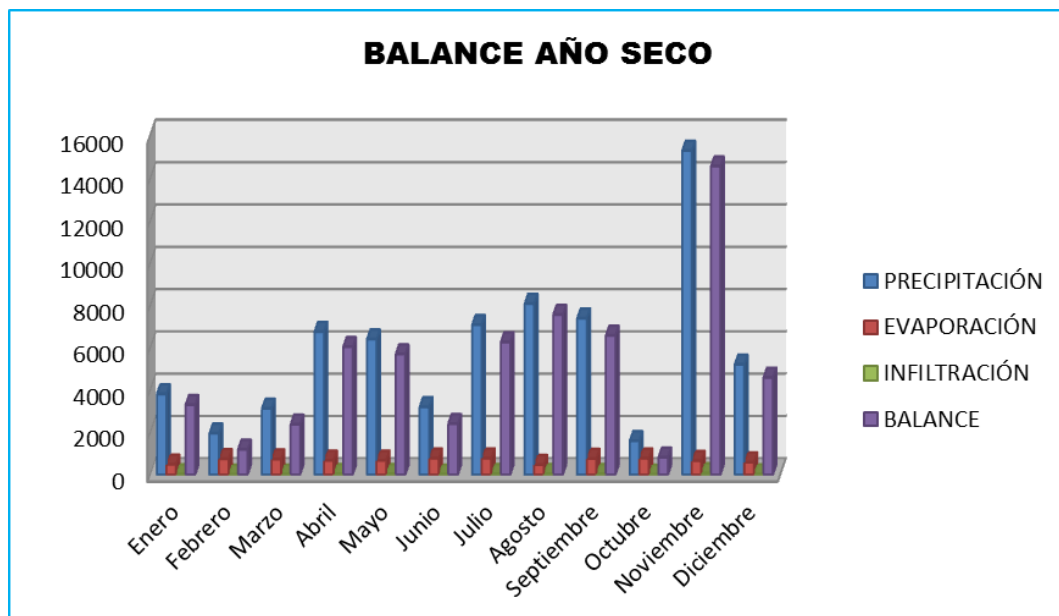



Ilustración 37 Balance Año Seco Humedal Cola de Tierra Blanca

Si se observa para el año de 1992 en los meses de febrero y octubre tal como se ocurrió en humedal Maipore se presentaron los volúmenes más bajos del balance, esto no causa problemas

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

en el volumen de almacenamiento, debido a que por el gran tamaño del área aportante los volúmenes de los meses anteriores permiten que no se presenten niveles secos en el humedal. Según este balance a partir del mes de Marzo ya tendríamos salidas de caudal por rebose (ubicado en la cota 2550.86). Cabe aclarar que el nivel mínimo del año seco se tomó para el mes de Febrero, es decir 2550.34, lo anterior debido a que el número de registros existentes en el mes de enero NO hacían este dato confiable.

| Mes | Precipitacion | Evaporacion | Infiltración | Balance | Volumen sin Vertedero | Volmumen con Vertedero | Nivel |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|---------|
| | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | msnm |
| Enero | 429.00 | 985.00 | 2.40 | -558.40 | 663.34 | 663.3 | 2549.61 |
| Febrero | 9795.50 | 598.00 | 54.80 | 9142.70 | 9806.04 | 7364.62 | 2550.46 |
| Marzo | 5548.40 | 816.00 | 31.04 | 4701.36 | 14507.40 | 7364.62 | 2550.46 |
| Abril | 8394.10 | 855.00 | 46.96 | 7492.14 | 21999.54 | 7364.62 | 2550.46 |
| Mayo | 17317.30 | 793.00 | 96.88 | 16427.42 | 38426.96 | 7364.62 | 2550.46 |
| Junio | 9409.40 | 928.00 | 52.64 | 8428.76 | 46855.72 | 7364.62 | 2550.46 |
| Julio | 7922.20 | 762.00 | 44.32 | 7115.88 | 53971.60 | 7364.62 | 2550.46 |
| Agosto | 24667.50 | 845.00 | 138.00 | 23684.50 | 77656.10 | 7364.62 | 2550.46 |
| Septiembre | 11139.70 | 842.00 | 62.32 | 10235.38 | 87891.48 | 7364.62 | 2550.46 |
| Octubre | 16716.70 | 610.00 | 93.52 | 16013.18 | 103904.66 | 7364.62 | 2550.46 |
| Noviembre | 15615.60 | 642.00 | 87.36 | 14886.24 | 118790.90 | 7364.62 | 2550.46 |
| Diciembre | 18718.70 | 557.00 | 104.72 | 18056.98 | 136847.88 | 7364.62 | 2550.46 |
| Anual | 145674.10 | 9233.00 | 814.96 | 135626.14 | | | |

Cuadro 42 Balance Año Húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca

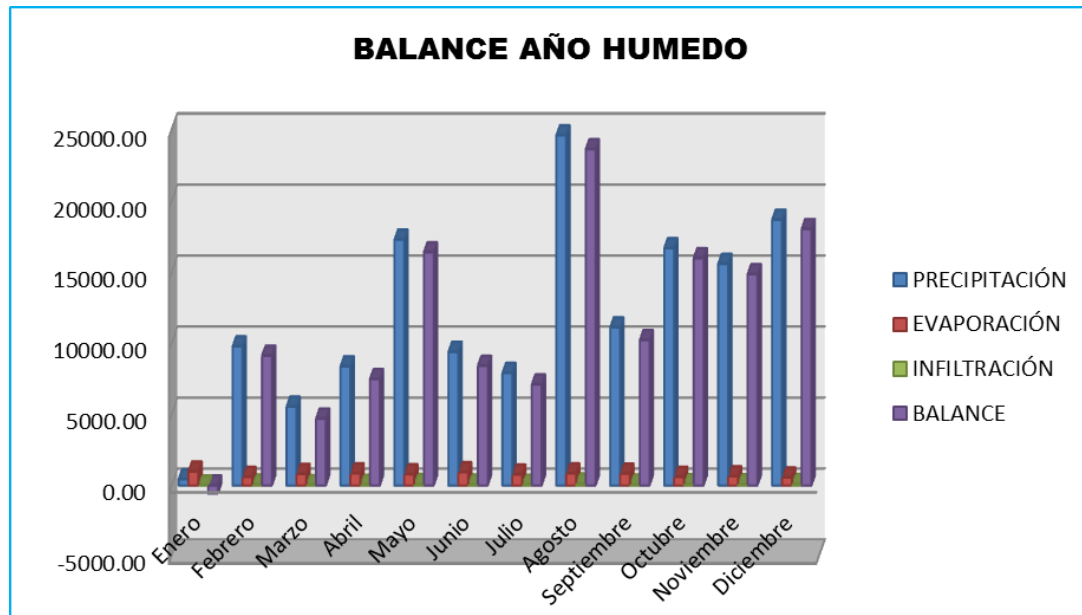



Ilustración 38 Balance año Húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Después de realizar el ejercicio de balance para cada uno de los años escogidos, se observa que los niveles en promedio del humedal corresponderían a su cota máxima, esto debido a que la escorrentía superficial es mucho mayor a la evaporación e infiltración.

Según este balance a partir del mes de Febrero ya tendríamos salidas de caudal por rebose (ubicado en la cota 2550.46). Cabe aclarar que el nivel mínimo del año seco se tomó para el mes de Febrero, es decir 2550.46

8.3 BALANCE HUMEDAL MAIPORE CON CUENCAS REALES

Considerando la magnitud real de las cuencas de ambos humedales, referenciada en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, del presente informe, a continuación presentamos el Balance Hídrico para las 87.72 Ha (0.88 Km²) del Humedal Maipore y para las 374.09 Ha (3.74 Km²) del Humedal Cola de Tierra Blanca. Ver Ilustración 12.

De acuerdo con lo anterior, se calculó primero el volumen total precipitado, para lo cual se tuvo en cuenta el área tributaria de la cuenca y el área directa del espejo de agua del humedal. Para el Humedal Maiporé, se consideró un coeficiente de escorrentía de 0.35, para un área tributaria de 0.88 Km², teniendo en cuenta que es una zona no urbanizada y presenta pérdidas en su trayectoria de drenaje y para la segunda, se consideró un coeficiente de 1.0, para un área tributaria de 0.09 Km², puesto que la precipitación es directa sobre el espejo de agua.

En el Humedal Cola de Tierra Blanca, se consideró un coeficiente de escorrentía de 0.35, para un área tributaria de 3.74 Km², teniendo en cuenta que es una zona no urbanizada y presenta pérdidas en su trayectoria de drenaje y para la segunda, se consideró un coeficiente de 1.0, para un área tributaria de 0.01 Km², puesto que la precipitación es directa sobre el espejo de agua.


| VEGETACIÓN | PENDIENTE (%) | TEXTURA DEL SUELO | | |
|---------------------|---------------|-------------------|--------------------|---------|
| | | Arenosa | Arcillosa y limosa | Arcilla |
| Bosques | 0-5 | 0,10 | 0,30 | 0,40 |
| | 5-10 | 0,25 | 0,35 | 0,50 |
| | 10-30 | 0,30 | 0,50 | 0,60 |
| Pastizales | 0-5 | 0,10 | 0,30 | 0,40 |
| | 5-10 | 0,16 | 0,36 | 0,55 |
| | 10-30 | 0,22 | 0,42 | 0,60 |
| Terrenos de cultivo | 0-5 | 0,30 | 0,50 | 0,60 |
| | 5-10 | 0,40 | 0,60 | 0,70 |
| | 10-30 | 0,52 | 0,72 | 0,82 |

Tabla para determinar 'indistintamente' caudales punta por el método racional y para dimensionar zanjas de infiltración

Cuadro 43 Coeficientes de Escorrentía Según Velasco-Molina 1991

El valor de la evaporación y la infiltración se calculó de la misma manera en que se realiza el balance con las áreas del Informe Técnico N° 80 de la CAR, Ver numeral 7.1.1 y 7.1.2.

8.3.1 AÑO PROMEDIO HUMEDAL MAIPORE

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |


El volumen total anual precipitado es de 309745 m³, el volumen evaporado es de 76337 m³ y el volumen infiltrado es de 62.99 m³.

| AÑO MEDIO | Mes | Pt | AH | AT | Ce H | Ce T | Pe H | Pe T | Vol H | Vol T | Vol Total |
|--------------|--------------|------|--------------------|--------------------|------|--------------|--------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | (mm) | (Km ²) | (Km ²) | | | (mm) | (mm) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| Enero | 26.7 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 26.746 | 9.36 | 2310.24 | 8211.51 | 10521.75 | |
| Febrero | 39.9 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 39.887 | 13.96 | 3445.31 | 12245.97 | 15691.27 | |
| Marzo | 56.2 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 56.234 | 19.68 | 4857.36 | 17264.96 | 22122.33 | |
| Abril | 94.5 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 94.526 | 33.08 | 8164.97 | 29021.50 | 37186.47 | |
| Mayo | 93.9 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 93.915 | 32.87 | 8112.17 | 28833.81 | 36945.98 | |
| Junio | 72.4 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 72.413 | 25.34 | 6254.86 | 22232.23 | 28487.09 | |
| Julio | 56.6 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 56.602 | 19.81 | 4889.14 | 17377.91 | 22267.05 | |
| Agosto | 50.4 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 50.383 | 17.63 | 4351.94 | 15468.49 | 19820.43 | |
| Septiembre | 53.1 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 53.085 | 18.58 | 4585.33 | 16298.04 | 20883.36 | |
| Octubre | 99.7 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 99.656 | 34.88 | 8608.03 | 30596.31 | 39204.35 | |
| Noviembre | 100.5 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 100.46 | 35.16 | 8677.91 | 30844.67 | 39522.58 | |
| Diciembre | 43.5 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 43.45 | 15.21 | 3753.11 | 13340.02 | 17093.13 | |
| Anual | 787.4 | | | | | 787.4 | 275.6 | 68010.38 | 241735.42 | 309745.80 | |

Cuadro 44 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Promedio Humedal Maiporé

| Mes | Ev | AH | Vol Total |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (m ³) |
| Enero | 74.31 | 0.09 | 6418.98 |
| Febrero | 70.93 | 0.09 | 6126.41 |
| Marzo | 74.33 | 0.09 | 6420.54 |
| Abril | 65.24 | 0.09 | 5635.22 |
| Mayo | 71.78 | 0.09 | 6200.43 |
| Junio | 79.19 | 0.09 | 6840.54 |
| Julio | 85.17 | 0.09 | 7356.40 |
| Agosto | 79.51 | 0.09 | 6868.11 |
| Septiembre | 78.27 | 0.09 | 6761.14 |
| Octubre | 70.62 | 0.09 | 6099.94 |
| Noviembre | 62.78 | 0.09 | 5423.13 |
| Diciembre | 71.63 | 0.09 | 6186.95 |
| Anual | 883.8 | | 76337.8 |

Cuadro 45 Volúmenes evaporados año promedio Humedal Maiporé


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| | Mes | Pt | AH | % | Infiltración en (m3) |
|------------------|------------|-------|--------------------|---------------------|----------------------|
| | | (mm) | (Km ²) | Porcentaje de Luvia | |
| AÑO MEDIO | Enero | 26.7 | 0.09 | 8 | 184.82 |
| | Febrero | 39.9 | 0.09 | 8 | 275.62 |
| | Marzo | 56.2 | 0.09 | 8 | 388.59 |
| | Abril | 94.5 | 0.09 | 8 | 653.20 |
| | Mayo | 93.9 | 0.09 | 8 | 648.97 |
| | Junio | 72.4 | 0.09 | 8 | 500.39 |
| | Julio | 56.6 | 0.09 | 8 | 391.13 |
| | Agosto | 50.4 | 0.09 | 8 | 348.16 |
| | Septiembre | 53.1 | 0.09 | 8 | 366.83 |
| | Octubre | 99.7 | 0.09 | 8 | 688.64 |
| | Noviembre | 100.5 | 0.09 | 8 | 694.23 |
| | Diciembre | 43.5 | 0.09 | 8 | 300.25 |
| | Anual | 787.4 | | | 5440.83 |

Cuadro 46 Volúmenes Infiltración año promedio Humedal Maiporé

| Mes | Precipitacion | Evaporacion | Infiltración | Balance | Volumen sin Vertedero | Volumen con Vertedero | Nivel |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | msnm |
| Enero | 10521.75 | 6418.98 | 2.14 | 4100.63 | 33028.74 | 33028.7 | 2548.92 |
| Febrero | 15691.27 | 6126.41 | 3.19 | 9561.67 | 42590.42 | 42590.42 | 2549.05 |
| Marzo | 22122.33 | 6420.54 | 4.50 | 15697.28 | 58287.70 | 58287.70 | 2549.23 |
| Abril | 37186.47 | 5635.22 | 7.56 | 31543.69 | 89831.39 | 61072.20 | 2549.30 |
| Mayo | 36945.98 | 6200.43 | 7.51 | 30738.04 | 120569.43 | 61072.20 | 2549.30 |
| Junio | 28487.09 | 6840.54 | 5.79 | 21640.76 | 142210.19 | 61072.20 | 2549.30 |
| Julio | 22267.05 | 7356.40 | 4.53 | 14906.12 | 157116.32 | 61072.20 | 2549.30 |
| Agosto | 19820.43 | 6868.11 | 4.03 | 12948.30 | 170064.62 | 61072.20 | 2549.30 |
| Septiembre | 20883.36 | 6761.14 | 4.25 | 14117.97 | 184182.59 | 61072.20 | 2549.30 |
| Octubre | 39204.35 | 6099.94 | 7.97 | 33096.44 | 217279.03 | 61072.20 | 2549.30 |
| Noviembre | 39522.58 | 5423.13 | 8.04 | 34091.42 | 251370.45 | 61072.20 | 2549.30 |
| Diciembre | 17093.13 | 6186.95 | 3.48 | 10902.71 | 262273.16 | 61072.20 | 2549.30 |
| Anual | 309745.80 | 76337.76 | 62.99 | 233345.05 | | | |

Cuadro 47 Balance Año Promedio Humedal Maiporé

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

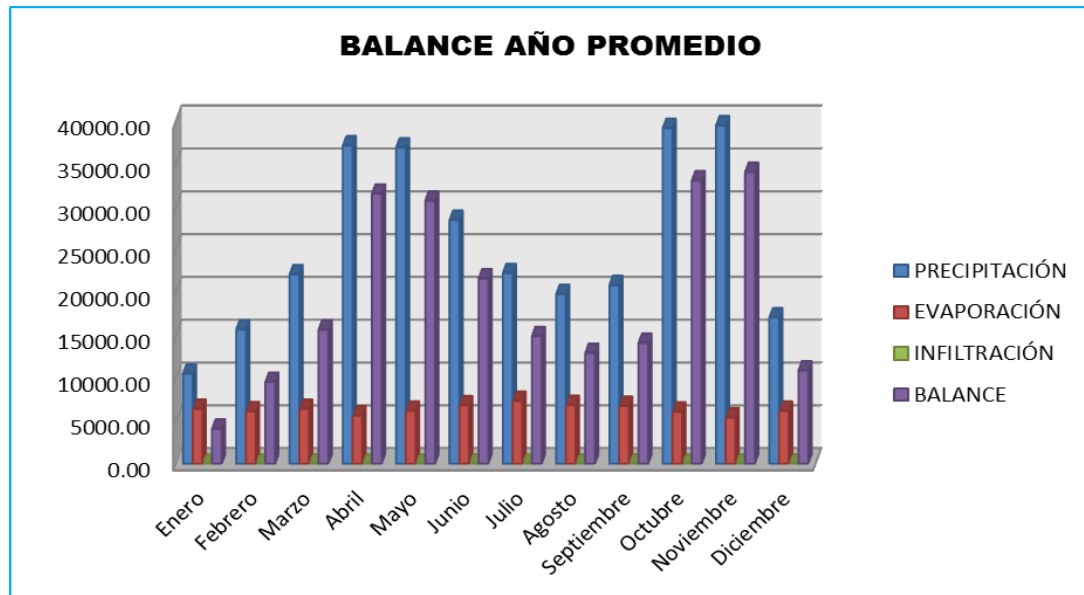



Ilustración 39 Balance año promedio Humedal Maiporé

Según este balance a partir del mes de Abril ya tendríamos salidas de caudal por rebose (ubicado en la cota 2549.30). Cabe aclarar que el nivel mínimo del año promedio se tomó para el mes de Febrero, es decir 2549.05, lo anterior debido a que el número de registros existentes en el mes de enero NO hacían este dato confiable.

8.3.2 AÑO SECO HUMEDAL MAIPORE

El volumen total anual precipitado es de 192607.5 m³, que corresponde al menor valor registrado en la serie anual (año 1992), el volumen evaporado es de 70.406 m³ y el volumen infiltrado es de 39.17m³.


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------|-----------|--------------------|--------------------|-------------|--------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| AÑO SECO (1992) | Mes | Pt | AH | AT | Ce H | Ce T | Pe H | Pe T | Vol H | Vol T | Vol Total |
| | | (mm) | (Km ²) | (Km ²) | | | (mm) | (mm) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| | Enero | 26.7 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 26.7 | 9.35 | 2306.28 | 8197.43 | 10503.718 |
| | Febrero | 13.7 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 13.7 | 4.80 | 1183.37 | 4206.17 | 5389.5483 |
| | Marzo | 21.9 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 21.9 | 7.67 | 1891.67 | 6723.74 | 8615.4092 |
| | Abril | 47.3 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 47.3 | 16.56 | 4085.66 | 14522.05 | 18607.71 |
| | Mayo | 44.8 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 44.8 | 15.68 | 3869.72 | 13754.50 | 17624.216 |
| | Junio | 22.4 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 22.4 | 7.84 | 1934.86 | 6877.25 | 8812.1081 |
| | Julio | 49.6 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 49.6 | 17.36 | 4284.33 | 15228.19 | 19512.525 |
| | Agosto | 56.6 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 56.6 | 19.81 | 4888.98 | 17377.33 | 22266.309 |
| | Septiembre | 51.7 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 51.7 | 18.10 | 4465.73 | 15872.93 | 20338.66 |
| | Octubre | 11.2 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 11.2 | 3.92 | 967.43 | 3438.62 | 4406.054 |
| | Noviembre | 107.2 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 107.2 | 37.52 | 9259.69 | 32912.54 | 42172.232 |
| | Diciembre | 36.5 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 36.5 | 12.78 | 3152.79 | 11206.23 | 14359.015 |
| Anual | 489.6 | | | | | 489.6 | 171.4 | 42290.5 | 150317.0 | 192607.5 | |

Cuadro 48 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Seco Humedal Maiporé

| Mes | Ev | AH | Vol Total |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (m ³) |
| Enero | 49 | 0.09 | 4232.5064 |
| Febrero | 75.1 | 0.09 | 6486.964 |
| Marzo | 73.9 | 0.09 | 6383.3107 |
| Abril | 68 | 0.09 | 5873.6824 |
| Mayo | 67.2 | 0.09 | 5804.5803 |
| Junio | 77.9 | 0.09 | 6728.8215 |
| Julio | 78 | 0.09 | 6737.4592 |
| Agosto | 47.5 | 0.09 | 4102.9399 |
| Septiembre | 76.6 | 0.09 | 6616.5305 |
| Octubre | 77.2 | 0.09 | 6668.3571 |
| Noviembre | 65.5 | 0.09 | 5657.7382 |
| Diciembre | 59.2 | 0.09 | 5113.5588 |
| Anual | 815.1 | | 70406.4 |

Cuadro 49 Volúmenes Evaporados Año Seco Humedal Maiporé


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| AÑO SECO (1992) | Mes | Pt | AH | % | Infiltración |
|-----------------|-------|------|--------------------|---------------------|--------------|
| | | (mm) | (Km ²) | Porcentaje de Luvia | en (m3) |
| Enero | 26.7 | 0.09 | 8 | 184.50 | |
| Febrero | 13.7 | 0.09 | 8 | 94.67 | |
| Marzo | 21.9 | 0.09 | 8 | 151.33 | |
| Abril | 47.3 | 0.09 | 8 | 326.85 | |
| Mayo | 44.8 | 0.09 | 8 | 309.58 | |
| Junio | 22.4 | 0.09 | 8 | 154.79 | |
| Julio | 49.6 | 0.09 | 8 | 342.75 | |
| Agosto | 56.6 | 0.09 | 8 | 391.12 | |
| Septiembre | 51.7 | 0.09 | 8 | 357.26 | |
| Octubre | 11.2 | 0.09 | 8 | 77.39 | |
| Noviembre | 107.2 | 0.09 | 8 | 740.78 | |
| Diciembre | 36.5 | 0.09 | 8 | 252.22 | |
| Anual | 489.6 | | | 3383.24 | |

Cuadro 50 Volúmenes Infiltración Año Seco Humedal Maiporé

| Mes | Precipitacion | Evaporacion | Infiltración | Balace | Volumen sin Vertedero | Volumen con Vertedero | Nivel |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | msnm |
| Enero | 10503.72 | 4232.51 | 184.50 | 6086.71 | 35014.82 | 35014.82 | 2548.99 |
| Febrero | 5389.55 | 6486.96 | 94.67 | -1192.09 | 33822.73 | 33822.73 | 2548.98 |
| Marzo | 8615.41 | 6383.31 | 151.33 | 2080.76 | 35903.50 | 35903.50 | 2549.01 |
| Abril | 18607.71 | 5873.68 | 326.85 | 12407.17 | 48310.67 | 48310.67 | 2549.15 |
| Mayo | 17624.22 | 5804.58 | 309.58 | 11510.06 | 59820.73 | 59820.73 | 2549.29 |
| Junio | 8812.11 | 6728.82 | 154.79 | 1928.50 | 61749.23 | 61072.20 | 2549.30 |
| Julio | 19512.53 | 6737.46 | 342.75 | 12432.32 | 74181.55 | 61072.20 | 2549.30 |
| Agosto | 22266.31 | 4102.94 | 391.12 | 17772.25 | 91953.80 | 61072.20 | 2549.30 |
| Septiembre | 20338.66 | 6616.53 | 357.26 | 13364.87 | 105318.67 | 61072.20 | 2549.30 |
| Octubre | 4406.05 | 6668.36 | 77.39 | -2339.70 | 102978.97 | 58732.50 | 2549.27 |
| Noviembre | 42172.23 | 5657.74 | 740.78 | 35773.72 | 138752.69 | 61072.20 | 2549.30 |
| Diciembre | 14359.02 | 5113.56 | 252.22 | 8993.23 | 147745.93 | 61072.20 | 2549.30 |
| Anual | 192607.51 | 70406.45 | 3383.24 | 118817.82 | | | |

Cuadro 51 Balance año Seco Humedal Maiporé

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

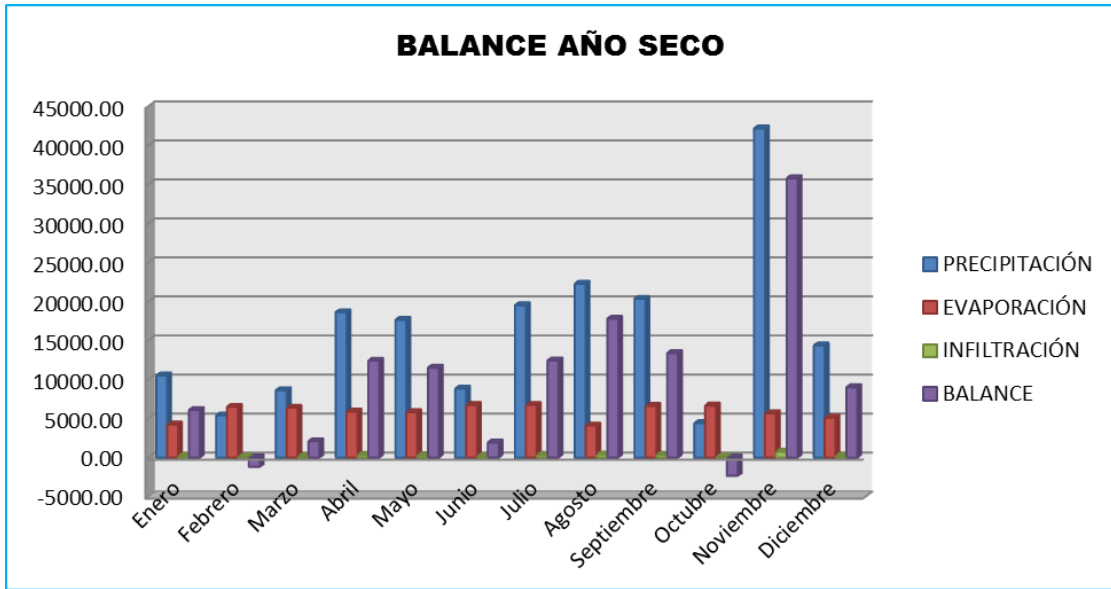



Ilustración 40 Balance Año Seco Humedal Maiporé

Si se observa para el año de 1992 en los meses de febrero y octubre se presentaron los volúmenes más bajos del balance. Se observa que a partir del mes de junio ya tendríamos salidas de caudal por rebose (ubicado en la cota 2549.30). Cabe aclarar que el nivel mínimo del año seco se tomó para el mes de Febrero, es decir 2548.98, lo anterior debido a que el número de registros existentes en el mes de enero NO hacían este dato confiable.

8.3.3 AÑO HUMEDO HUMEDAL MAIPORE

El volumen total anual precipitado es de 400.754 m³, que corresponde al mayor valor registrado en la serie anual (año 1975) y el volumen evaporado es de 79.752 m³ y el infiltrado es de 81.50 m³.


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| Mes | Pt | AH | AT | Ce H | Ce T | Pe H | Pe T | Vol H | Vol T | Vol Total |
|--------------|---------------|--------------------|--------------------|------|------|---------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (Km ²) | | | (mm) | (mm) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| Enero | 3.0 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 3 | 1.05 | 259.13 | 921.06 | 1180.19 |
| Febrero | 68.5 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 68.5 | 23.98 | 5916.87 | 21030.87 | 26947.74 |
| Marzo | 38.8 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 38.8 | 13.58 | 3351.45 | 11912.38 | 15263.83 |
| Abril | 58.7 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 58.7 | 20.55 | 5070.37 | 18022.07 | 23092.44 |
| Mayo | 121.1 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 121.1 | 42.39 | 10460.34 | 37180.12 | 47640.46 |
| Junio | 65.8 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 65.8 | 23.03 | 5683.65 | 20201.92 | 25885.57 |
| Julio | 55.4 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 55.4 | 19.39 | 4785.32 | 17008.91 | 21794.23 |
| Agosto | 172.5 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 172.5 | 60.38 | 14900.15 | 52960.95 | 67861.10 |
| Septiembre | 77.9 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 77.9 | 27.27 | 6728.82 | 23916.86 | 30645.68 |
| Octubre | 116.9 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 116.9 | 40.92 | 10097.55 | 35890.64 | 45988.19 |
| Noviembre | 109.2 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 109.2 | 38.22 | 9432.44 | 33526.58 | 42959.03 |
| Diciembre | 130.9 | 0.09 | 0.88 | 100 | 35 | 130.9 | 45.82 | 11306.84 | 40188.92 | 51495.76 |
| Anual | 1018.7 | | | | | 1018.7 | 356.5 | 87992.95 | 312761.27 | 400754.22 |

Cuadro 52 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Húmedo Humedal Maiporé

| Mes | Ev | AH | Vol Total |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (m ³) |
| Enero | 98.5 | 0.09 | 8508.20 |
| Febrero | 59.8 | 0.09 | 5165.39 |
| Marzo | 81.6 | 0.09 | 7048.42 |
| Abril | 85.5 | 0.09 | 7385.29 |
| Mayo | 79.3 | 0.09 | 6849.75 |
| Junio | 92.8 | 0.09 | 8015.85 |
| Julio | 76.2 | 0.09 | 6581.98 |
| Agosto | 84.5 | 0.09 | 7298.91 |
| Septiembre | 84.2 | 0.09 | 7273.00 |
| Octubre | 61 | 0.09 | 5269.04 |
| Noviembre | 64.2 | 0.09 | 5545.45 |
| Diciembre | 55.7 | 0.09 | 4811.24 |
| Anual | 923.3 | | 79752.5 |

Cuadro 53 Volúmenes Evaporados Año Húmedo Humedal Maiporé


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| AÑO HUMEDO (1975) | Mes | Pt | AH | % Porcentaje de Luvia | Infiltración en (m3) |
|-------------------|--------|------|--------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | | (mm) | (Km ²) | | |
| Enero | 3.0 | 0.09 | 8 | 20.73 | |
| Febrero | 68.5 | 0.09 | 8 | 473.35 | |
| Marzo | 38.8 | 0.09 | 8 | 268.12 | |
| Abril | 58.7 | 0.09 | 8 | 405.63 | |
| Mayo | 121.1 | 0.09 | 8 | 836.83 | |
| Junio | 65.8 | 0.09 | 8 | 454.69 | |
| Julio | 55.4 | 0.09 | 8 | 382.83 | |
| Agosto | 172.5 | 0.09 | 8 | 1192.01 | |
| Septiembre | 77.9 | 0.09 | 8 | 538.31 | |
| Octubre | 116.9 | 0.09 | 8 | 807.80 | |
| Noviembre | 109.2 | 0.09 | 8 | 754.60 | |
| Diciembre | 130.9 | 0.09 | 8 | 904.55 | |
| Anual | 1018.7 | | | 7039.44 | |

Cuadro 54 Volúmenes Infiltración año Húmedo Humedal Maiporé

| Mes | Precipitacion | Evaporacion | Infiltración | Balance | Volumen sin Vertedero | Volumen con Vertedero | Nivel |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | msnm |
| Enero | 1180.19 | 8508.20 | 0.24 | -7328.25 | 21599.86 | 21599.9 | 2548.52 |
| Febrero | 26947.74 | 5165.39 | 5.48 | 21776.88 | 43376.74 | 43376.74 | 2549.06 |
| Marzo | 15263.83 | 7048.42 | 3.10 | 8212.31 | 51589.04 | 51589.04 | 2549.15 |
| Abril | 23092.44 | 7385.29 | 4.70 | 15702.46 | 67291.50 | 61072.20 | 2549.30 |
| Mayo | 47640.46 | 6849.75 | 9.69 | 40781.02 | 108072.52 | 61072.20 | 2549.30 |
| Junio | 25885.57 | 8015.85 | 5.26 | 17864.45 | 125936.98 | 61072.20 | 2549.30 |
| Julio | 21794.23 | 6581.98 | 4.43 | 15207.82 | 141144.80 | 61072.20 | 2549.30 |
| Agosto | 67861.10 | 7298.91 | 13.80 | 60548.39 | 201693.18 | 61072.20 | 2549.30 |
| Septiembre | 30645.68 | 7273.00 | 6.23 | 23366.45 | 225059.63 | 61072.20 | 2549.30 |
| Octubre | 45988.19 | 5269.04 | 9.35 | 40709.80 | 265769.43 | 61072.20 | 2549.30 |
| Noviembre | 42959.03 | 5545.45 | 8.74 | 37404.84 | 303174.27 | 61072.20 | 2549.30 |
| Diciembre | 51495.76 | 4811.24 | 10.47 | 46674.05 | 349848.32 | 61072.20 | 2549.30 |
| Anual | 400754.22 | 79752.51 | 81.50 | 320920.21 | | | |

Cuadro 55 Balance Año Húmedo Humedal Maiporé

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

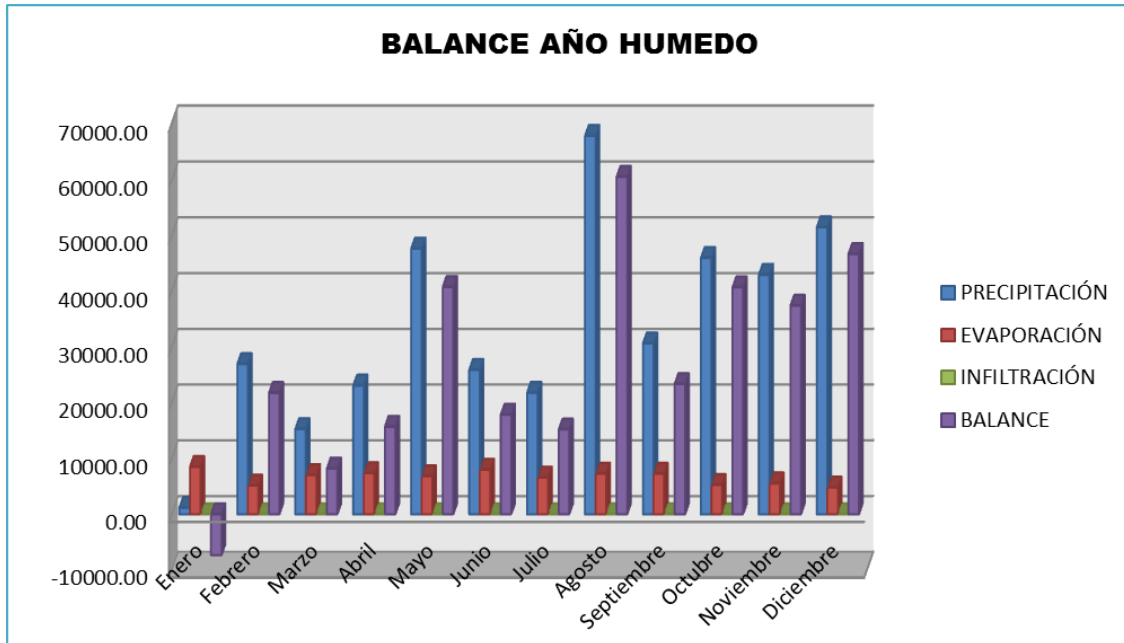



Ilustración 41 Balance Año Húmedo Humedal Maiporé

Se observa que a partir del mes de Abril tendríamos salidas de caudal por rebose (ubicado en la cota 2549.30). Cabe aclarar que el nivel mínimo del año húmedo se tomó para el mes de Febrero, es decir 2549.06, lo anterior debido a que el número de registros existentes en el mes de enero NO hacían este dato confiable.

8.3.4 AÑO PROMEDIO HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA

El volumen total anual precipitado es de 1035.575 m³, el volumen evaporado es de 8.837 m³, y el volumen infiltrado es de 62.99 mm, por lo tanto se tiene un excedente de 963.748 m³ anuales.


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| AÑO MEDIO | Mes | Pt | AH | AT | Ce H | Ce T | Pe H | Pe T | Vol H | Vol T | Vol Total |
|--------------|--------------|------|--------------------|--------------------|------|--------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | (mm) | (Km ²) | (Km ²) | | | (mm) | (mm) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| Enero | 26.7 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 26.7458 | 9.36 | 167.16 | 35010.30 | 35177.46 | |
| Febrero | 39.9 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 39.8865 | 13.96 | 249.29 | 52211.48 | 52460.77 | |
| Marzo | 56.2 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 56.234 | 19.68 | 351.46 | 73610.31 | 73961.77 | |
| Abril | 94.5 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 94.5264 | 33.08 | 590.79 | 123735.08 | 124325.87 | |
| Mayo | 93.9 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 93.9151 | 32.87 | 586.97 | 122934.86 | 123521.83 | |
| Junio | 72.4 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 72.413 | 25.34 | 452.58 | 94788.57 | 95241.15 | |
| Julio | 56.6 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 56.6019 | 19.81 | 353.76 | 74091.87 | 74445.63 | |
| Agosto | 50.4 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 50.3827 | 17.63 | 314.89 | 65950.94 | 66265.84 | |
| Septiembre | 53.1 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 53.0846 | 18.58 | 331.78 | 69487.76 | 69819.54 | |
| Octubre | 99.7 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 99.6558 | 34.88 | 622.85 | 130449.40 | 131072.25 | |
| Noviembre | 100.5 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 100.465 | 35.16 | 627.90 | 131508.30 | 132136.20 | |
| Diciembre | 43.5 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 43.45 | 15.21 | 271.56 | 56876.05 | 57147.61 | |
| Anual | 787.4 | | | | | 787.4 | 275.6 | 4921.00 | 1030654.91 | 1035575.92 | |

Cuadro 56 Volúmenes Aportados por la Precipitación Año Promedio Humedal Cola de Tierra Blanca

| Mes | Ev | AH | Vol Total |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (m ³) |
| Enero | 74,31 | 0,01 | 743,13 |
| Febrero | 70,93 | 0,01 | 709,26 |
| Marzo | 74,33 | 0,01 | 743,31 |
| Abril | 65,24 | 0,01 | 652,39 |
| Mayo | 71,78 | 0,01 | 717,83 |
| Junio | 79,19 | 0,01 | 791,93 |
| Julio | 85,17 | 0,01 | 851,66 |
| Agosto | 79,51 | 0,01 | 795,13 |
| Septiembre | 78,27 | 0,01 | 782,74 |
| Octubre | 70,62 | 0,01 | 706,19 |
| Noviembre | 62,78 | 0,01 | 627,84 |
| Diciembre | 71,63 | 0,01 | 716,27 |
| Anual | 883,8 | | 8837,7 |

Cuadro 57 Volúmenes Evaporados Año Promedio Humedal Cola de Tierra Blanca


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| AÑO MEDIO | Mes | Pt | AH | % | Infiltración |
|-----------|------------|-------|--------------------|---------------------|--------------|
| | | (mm) | (Km ²) | Porcentaje de Luvia | |
| | Enero | 26.7 | 0.01 | 8 | 13.37 |
| | Febrero | 39.9 | 0.01 | 8 | 19.94 |
| | Marzo | 56.2 | 0.01 | 8 | 28.12 |
| | Abril | 94.5 | 0.01 | 8 | 47.26 |
| | Mayo | 93.9 | 0.01 | 8 | 46.96 |
| | Junio | 72.4 | 0.01 | 8 | 36.21 |
| | Julio | 56.6 | 0.01 | 8 | 28.30 |
| | Agosto | 50.4 | 0.01 | 8 | 25.19 |
| | Septiembre | 53.1 | 0.01 | 8 | 26.54 |
| | Octubre | 99.7 | 0.01 | 8 | 49.83 |
| | Noviembre | 100.5 | 0.01 | 8 | 50.23 |
| | Diciembre | 43.5 | 0.01 | 8 | 21.73 |
| | Anual | 787.4 | | | 393.68 |

Cuadro 58 Volúmenes Infiltrados Año Promedio Cola de Tierra Blanca

| Mes | Precipitacion | Evaporacion | Infiltración | Balance | Volumen sin Vertedero | Volumen con Vertedero | Nivel |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | msnm |
| Enero | 35177.46 | 743.13 | 13.37 | 34420.96 | 35642.70 | 7364.62 | 2550.46 |
| Febrero | 52460.77 | 709.26 | 19.94 | 51731.57 | 87374.26 | 7364.62 | 2550.46 |
| Marzo | 73961.77 | 743.31 | 28.12 | 73190.34 | 160564.61 | 7364.62 | 2550.46 |
| Abril | 124325.87 | 652.39 | 47.26 | 123626.21 | 284190.82 | 7364.62 | 2550.46 |
| Mayo | 123521.83 | 717.83 | 46.96 | 122757.04 | 406947.86 | 7364.62 | 2550.46 |
| Junio | 95241.15 | 791.93 | 36.21 | 94413.01 | 501360.87 | 7364.62 | 2550.46 |
| Julio | 74445.63 | 851.66 | 28.30 | 73565.68 | 574926.55 | 7364.62 | 2550.46 |
| Agosto | 66265.84 | 795.13 | 25.19 | 65445.52 | 640372.06 | 7364.62 | 2550.46 |
| Septiembre | 69819.54 | 782.74 | 26.54 | 69010.26 | 709382.32 | 7364.62 | 2550.46 |
| Octubre | 131072.25 | 706.19 | 49.83 | 130316.23 | 839698.55 | 7364.62 | 2550.46 |
| Noviembre | 132136.20 | 627.84 | 50.23 | 131458.13 | 971156.68 | 7364.62 | 2550.46 |
| Diciembre | 57147.61 | 716.27 | 21.73 | 56409.62 | 1027566.30 | 7364.62 | 2550.46 |
| Anual | 1035575.92 | 8837.67 | 393.68 | 1026344.56 | | | |

Cuadro 59 Balance Año Promedio Humedal Cola de Tierra Blanca

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

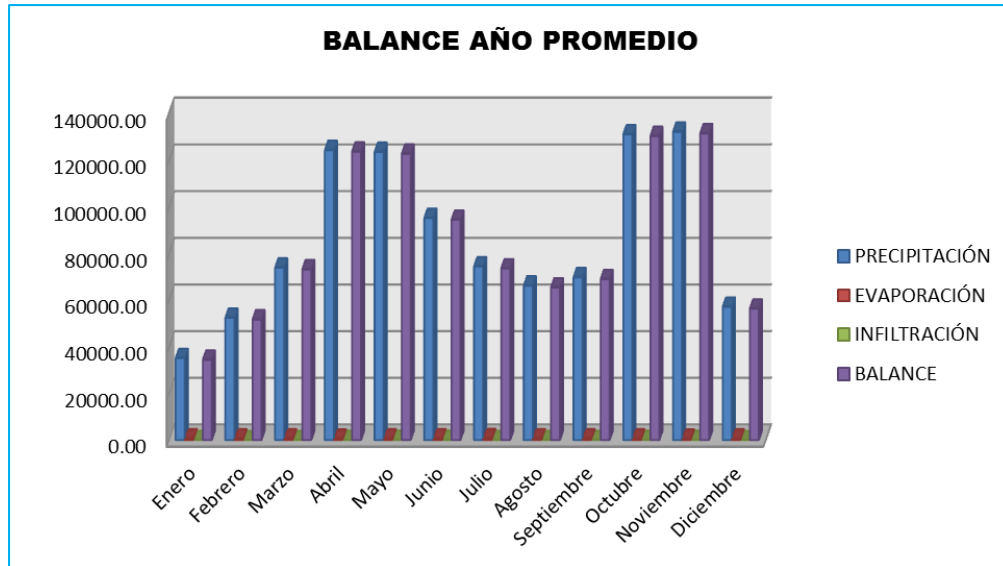



Ilustración 42 Balance Año Promedio Humedal Cola de Tierra Blanca

Se observa que a partir del mes de Enero tendríamos salidas de caudal por rebose (ubicado en la cota 2550.46). Cabe recordar que este nivel se dedujo a partir de la curva de capacidad del vaso ignorando la ubicación de la estructura de control. Cabe aclarar que el nivel mínimo del año promedio se tomó para el mes de Febrero, es decir 2550.46, lo anterior debido a que el número de registros existentes en el mes de enero NO hacían este dato confiable.

8.3.5 AÑO SECO HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA

El volumen total anual precipitado es de 643.946 m³, que corresponde al menor valor registrado en la serie anual (año 1992), el volumen evaporado es de 8151 m³ y el volumen infiltrado es 39.17 m³.


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| AÑO SECO (1992) | Mes | Pt | AH | AT | Ce H | Ce T | Pe H | Pe T | Vol H | Vol T | Vol Total |
|-----------------|------------|------|--------------------|--------------------|------|-------|-------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | (mm) | (Km ²) | (Km ²) | | | (mm) | (mm) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| | Enero | 26.7 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 26.7 | 9.35 | 166.88 | 34950.30 | 35117.175 |
| | Febrero | 13.7 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 13.7 | 4.80 | 85.63 | 17933.30 | 18018.925 |
| | Marzo | 21.9 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 21.9 | 7.67 | 136.88 | 28667.10 | 28803.975 |
| | Abril | 47.3 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 47.3 | 16.56 | 295.63 | 61915.70 | 62211.325 |
| | Mayo | 44.8 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 44.8 | 15.68 | 280.00 | 58643.20 | 58923.2 |
| | Junio | 22.4 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 22.4 | 7.84 | 140.00 | 29321.60 | 29461.6 |
| | Julio | 49.6 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 49.6 | 17.36 | 310.00 | 64926.40 | 65236.4 |
| | Agosto | 56.6 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 56.6 | 19.81 | 353.75 | 74089.40 | 74443.15 |
| | Septiembre | 51.7 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 51.7 | 18.10 | 323.13 | 67675.30 | 67998.425 |
| | Octubre | 11.2 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 11.2 | 3.92 | 70.00 | 14660.80 | 14730.8 |
| Noviembre | 107.2 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 107.2 | 37.52 | 670.00 | 140324.80 | 140994.8 | |
| Diciembre | 36.5 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 36.5 | 12.78 | 228.13 | 47778.50 | 48006.625 | |
| Anual | 489.6 | | | | | 489.6 | 171.4 | 3060.0 | 640886.4 | 643946.4 | |

Cuadro 60 Volúmenes aportados por la precipitación año seco Humedal Cola de Tierra Blanca

| Mes | Ev | AH | Vol Total |
|------------|-------|--------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (m ³) |
| Enero | 49 | 0,01 | 490,0 |
| Febrero | 75,1 | 0,01 | 751,0 |
| Marzo | 73,9 | 0,01 | 739,0 |
| Abril | 68 | 0,01 | 680,0 |
| Mayo | 67,2 | 0,01 | 672,0 |
| Junio | 77,9 | 0,01 | 779,0 |
| Julio | 78 | 0,01 | 780,0 |
| Agosto | 47,5 | 0,01 | 475,0 |
| Septiembre | 76,6 | 0,01 | 766,0 |
| Octubre | 77,2 | 0,01 | 772,0 |
| Noviembre | 65,5 | 0,01 | 655,0 |
| Diciembre | 59,2 | 0,01 | 592,0 |
| Anual | 815,1 | | 8151,0 |

Cuadro 61 Volúmenes evaporados año seco Humedal Cola de Tierra Blanca


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| | | | | | |
|------------------------|------------|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|
| AÑO SECO (1992) | Mes | Pt | AH | % | Infiltración |
| | | (mm) | (Km ²) | Porcentaje de Luvia | |
| | Enero | 26.7 | 0.01 | 8 | 13.35 |
| | Febrero | 13.7 | 0.01 | 8 | 6.85 |
| | Marzo | 21.9 | 0.01 | 8 | 10.95 |
| | Abril | 47.3 | 0.01 | 8 | 23.65 |
| | Mayo | 44.8 | 0.01 | 8 | 22.40 |
| | Junio | 22.4 | 0.01 | 8 | 11.20 |
| | Julio | 49.6 | 0.01 | 8 | 24.80 |
| | Agosto | 56.6 | 0.01 | 8 | 28.30 |
| | Septiembre | 51.7 | 0.01 | 8 | 25.85 |
| | Octubre | 11.2 | 0.01 | 8 | 5.60 |
| | Noviembre | 107.2 | 0.01 | 8 | 53.60 |
| | Diciembre | 36.5 | 0.01 | 8 | 18.25 |
| Anual | 489.6 | | | 244.80 | |

Cuadro 62 Volúmenes Infiltrados año Seco Humedal Cola de Tierra Blanca

| Mes | Precipitación | Evaporación | Infiltración | Balace | Volumen sin Vertedero | Volumen con Vertedero | Nivel |
|-------------------|----------------------|--------------------|---------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|
| | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | msnm |
| Enero | 35117.175 | 490 | 13.35 | 34613.83 | 35835.57 | 7364.62 | 2550.46 |
| Febrero | 18018.925 | 751 | 6.85 | 17261.08 | 53096.64 | 7364.62 | 2550.46 |
| Marzo | 28803.975 | 739 | 10.95 | 28054.03 | 81150.67 | 7364.62 | 2550.46 |
| Abril | 62211.325 | 680 | 23.65 | 61507.68 | 142658.34 | 7364.62 | 2550.46 |
| Mayo | 58923.2 | 672 | 22.40 | 58228.80 | 200887.14 | 7364.62 | 2550.46 |
| Junio | 29461.6 | 779 | 11.20 | 28671.40 | 229558.54 | 7364.62 | 2550.46 |
| Julio | 65236.4 | 780 | 24.80 | 64431.60 | 293990.14 | 7364.62 | 2550.46 |
| Agosto | 74443.15 | 475 | 28.30 | 73939.85 | 367929.99 | 7364.62 | 2550.46 |
| Septiembre | 67998.425 | 766 | 25.85 | 67206.58 | 435136.57 | 7364.62 | 2550.46 |
| Octubre | 14730.8 | 772 | 5.60 | 13953.20 | 449089.77 | 7364.62 | 2550.46 |
| Noviembre | 140994.8 | 655 | 53.60 | 140286.20 | 589375.97 | 7364.62 | 2550.46 |
| Diciembre | 48006.625 | 592 | 18.25 | 47396.38 | 636772.34 | 7364.62 | 2550.46 |
| Anual | 643946.4 | 8151.0 | 244.8 | 635550.60 | | | |

Cuadro 63 Balance Año Seco Humedal Cola de Tierra Blanca

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

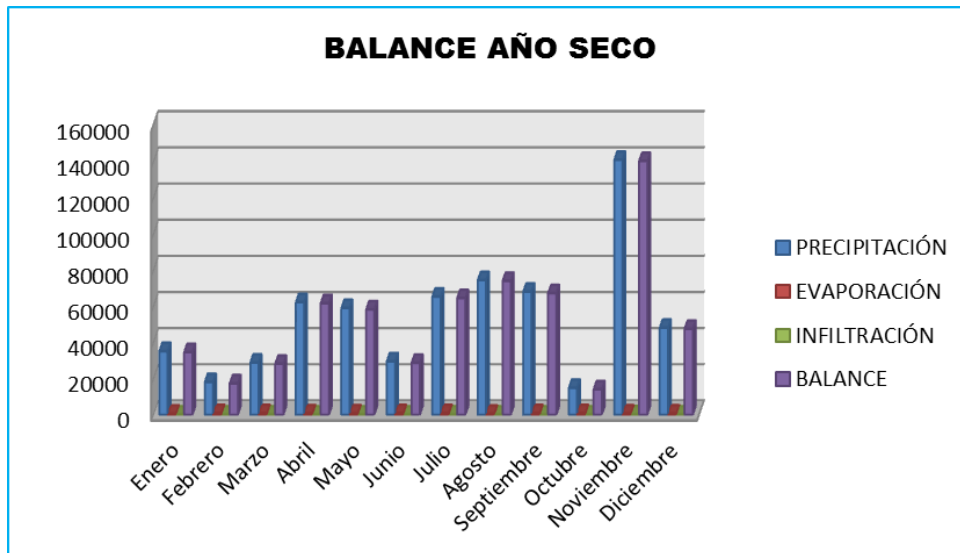



Ilustración 43 Balance Año Seco Humedal Cola de Tierra Blanca

Si se observa para el año de 1992 en los meses de febrero y octubre tal como se ocurrió en humedal Maiporé se presentaron los volúmenes más bajos del balance, esto no causa problemas en el volumen de almacenamiento, debido a que por el área aportante es muy grande los volúmenes almacenados para meses anteriores permiten que no se presenten niveles secos en el humedal.

Se observa que a partir del mes de Enero tendríamos salidas de caudal por rebose (ubicado en la cota 2550.46). Cabe recordar que este nivel se dedujo a partir de la curva de capacidad del vaso ignorando la ubicación de la estructura de control.

8.3.6 AÑO HUMEDO HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA

El volumen total anual precipitado es de 1339.845 m³, que corresponde al mayor valor registrado en la serie anual (año 1975), el volumen evaporado es de 9233 m³ y el volumen infiltrado es de 81.50m³.


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| Mes | Pt | AH | AT | Ce H | Ce T | Pe H | Pe T | Vol H | Vol T | Vol Total |
|-------------------|---------------|--------------------|--------------------|------|------|---------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (Km ²) | | | (mm) | (mm) | (m ³) | (m ³) | (m ³) |
| Enero | 3.0 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 3 | 1.05 | 18.75 | 3927.00 | 3945.75 |
| Febrero | 68.5 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 68.5 | 23.98 | 428.13 | 89666.50 | 90094.63 |
| Marzo | 38.8 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 38.8 | 13.58 | 242.50 | 50789.20 | 51031.70 |
| Abril | 58.7 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 58.7 | 20.55 | 366.88 | 76838.30 | 77205.18 |
| Mayo | 121.1 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 121.1 | 42.39 | 756.88 | 158519.90 | 159276.78 |
| Junio | 65.8 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 65.8 | 23.03 | 411.25 | 86132.20 | 86543.45 |
| Julio | 55.4 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 55.4 | 19.39 | 346.25 | 72518.60 | 72864.85 |
| Agosto | 172.5 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 172.5 | 60.38 | 1078.13 | 225802.50 | 226880.63 |
| Septiembre | 77.9 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 77.9 | 27.27 | 486.88 | 101971.10 | 102457.98 |
| Octubre | 116.9 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 116.9 | 40.92 | 730.63 | 153022.10 | 153752.73 |
| Noviembre | 109.2 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 109.2 | 38.22 | 682.50 | 142942.80 | 143625.30 |
| Diciembre | 130.9 | 0.01 | 3.74 | 100 | 35 | 130.9 | 45.82 | 818.13 | 171348.10 | 172166.23 |
| Anual | 1018.7 | | | | | 1018.7 | 356.5 | 6366.88 | 1333478.30 | 1339845.18 |

Cuadro 64 Volúmenes aportados por la precipitación año húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca

| Mes | Ev | AH | Vol Total |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------|
| | (mm) | (Km ²) | (m ³) |
| Enero | 98,5 | 0,01 | 985,00 |
| Febrero | 59,8 | 0,01 | 598,00 |
| Marzo | 81,6 | 0,01 | 816,00 |
| Abril | 85,5 | 0,01 | 855,00 |
| Mayo | 79,3 | 0,01 | 793,00 |
| Junio | 92,8 | 0,01 | 928,00 |
| Julio | 76,2 | 0,01 | 762,00 |
| Agosto | 84,5 | 0,01 | 845,00 |
| Septiembre | 84,2 | 0,01 | 842,00 |
| Octubre | 61 | 0,01 | 610,00 |
| Noviembre | 64,2 | 0,01 | 642,00 |
| Diciembre | 55,7 | 0,01 | 557,00 |
| Anual | 923,3 | | 9233,0 |

Cuadro 65 Volúmenes evaporados año húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

| | | | | | |
|--------------------------|------------|-------------|-------------------------|----------------------------|---------------------|
| AÑO HUMEDO (1975) | Mes | Pt | AH | % | Infiltración |
| | | (mm) | (Km²) | Porcentaje de Luvia | |
| | Enero | 3.0 | 0.01 | 8 | 1.50 |
| | Febrero | 68.5 | 0.01 | 8 | 34.25 |
| | Marzo | 38.8 | 0.01 | 8 | 19.40 |
| | Abril | 58.7 | 0.01 | 8 | 29.35 |
| | Mayo | 121.1 | 0.01 | 8 | 60.55 |
| | Junio | 65.8 | 0.01 | 8 | 32.90 |
| | Julio | 55.4 | 0.01 | 8 | 27.70 |
| | Agosto | 172.5 | 0.01 | 8 | 86.25 |
| | Septiembre | 77.9 | 0.01 | 8 | 38.95 |
| | Octubre | 116.9 | 0.01 | 8 | 58.45 |
| | Noviembre | 109.2 | 0.01 | 8 | 54.60 |
| | Diciembre | 130.9 | 0.01 | 8 | 65.45 |
| Anual | 1018.7 | | | 509.35 | |

Cuadro 66 Volúmenes Infiltrados año Húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca

| Mes | Precipitación | Evaporación | Infiltración | Balace | Volumen sin Vertedero | Volumen con Vertedero | Nivel |
|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|
| | (m³) | (m³) | (m³) | (m³) | (m³) | (m³) | msnm |
| Enero | 3945.75 | 985.00 | 1.50 | 2959.25 | 4180.99 | 4180.99 | 2550.16 |
| Febrero | 90094.63 | 598.00 | 34.25 | 89462.38 | 93643.37 | 7364.62 | 2550.46 |
| Marzo | 51031.70 | 816.00 | 19.40 | 50196.30 | 143839.67 | 7364.62 | 2550.46 |
| Abril | 77205.18 | 855.00 | 29.35 | 76320.83 | 220160.49 | 7364.62 | 2550.46 |
| Mayo | 159276.78 | 793.00 | 60.55 | 158423.23 | 378583.72 | 7364.62 | 2550.46 |
| Junio | 86543.45 | 928.00 | 32.90 | 85582.55 | 464166.27 | 7364.62 | 2550.46 |
| Julio | 72864.85 | 762.00 | 27.70 | 72075.15 | 536241.42 | 7364.62 | 2550.46 |
| Agosto | 226880.63 | 845.00 | 86.25 | 225949.38 | 762190.79 | 7364.62 | 2550.46 |
| Septiembre | 102457.98 | 842.00 | 38.95 | 101577.03 | 863767.82 | 7364.62 | 2550.46 |
| Octubre | 153752.73 | 610.00 | 58.45 | 153084.28 | 1016852.09 | 7364.62 | 2550.46 |
| Noviembre | 143625.30 | 642.00 | 54.60 | 142928.70 | 1159780.79 | 7364.62 | 2550.46 |
| Diciembre | 172166.23 | 557.00 | 65.45 | 171543.78 | 1331324.57 | 7364.62 | 2550.46 |
| Anual | 1339845.18 | 9233.00 | 509.35 | 1330102.83 | | | |

Cuadro 67 Balance Año húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

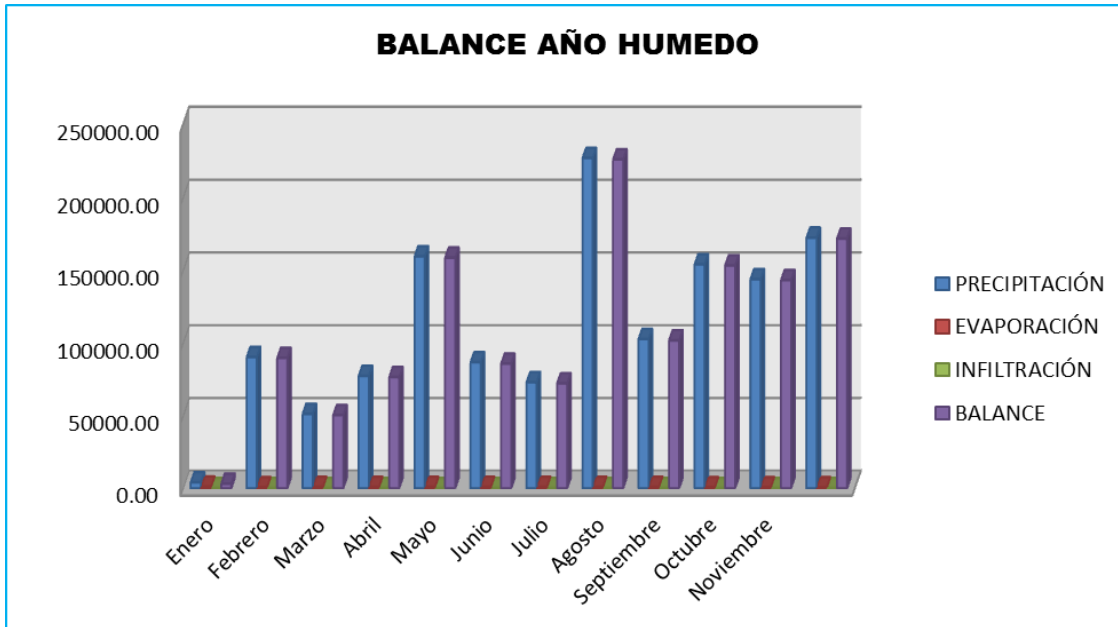


Ilustración 44 Balance Año húmedo Humedal Cola de Tierra Blanca


Se observa que a partir del mes de febrero tendríamos salidas de caudal por rebose (ubicado en la cota 2550.46). Cabe recordar que este nivel se dedujo a partir de la curva de capacidad del vaso teniendo en cuenta la estructura de control.

Los volúmenes de agua accesibles en un lugar y tiempo determinado, dependen regional y localmente, de la climatología, de la variación de la precipitación atmosférica, de las características geomorfológicas, topográficas, hidrográficas y geológicas, así como de la infraestructura hidráulica existente.

Conforme a lo anterior, después de la estimación de los componentes del balance hidrológico, es posible cuantificar el recurso hídrico superficial en los humedales, a través de la definición de los volúmenes de agua en los meses de los periodos analizados; de esta forma los resultados mensuales obtenidos en los balances de los humedales muestran que a pesar de las diferencias significativas entre las áreas aferentes dadas en el Informe técnico N° 80 de la CAR y las propuestas por Hidroobras, el comportamiento de los humedales es muy similar, además observamos que el régimen de precipitación y el comportamiento espacial y temporal de la temperatura definen en gran parte el nivel de agua en los humedales, ya que se evidencia que el aporte más significativo de agua es por la acción de la escorrentía.

Así, el Humedal Maiporé presenta déficit de agua en el año promedio en el mes de Enero, debido a que los valores de precipitación registrados son menores a la evaporación en el vaso del humedal, pero en los meses siguientes alcanza niveles mayores, de la misma forma sucede en el año seco presenta déficit en el mes de Febrero y Octubre.

El Humedal Cola de Tierra Blanca presenta déficit de agua solo en el mes de Enero del año húmedo. Es importante resaltar que el mes de enero no es muy confiable por tal razón los niveles mínimos se tomaron para el mes de Febrero.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

9.0 RESULTADOS Y ANALISIS MODELAMIENTO SWMM

9.2 DESCRIPCIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA CIUDADELA


Este proyecto tiene como particularidad una arquitectura urbana en la que se visualizan pequeños humedales artificiales o bioswales que además de dar belleza a la urbanización permiten almacenar, retener, evapotranspirar e infiltrar aguas lluvias y por tanto ante eventos lluviosos el caudal por escorrentía que se transportará mediante las redes de alcantarillado pluvial será disminuido, posteriormente las descargas de aguas lluvias se prevén descargar a los Humedales Maiporé y Cola de Tierra Blanca, estos caudales serán almacenados en estos cuerpos de agua y sus excedentes saldrán controlados por vertederos de excesos al colector Ø92" GRP que finalmente descarga al río Bogotá.

El sistema de alcantarillado Pluvial de la urbanización Ciudadela Colsubsidio, tiene una longitud aproximada de tubería existente en PVC de 4,12 km correspondiente a 88 tramos y un área total de aporte de 461.81 Ha. Las áreas de drenaje corresponden a las áreas que aportan escorrentía superficial directa a la red de alcantarillado pluvial y fueron determinadas por medición directa en los planos topográficos teniendo en cuenta para su delimitación el sistema de drenaje natural de la zona de estudio.

En el Cuadro 68 se relacionan los diámetros de tubería con sus respectivos números de tramos, longitud y porcentaje con respecto al total de tubería que constituye el sistema de alcantarillado pluvial.

| DIAMETRO | Nº TRAMOS | LONGITUD (m) | PORCENTAJE (%) |
|--------------|-----------|----------------|----------------|
| 0,284 | 15 | 257,19 | 6,24 |
| 0,327 | 1 | 18,24 | 0,44 |
| 0,362 | 8 | 128,59 | 3,12 |
| 0,452 | 7 | 127,07 | 3,08 |
| 0,595 | 6 | 203,77 | 4,94 |
| 0,6 | 1 | 6,36 | 0,15 |
| 0,67 | 4 | 179,48 | 4,35 |
| 0,747 | 11 | 682,56 | 16,55 |
| 0,824 | 2 | 34,18 | 0,83 |
| 0,9 | 7 | 456,31 | 11,07 |
| 1,054 | 3 | 112 | 2,72 |
| 1,2 | 1 | 230,82 | 5,6 |
| 1,5 | 4 | 100,54 | 2,44 |
| 2 | 1 | 197,88 | 4,8 |
| 2,15 | 6 | 543,29 | 13,18 |
| 2,3 | 11 | 845,09 | 20,5 |
| TOTAL | 88 | 4123,37 | 100% |

Cuadro 68 Relación de Diámetro, Cantidad y Longitud de los Tramos Existentes

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

El sistema para el manejo de aguas lluvias está definido por las siguientes estructuras:

Colectores y canales

Para el drenaje de la cuenca alta por el nororiente, se construirán canales interceptores que entregan a bioretenedores, que a su vez transportan las aguas de escorrentía de estas áreas al humedal MAIPORE. El drenaje de la cuenca alta por el occidente se captara mediante canales Trapezoidales o bioretenedores, para posteriormente conducirse por medio de colectores y un box Culvert al Humedal Cola de Tierra Blanca.

Humedal Maiporé

El humedal Maiporé se utilizará para regular los Hidrógramas de caudal provenientes del costado nororiente del predio, para lo cual se instalará un vertedero transversal localizado en la cota 2549.30 con una longitud de 3.0 m y una altura de 1.7 m. El ancho de vertedero, limita el caudal de salida y su altura permite tener un volumen de embalse activo apropiado para regular los Hidrogramas de entrada.


Humedal Cola de Tierra Blanca

El humedal Cola de Tierra Blanca se utilizará para regular los Hidrógramas de caudal provenientes del costado suroriente del predio, para lo cual se instalará un vertedero transversal localizado en la cota 2550.46 con una longitud de 7 m y una altura de 1.6 m. El ancho de vertedero, limita el caudal de salida y su altura permite tener un volumen de embalse activo apropiado para regular los Hidrogramas de entrada.

Bioretenedores (Bioswales):

Los humedales artificiales o bioretenedores (bioswales) se han especificado para atenuar los Hidrógramas resultantes de la escorrentía superficial de las vías y de las domiciliarias de los predios urbanizados; además mantienen el control de la contaminación del agua de escorrentía.

El bioretenedor logra este cometido deteniendo el agua a través de múltiples capas, las cuales involucran procesos de infiltración al suelo natural, almacenamiento sub-superficial en la capa de material poroso, almacenamiento superficial y evapotranspiración. El detalle típico de un bioretenedor se indica en la ilustración siguiente.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

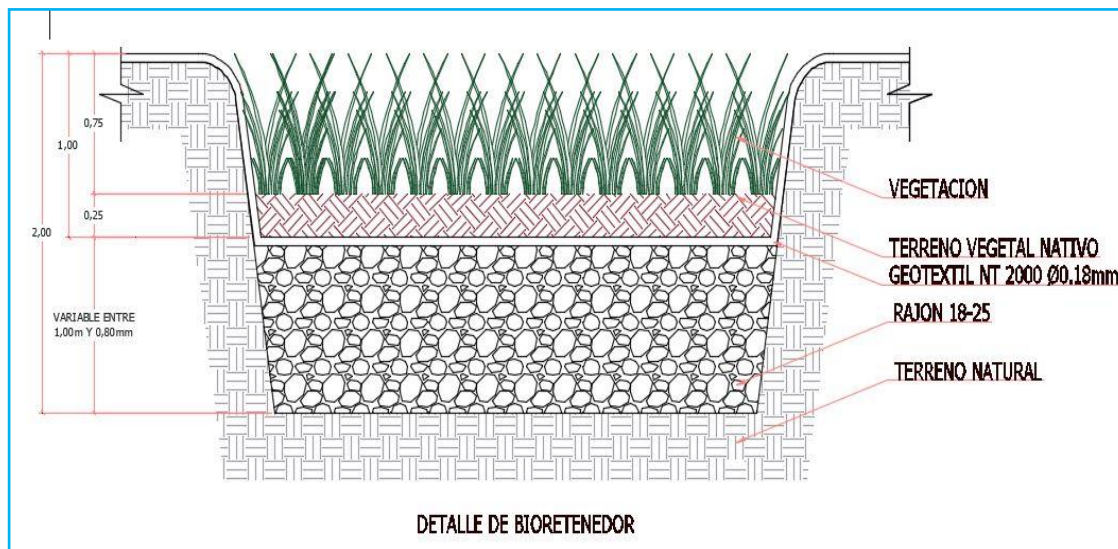


Ilustración 45 Detalle de los Bioretenedores Instalados en el Proyecto Vínculo Maiporé

La superficie del bioretenedor dispondrá de un área de almacenamiento, controlada por un rebose y de una vegetación que tiene una capacidad de detención según las siguientes condiciones:


- Profundidad de almacenamiento 470 mm
- Fracción correspondiente a la vegetación 0.7
- Rugosidad de la superficie (n Manning) 0.4
- Pendiente de la superficie 1%.

Las características del suelo de soporte de la vegetación son:

- Espesor : 300 mm
- Porosidad: 50%
- Capacidad de campo : 0.2
- Punto de marchitamiento: 0.1
- Conductividad: 0.5 mm/hora.
- Pendiente de la curva del logaritmo de la conductividad vs contenido de humedad.: 10%
- Promedio de succión por capilaridad: 3.5 mm

El almacenamiento en el medio poroso instalado bajo el sustrato de la vegetación lo describen las siguientes variables:

- Altura: 300 mm
- Relación de vacíos: 0.5
- Conductividad: 100 mm/hora
- Factor de entrapamiento: 180

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Drenaje de vías:

Para el drenaje de las vías se proyecta que los bioretenedores paralelos a estas recojan toda la escorrentía superficial. Para la correcta recolección de estos caudales se prevé que la geometría de las calzadas confluyan a los respectivos bioswells y mediante el uso de parejas de tuberías de 6" ubicadas sobre la calzada y separadas a distancias aproximadas de 10 metros para que se realice la captación.

9.3 ALIMENTACIÓN DE LOS HUMEDALES EN LOS ESCENARIOS PROXIMO Y FUTURO

9.3.1 DEFINICIÓN DE LOS ESCENARIOS PROXIMO Y FUTURO

Escenario Próximo

El Escenario Próximo comprende el conjunto de obras a ejecutar que garanticen la recuperación y/o reconformación de los vasos según el informe adjunto con sus estructuras de rebose y conexiones de los mismos al Colector Maipore que ya se encuentra instalado, adicionalmente involucra garantizar la alimentación de dichos vasos con las macrocuencas indicadas en la Ilustración 12, cabe destacar que en las etapas 1 y 2 se involucran solo 2444 unidades de vivienda en funcionamiento.


Adicionalmente comprende la puesta en marcha de los biorretenedores ubicados en los parques denominados PQ1-3, PQ2, PQ3, esta configuración de los parques y su geometría frente al Humedal Maipore se aprecia en el plano 02/10 del Escenario Próximo. Adicionalmente, se requiere la adecuación de canales provisionales en tierra de sección trapezoidal que capten y transporten las escorrentías del costado sur del predio al Humedal Cola de Tierra Blanca, dichos canales tendrán las dimensiones ilustradas en los planos 01/10 y 03/10 del Escenario Próximo.

Las obras mencionadas anteriormente corresponden a las de inmediato cumplimiento de manera paralela con la recuperación y/o reconformación de ambos vasos, así como con la construcción de las estructuras de rebose de ambos vasos.

Escenario Futuro

El escenario futuro comprende la ejecución de todas las obras de urbanismos proyectadas, es decir la construcción de 16.200 unidades de soluciones habitacionales, con una población prevista de 4 habitantes por unidad de vivienda, con un total de 64.800 habitantes, a su vez contempla una población educativa de 1800 estudiantes, en la parte comercial dispondrá de 121.700 m² para centros comerciales de los cuales se contará con 50.000 m² para un terminal de transporte.

Además comprende la construcción y puesta en marcha de los todos bioretenedores, colectores y canales proyectados en el diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la ciudadela el Vínculo Colsubsidio.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Considerando que en el Escenario Próximo se realizarán las obras de recuperación y/o reconfiguración de los vasos, se adecuarán las estructuras de rebosamiento de dichos cuerpos de agua y respecto al Humedal Maipore se adecuarán todas las alimentaciones del vaso previstas en el urbanismo excepto por la instalación de las conexiones domiciliarias de los lotes L54, L55 y L56 que por escorrentía aportarán el canal del PQ1-2, se aclara que por consiguiente en el Escenario Futuro se adecuarán todas las conexiones domiciliarias de la totalidad de los lotes y las respectivas alimentaciones definitivas al Humedal Cola de Tierra Blanca con la respectiva instalación de todo el sistema de alcantarillado del costado sur indicado en los planos del Escenario Futuro, cabe destacar que la construcción de la totalidad de dicho sistema de alcantarillado dependerá del desarrollo de los lotes que con el tiempo se vayan conectando al sistema.”

9.3.2 ALIMENTACIÓN HUMEDAL MAIPORE

Escenario Próximo

La alimentación del humedal cuando se realice la reconfiguración de su vaso, será mediante el bioretenedor ya instalado en el PQ1-3, los bioretenedores en proceso de instalación sobre los PQ2 y PQ3 y el bioretenedor proyectado en el PQ1-2 ubicado en el costado nororiental de la ciudadela al sur de la PTAR, ver la Ilustración 46.

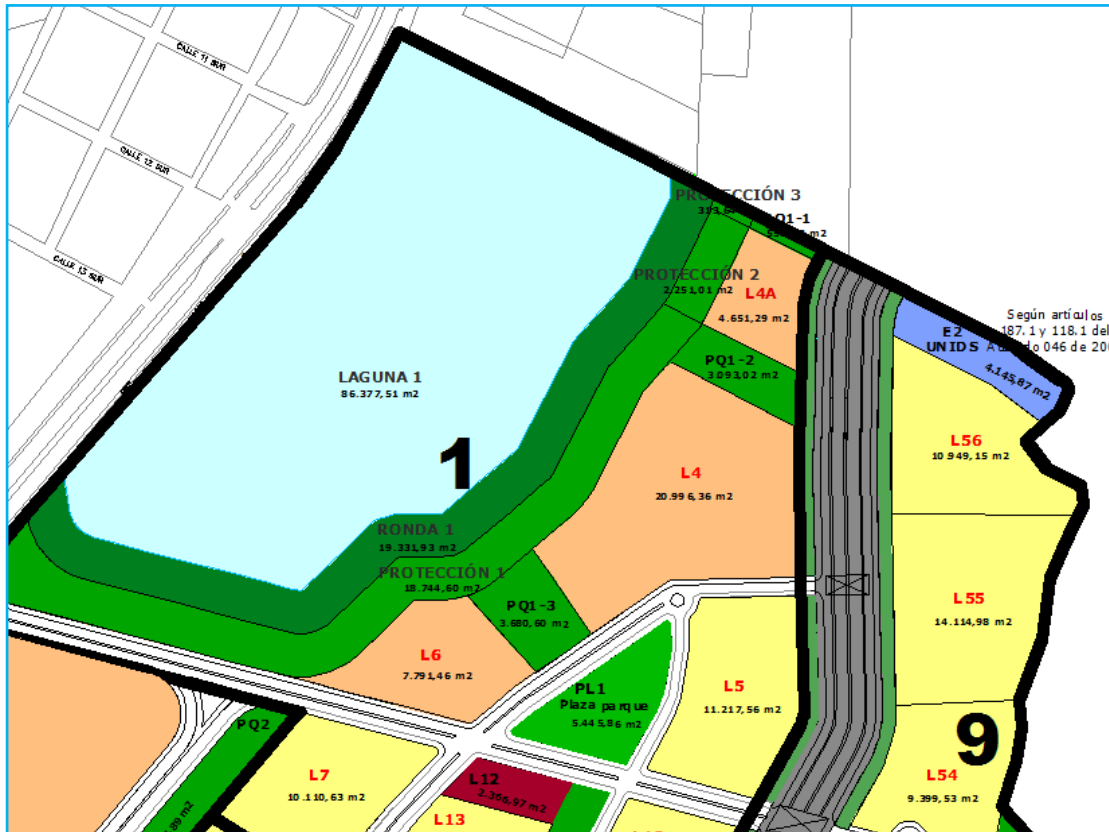


Ilustración 46 Geometría de la Ciudadela Maipore en la Zona Aledaña al Humedal Maipore Según Resolución de Urbanismo

El bioretenedor ubicado en el PQ1-3 recibe las domiciliarias del 40% de las manzanas de las Etapas 1 y 2 así como la escorrentía de las vías adyacentes a las manzanas aportantes incluyendo parte de la calle 15sur. La zona de los cerros y las manzanas L54, L55, L56, E2 y L4A descargarán sus aguas lluvias al canal trapezoidal proyectado en el lote PQ1-2, que vierte posteriormente estos caudales al humedal. Los biorretenedores ubicados en el PQ2 Y PQ3, reciben las domiciliarias de agua lluvias de las manzanas L8, L11, L9 y L7 y de la misma forma, las conducen al vaso Maipore mediante la zona de protección 1.

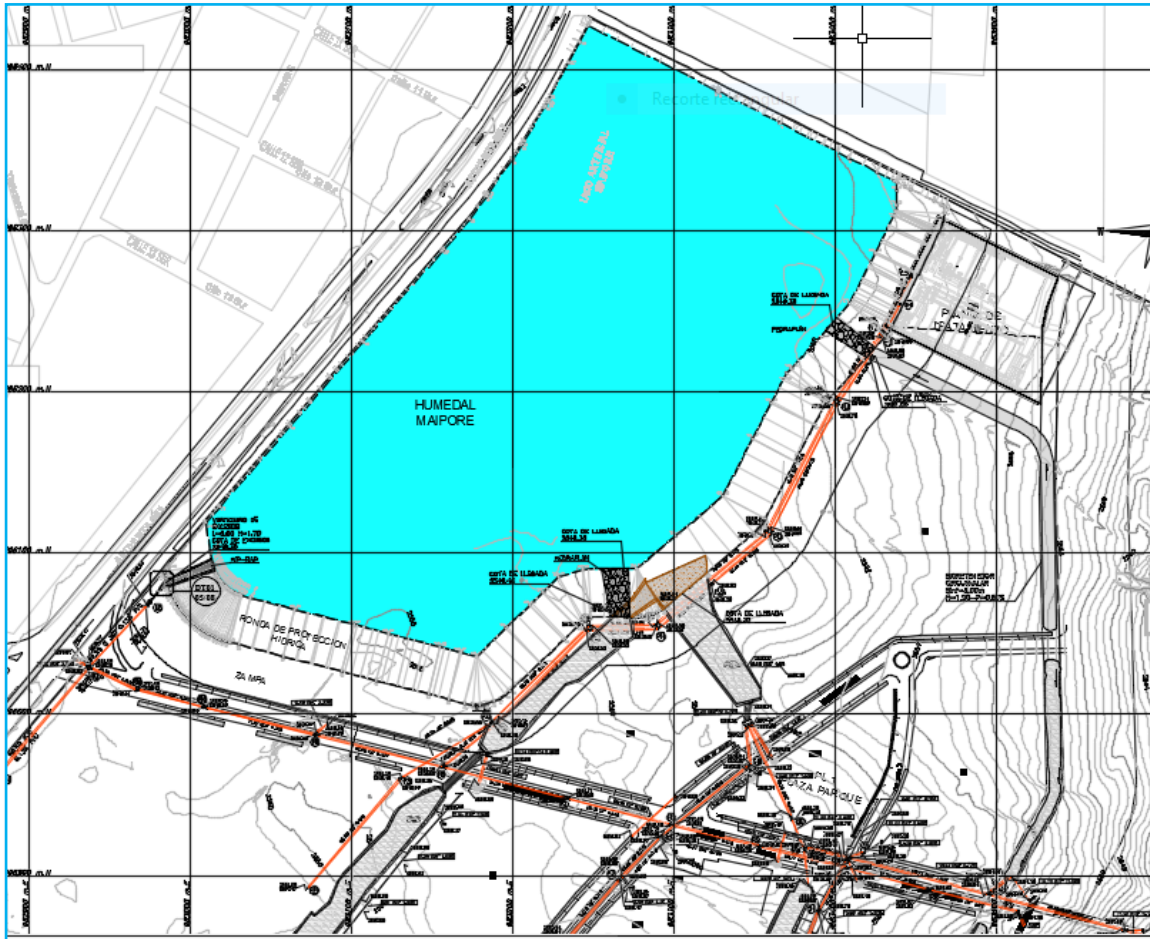



Ilustración 47 Alimentación del Humedal Maipore Mediante Bioretenedores Según plano 02/10 del Escenario Próximo

Escenario Futuro

La alimentación de este humedal se realizara de la misma forma descrita para el escenario próximo, la diferencia radica en que las escorrentía de los lotes L52, L53, L54, L55 y L56 se direccionarán mediante domiciliaria al Humedal Maipore según se aprecia en el planos 02/07 y 04/07 del Escenario Futuro y en la Ilustración 48.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

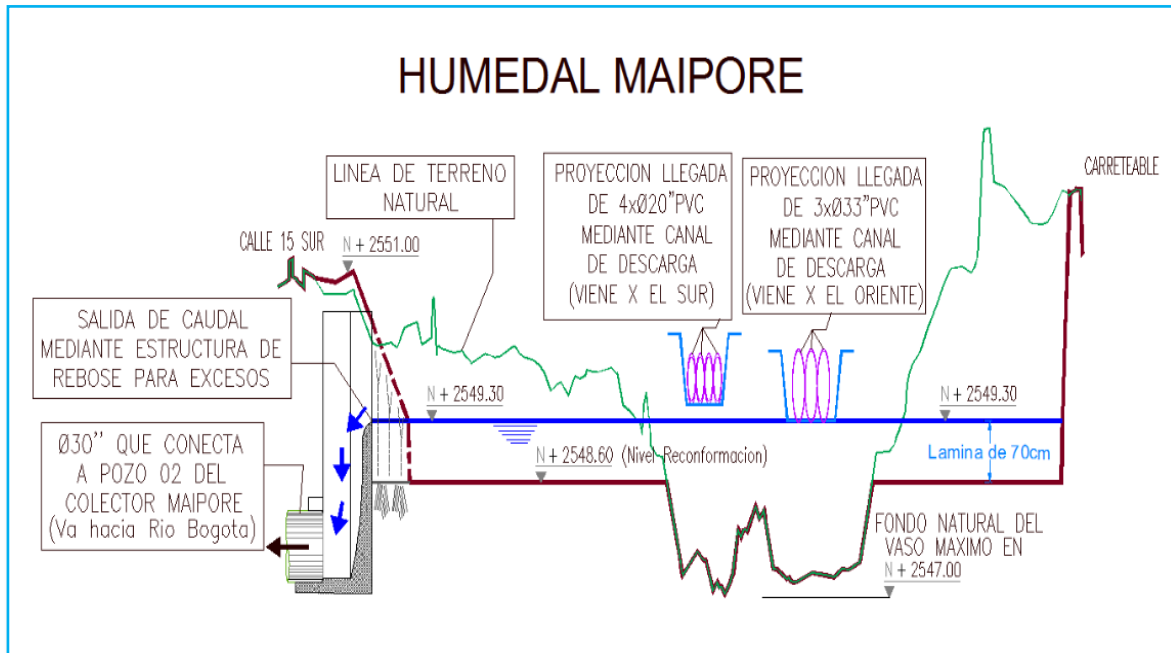


Ilustración 48 Alimentación del Humedal Maipore Mediante Bioretenedores

9.3.3 ALIMENTACIÓN HUMEDAL COLA DE TIERRA BLANCA

Escenario Próximo

La alimentación de este humedal se realizará por medio de canales provisionales de sección trapezoidal de diferentes dimensiones, que capturarán las escorrentías del costado sur del lote (ver Ilustración 49, Ilustración 50, Ilustración 51), es decir la zona que actualmente es verde ubicada al costado sur del predio.



Ilustración 49 Geometría de la Ciudadela Maipore en el Costado Sur Según Resolución de Urbanismo.

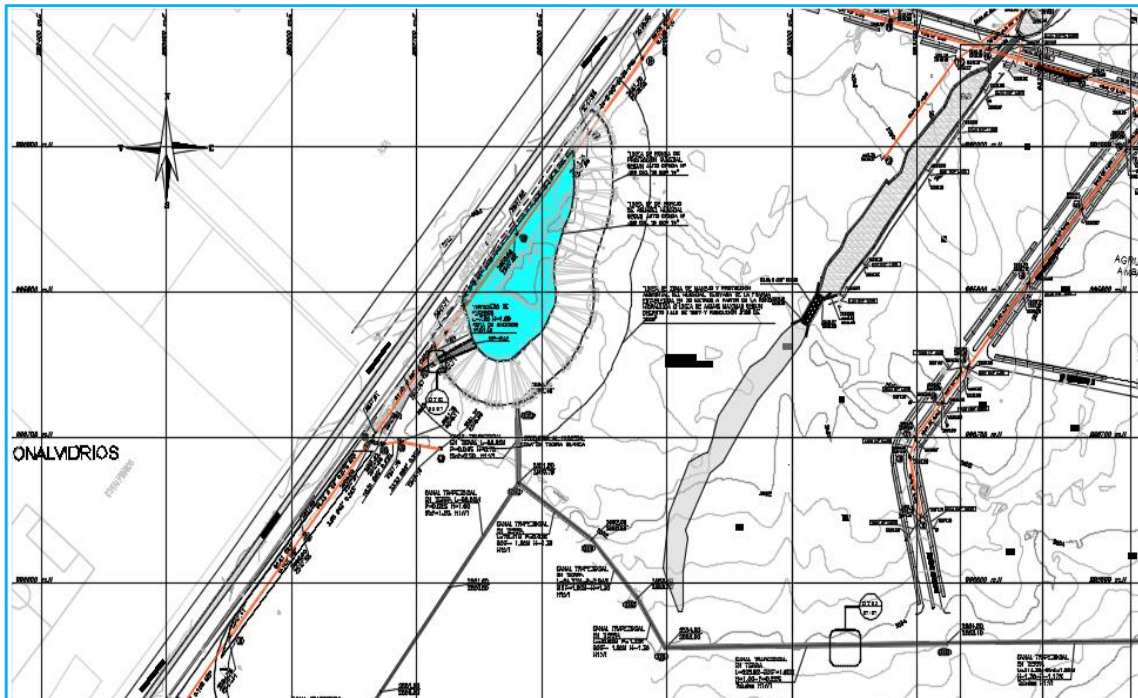


Ilustración 50 Alimentación del Humedal Cola de Tierra Blanca Mediante Canal Trapezoidal Provisional Según Plano 03/10 de la Propuesta para Escenario Próximo.

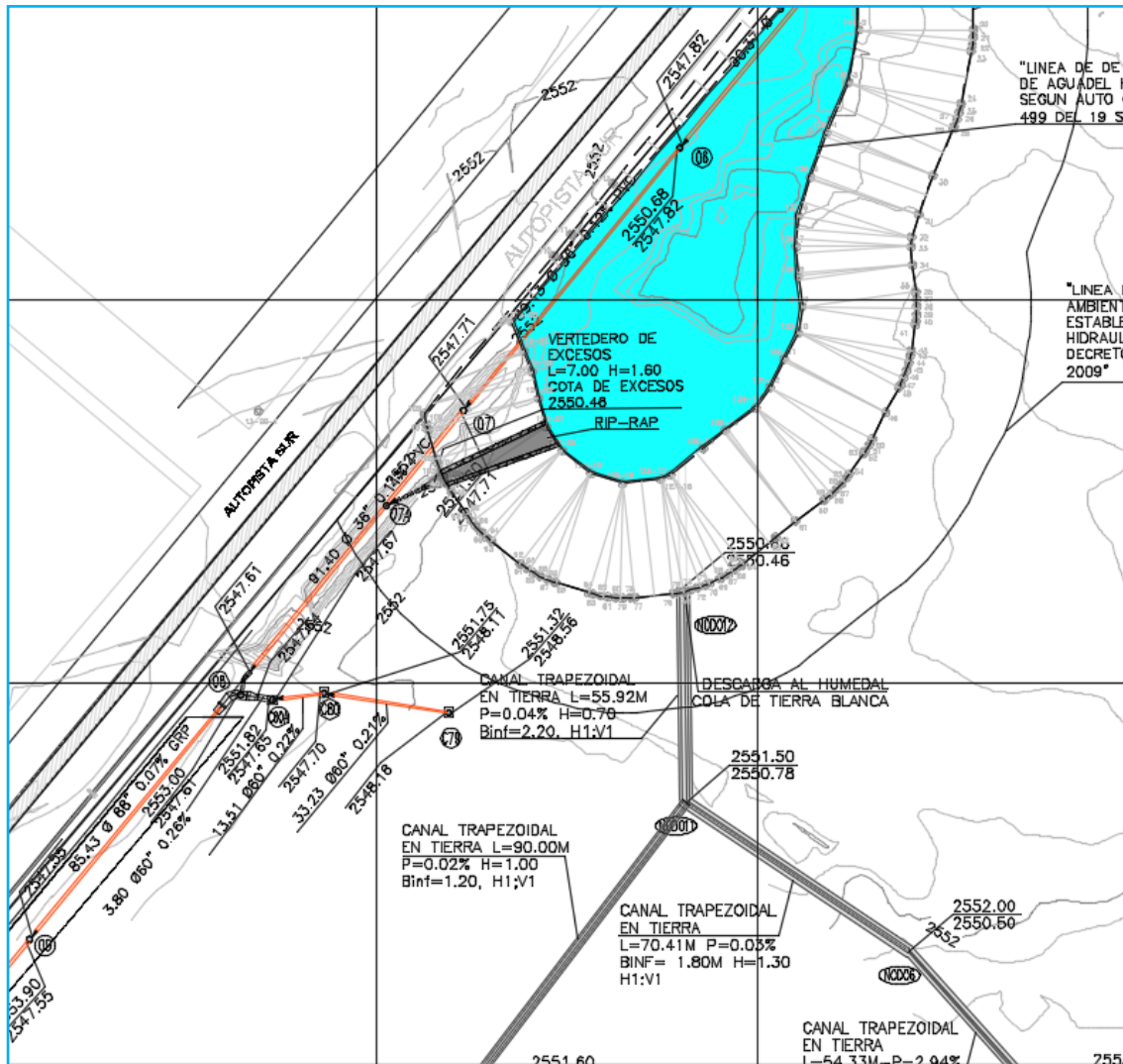


Ilustración 51 Alimentación del Humedal Cola de Tierra Blanca Mediante Canal trapezoidal Provisional Según Plano 01/10 de la Propuesta para Escenario Próximo.

Escenario Futuro

La alimentación del humedal se hará por medio de un box Culvert que hace parte del sistema de alcantarillado pluvial, de sección rectangular de 1.60 alto por 2.8 ancho que captará y conducirá las aguas lluvias del costado sur de la ciudadela, lo anterior mediante la conexión de todas las domiciliarias de los lotes a los bioretenedores y posteriormente las descargas de dichos bioretenedores ubicados en los parques lineales (PQ) de la futura ciudadela al sistema de alcantarillado del costado sur ilustrado en los planos 01/07 al 07/07 del Escenario Futuro.

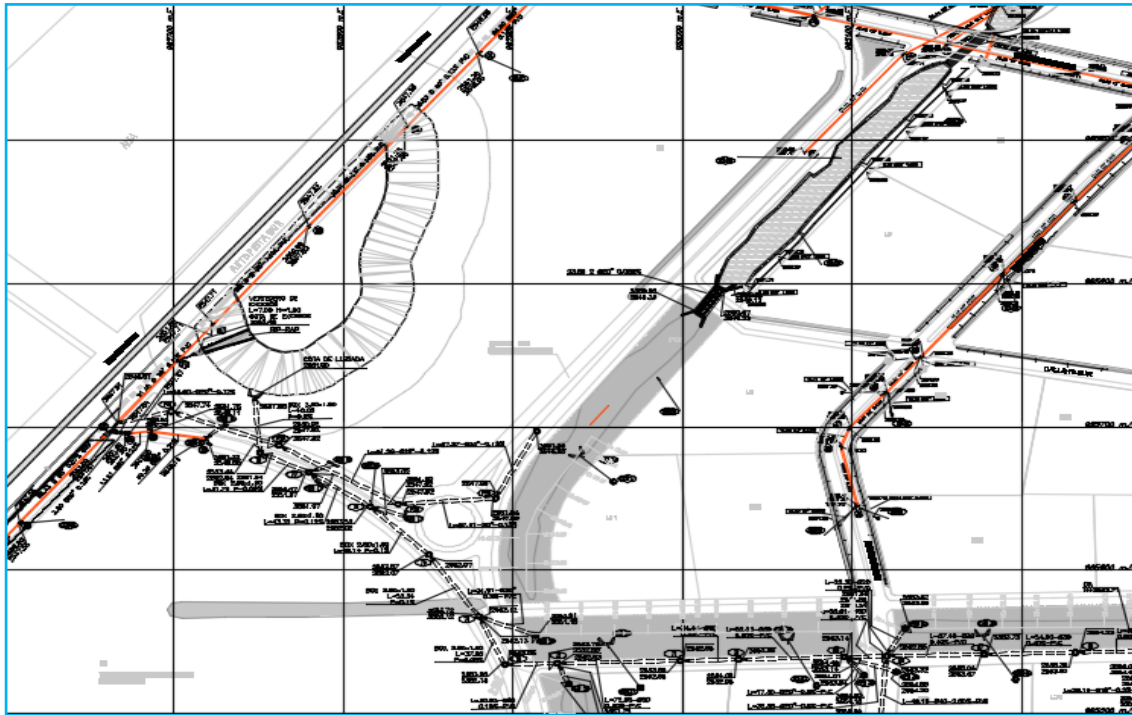
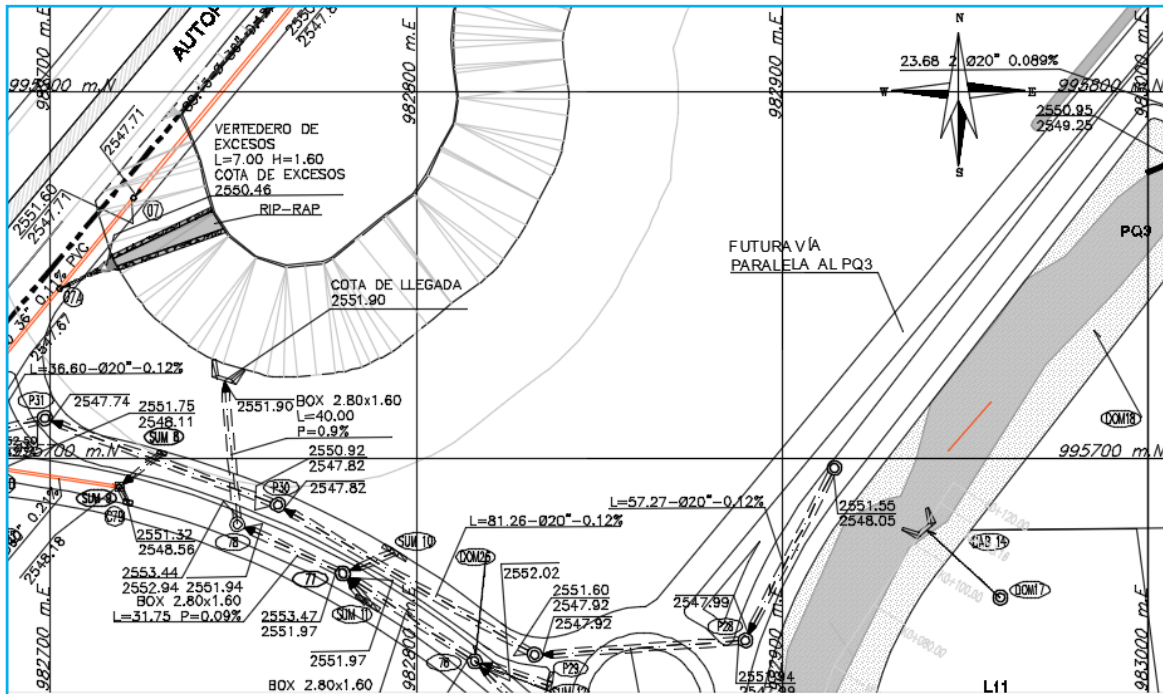


Ilustración 52 Alimentación del Humedal Cola de Tierra Blanca Mediante Box Culvert de Alcantarillado Según Plano 03/07 de la Propuesta Para Escenario Futuro.




| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Ilustración 53 Alimentación del Humedal Cola de Tierra Blanca Mediante Box Culvert Según Plano 01/07 de la Propuesta Para Escenario Futuro

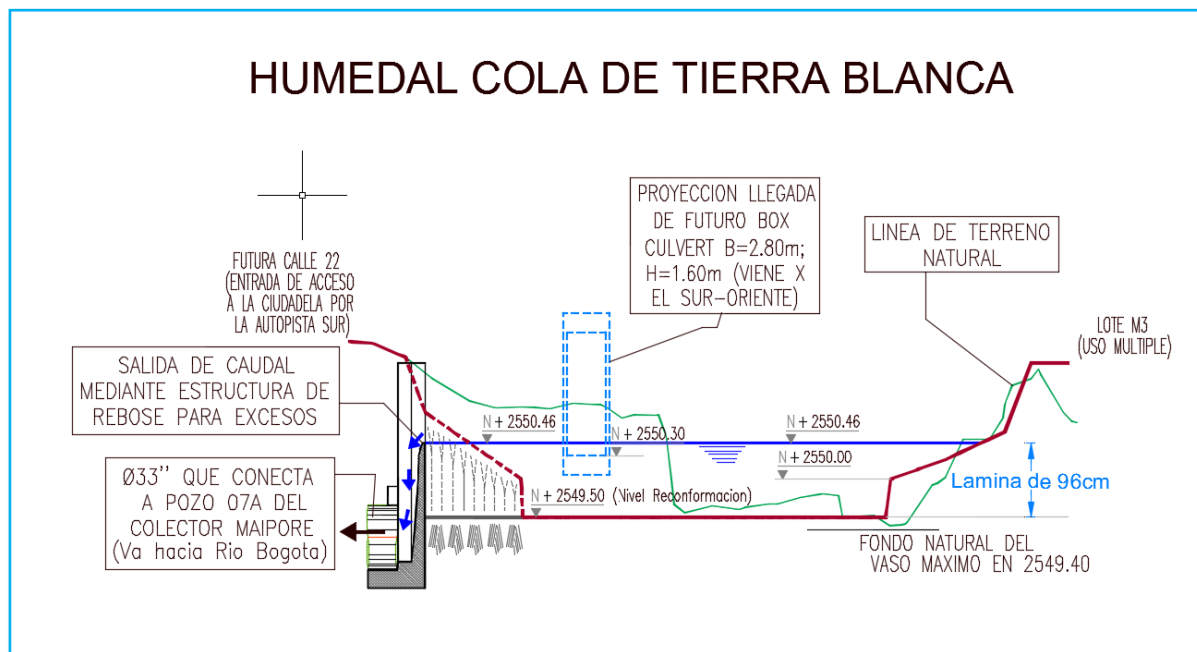



Ilustración 54 Alimentación del Humedal Cola de Tierra Blanca Mediante Box Culvert

9.4 MODELO EPA SWMM

El modelo SWMM fue desarrollado para llevar a cabo la modelación de redes de conductos con flujo libre con condiciones almacenamiento, para la condición de flujo no permanente, permitiendo la utilización de hidrógramas como datos de entrada. El modelo contiene tres capas o modos que corresponden a la escorrentía superficial, la parte sanitaria, y la hidráulica. En este documento se tratará la parte hidráulica. (EXTRAN en el SWMM original).

La función específica de la capa hidráulica consiste en transitar los hidrógramas de entrada a través de una red de tuberías, uniones, y diversas estructuras como reservorios, orificios, vertederos y estaciones de bombeo incluyendo situaciones en las que se presentan represamientos severos en el sistema.

Esta capa utiliza un sistema de conexiones (Links) y nodos que facilita la representación discreta de la red modelada y la solución matemática de las ecuaciones de flujo variado no permanente de Saint Venant (ecuaciones de continuidad y cantidad de movimiento) las cuales conforman la base matemática del modelo. El sistema es idealizado como una serie de conexiones (links) o tuberías las cuales se conectan a los nodos o uniones. Tanto los nodos como las conexiones tienen una serie de propiedades bien definidas las cuales conjuntamente permiten obtener una representación completa de la red de tuberías.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Las conexiones transmiten el flujo de nodo a nodo, y las propiedades asociadas con dichas conexiones son rugosidad, longitud, área de la sección transversal, radio hidráulico, y anchura de la superficie; estas tres últimas propiedades son función de profundidad instantánea del flujo. La primera variable dependiente en las conexiones es el caudal, Q.

Los nodos son elementos de almacenamiento del sistema y corresponden a los pozos ó uniones de las tuberías en el sistema físico. Las variables asociadas a los nodos son volumen, cabeza y área de la superficie. La primera variable dependiente es la cabeza, H.

La ecuación de continuidad para flujo no permanente, sin entradas laterales de flujo y con el área de la sección transversal y el caudal como variables dependientes, es:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

La ecuación de momento utilizando el caudal y la cabeza hidráulica como variables dependientes es:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0$$

En esta ecuación, el término $\frac{\partial Q}{\partial t}$ representa la aceleración local, $\frac{\partial \left(\frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x}$ representa la aceleración convectiva, $gA \frac{\partial H}{\partial x}$ la fuerza de presión y la de gravedad, y el último término corresponde a las fuerzas de fricción.


En donde:

- A: Área de la sección del conducto
- Q: Caudal en el conducto
- t: Distancia a lo largo del conducto.
- g: Gravedad
- H: z+h
- z: Elevación del fondo
- h: Profundidad del agua
- Sf: Pendiente de la fricción.

La ecuación de momento se utiliza en las conexiones (links) y una ecuación especial de continuidad en los nodos

La ecuación de momento es modificada sustituyendo las siguientes identidades

$$Q = VA$$

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

$$\frac{Q^2}{A} = V^2 A$$

$$\frac{\partial(V^2 A)}{\partial x} = 2AV \frac{\partial V}{\partial x} + V^2 \frac{\partial A}{\partial x}$$

Donde

V es la velocidad en el conducto.

Sustituyendo en la ecuación de momento se tiene:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + 2AV \frac{\partial V}{\partial X} + V^2 \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0$$

Esta es la forma de la ecuación de momento modificada, con Q, A, V, y H como variables dependientes.

La ecuación de continuidad puede utilizarse para reemplazar el segundo término de la anterior ecuación, así:

Utilizando Q=VA,

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial X} = 0$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial(VA)}{\partial X} = 0$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + A \frac{\partial V}{\partial X} + V \frac{\partial A}{\partial x} = 0$$


Reordenando los términos y multiplicando por V:

$$AV \frac{\partial V}{\partial x} = -V \frac{\partial A}{\partial t} - V^2 \frac{\partial A}{\partial x}$$

Sustituyendo esta expresión en la ecuación de momento modificada para eliminar el término $\frac{\partial V}{\partial x}$ se tiene:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} - 2V \frac{\partial A}{\partial t} - V^2 \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0$$

La pendiente de la fricción es define de acuerdo con la ecuación de Manning:

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

$$S_f = (k/gAR^{\frac{4}{3}}) Q|V| \quad (4)$$

Dónde:

k: gn²

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

R: radio hidráulico

Las incógnitas básicas en la ecuación (4) son Q y H. Los valores de V, R y A se pueden relacionar con Q y H. Por lo tanto, se requiere otra ecuación para relacionar Q y H, la cual se obtiene a partir de la ecuación de continuidad de un nodo:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \sum Q_t / A_{st} \quad (5)$$

Dónde:

Ast: Área de la superficie del nodo.

Las ecuaciones (4) y (6) expresadas en forma de diferencias finitas se pueden resolver secuencialmente para determinar el caudal en cada conexión (link) y la cabeza hidráulica en cada nodo, en un intervalo de tiempo Δt . La integración numérica de estas ecuaciones se lleva a cabo mediante el método modificado de Euler, el cual produce una solución completamente explícita.

La experiencia en el manejo del modelo (op.cit) ha indicado que el mismo es estable numéricamente cuando se cumplen las siguientes relaciones:

En las conexiones (links):

$$\Delta t \leq L / (gD^2) \quad (6)$$

Dónde:

Δt : Intervalo de tiempo en segundos.

D: Máxima profundidad de la tubería.

L: Longitud de la tubería.


Esta relación es reconocida como una forma de la condición de Courant, en la cual el intervalo de tiempo está limitado por el tiempo requerido por una onda dinámica para propagarse en la longitud de un conducto.

En los nodos:

$$\Delta t \leq CA_s \Delta H_{\max} / Q \quad (7)$$

Dónde:

C: Constante adimensional determinada por experiencia (op.cit) como 0.1

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

ΔH_{max} : Máximo ascenso de la superficie del agua durante el intervalo de tiempo

As: Área superficial del nodo

Q: Flujo neto en el nodo.

Las desigualdades (6) y (7) indican que el máximo intervalo de tiempo está determinado por la conexión más corta y más pequeña con caudales altos. Con base en pasadas experiencias se ha determinado que un intervalo de 10 segundos es casi siempre suficientemente pequeño para producir los hidrogramas de salida y las curvas de nivel vs tiempo sin oscilaciones espurias, y también satisface la continuidad de masa en condiciones de no inundación. En la mayoría de las aplicaciones son adecuados intervalos entre 15 y 30 segundos, siendo posible utilizar intervalos hasta de 60 segundos en algunas ocasiones.

Estructuras de control y derivación del flujo.

El modelo permite considerar diversas estructuras de control y derivación del flujo como orificios, vertederos, y reservorios.

Orificios

Generalmente los orificios se utilizan como estructuras de derivación o para restringir la entrada del flujo a un sistema de tuberías durante las crecientes. El orificio puede derivar el flujo de una tubería hacia otra tubería ó regular la salida de un tanque de almacenamiento.

Los orificios pueden ser de fondo o laterales, y el modelo cuenta con la opción de variar su área en el tiempo. En la presente modelación se ha utilizado esta opción para regular el flujo del tanque de almacenamiento.

La simulación de los orificios se efectúa convirtiendo el orificio en una tubería equivalente como se indica a continuación.

La ecuación de descarga del un orificio es:

$$Q = C_0 A \sqrt{2gH} \quad (8)$$

Siendo C_0 el coeficiente de descarga. En la presente modelación se adoptó el valor de 0.75.


Para convertir el orificio a una tubería equivalente, el programa iguala la ecuación (9) y la ecuación de Manning.

$$\frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} = C_0 A \sqrt{2gH} \quad (9)$$

Tomando $S=H/L$, y $R=D/4$, se tiene

$$n = \frac{1}{C_0 \sqrt{2gL}} \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \quad (10)$$

La longitud de la tubería equivalente se toma como máximo de 61 m, ó

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

$$L = 2\Delta t \sqrt{gD} \quad (12)$$

Mediante la expresión (12) se asegura que no se viole el criterio de celeridad o estabilidad. La rugosidad de Manning se calcula aplicando la ecuación (11). Este algoritmo produce una solución que no sólo es tan precisa que la ecuación del orificio, sino que también es mucho más estable cuando el orificio entra en presión (Op. Cit).

Vertederos

El modelo maneja vertederos transversales y laterales. El flujo sobre un vertedero es calculado mediante la siguiente ecuación:

$$Q = CL \left[\left(h + \frac{V^2}{2g} \right)^a - \frac{V^{2a}}{2g} \right] \quad (11)$$

Dónde:

C: Coeficiente de descarga

L: Longitud del vertedero

h: Cabeza sobre el vertedero

V: Velocidad de aproximación al vertedero

a: Exponente del vertedero: 3/2, para vertederos transversales y 5/3 para laterales.

Para vertederos laterales, C debería ser una función de la velocidad de aproximación del flujo, pero el programa no suministra esta información debido a la dificultad en definir esta velocidad de aproximación al vertedero; Por esta razón la velocidad que se aplica en los cálculos se toma como cero antes de efectuar el cálculo del caudal.

El programa está en capacidad de calcular vertederos sumergidos para lo cual utiliza la siguiente expresión

$$Q = C_{sub} CL(Y_1 - Y_c)^{3/2}$$


Csub: Coeficiente de descarga para vertederos sumergidos

Si el vertedero es sobrecargado, se calcula como un orificio.

9.4.1 MONTAJE DEL MODELO

Para montar el modelo de drenaje se utilizó la información disponible en cuanto a la infraestructura de drenaje y a las características físicas del área.

En la figura siguiente se muestra cada uno de los componentes que se obtuvieron para el desarrollo del modelo. El método y las consideraciones para determinar los coeficientes para el montaje del modelo son iguales para los dos humedales.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

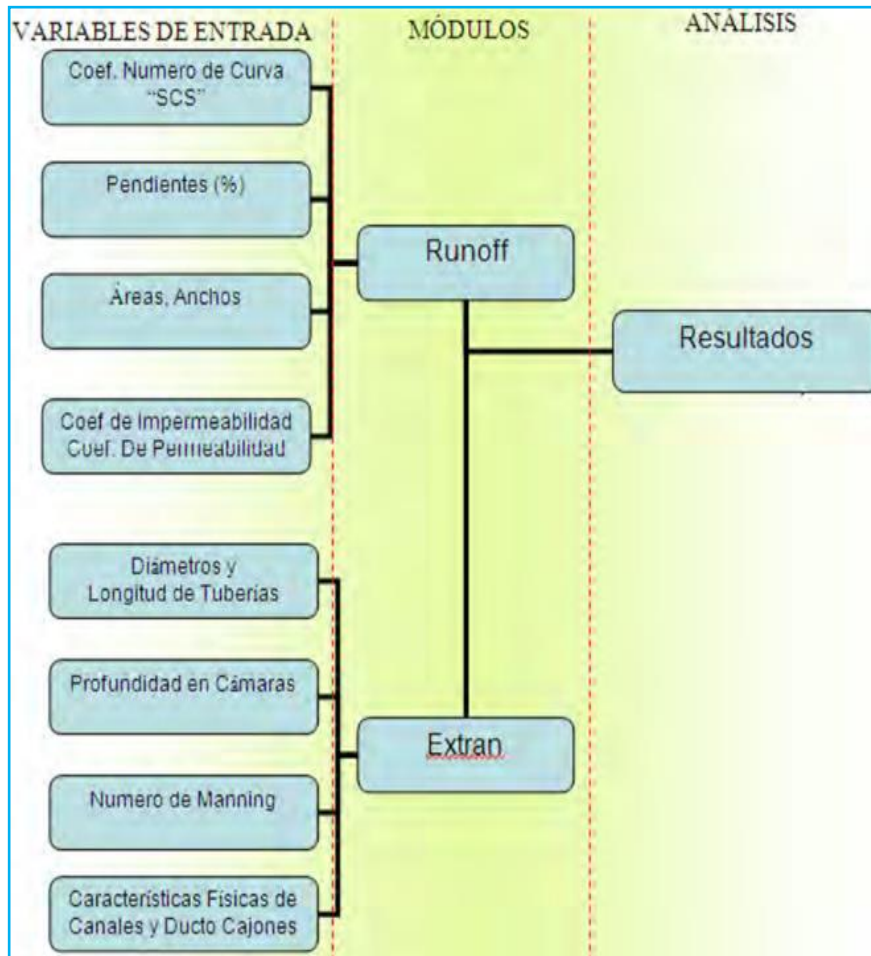


Ilustración 55 Componentes de Desarrollo del Modelo

Hietogramas

Los datos de entrada al modelo fueron recolectados de información existente, los Hietogramas utilizados para cada periodo de retorno son los que se presentan en el capítulo 6.

Áreas de Aportación

El área de aporte a los humedales se dedujo a partir de la topografía del terreno y de las áreas de drenaje demarcadas por el sistema de alcantarillado, tal como se muestra en la Ilustración 56, el área de aporte al Humedal Maipore es de 1.26 Km² y el área del Humedal Cola de Tierra Blanca es de 3.32 Km², por lo que el área total de ambas cuencas es de 4.6 Km².

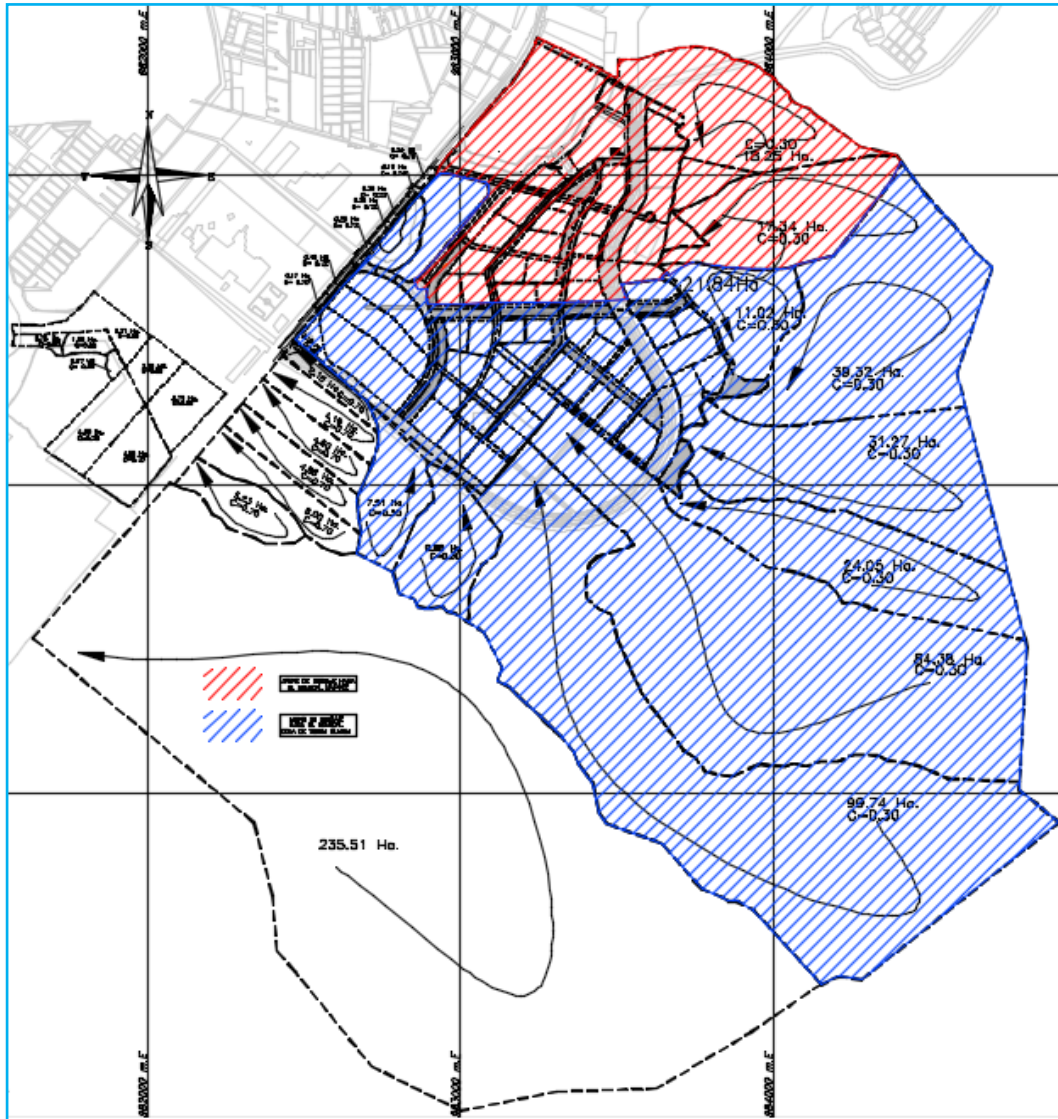



Ilustración 56 Área de Aportación

Número de Curva (CN)

Los valores de CN utilizados en los modelos hidrológicos para escenario Próximo y Futuro se basaron en el Cuadro 69, donde se especifica para los diferentes usos del suelo cual es el valor de CN a adoptar.

De acuerdo a diferentes estudios de suelo realizados en la zona de estudio, se evidencia que el suelo es principalmente arcilloso, compuesto superficialmente por una capa vegetal orgánica, capas de arcillas y arcillas arenosas, arena fina de color gris y blanco, arena con algo de arcilla, arena arcillosa con grava y limos con madera en descomposición.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Frente a esta composición del suelo se puede establecer que estos pertenecen a un grupo hidrológico C.

Para el escenario futuro y Próximo el CN a utilizar en la zona residencial es de 83, en la zona de pradera es de 71, en los Biorretenedores de 66, considerando que estas estructuras están conformadas por suelos pocos profundos y arenas limosas y en los humedales 96.2.

| Uso del Suelo | | | Grupo Hidrológico del Suelo | | | |
|---|--|---------------------------|-----------------------------|----|----|----|
| | | | A | B | C | D |
| Praderas | | | 30 | 58 | 71 | 78 |
| Bosques | Cubierta pobre | | 45 | 66 | 77 | 83 |
| | Cubierta buena | | 25 | 55 | 70 | 77 |
| Espacios abiertos: con césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. | Buena condición: cubierta de pastos sobre más del 75% del área | | 39 | 61 | 74 | 80 |
| | Condición aceptable: cubierta de pastos sobre el 50 a 75% del área | | 49 | 69 | 79 | 84 |
| Áreas comerciales y de tiendas (85% impermeable) | | | 89 | 92 | 94 | 95 |
| Zonas industriales (75% impermeable) | | | 81 | 88 | 91 | 93 |
| Zonas Residenciales | Tamaño medio de la parcela (m ²) | Promedio de % impermeable | | | | |
| | 500 | 65 | 77 | 85 | 90 | 92 |
| | 1000 | 38 | 61 | 75 | 83 | 87 |
| | 1350 | 30 | 57 | 72 | 81 | 86 |
| | 2000 | 25 | 54 | 70 | 80 | 85 |
| 4000 | 20 | 51 | 68 | 79 | 84 | |
| Tejados, parkings, superficies impermeables en general | | | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Calles y carreteras | Pavimentadas, con bordillos y bocas de tormenta | | 98 | 98 | 98 | 98 |
| | De grava | | 76 | 85 | 89 | 91 |
| | De tierra | | 72 | 82 | 87 | 89 |

Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.


Grupo B: Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.

Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con alto contenido de arcilla.

Grupo D: Suelos expansivos, arcillas altamente plásticas.

Cuadro 69 Grupo Hidrológico para Uso de Suelo

Fuente: SWMM, SCS US

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Número de Manning (n)

Para las áreas de aportación se utilizaron números de Manning correspondientes al flujo sobre diferentes superficies, como se observa en el cuadro siguiente.

| Superficie | Manning n |
|---------------------------|------------------|
| Asfalto Liso o Concreto | 0.012 |
| Asfalto Rugoso o Concreto | 0.014 |
| Arcilla Compacta | 0.030 |
| Pasto Poco Densos | 0.200 |
| Pasto Densos | 0.350 |
| Matorrales Densos | 0.500 |

Cuadro 70 Coeficiente de Manning Para Superficies

Fuente: Manual SWMM, 2009


9.4.2 RESULTADOS MODELO EPA SWMM ESCENARIO PROXIMO

El modelo hidrológico realizado en el escenario próximo para el Humedal Maiporé y el Humedal Cola de Tierra Blanca, representan de una forma simplificada el sistema hidrológico natural, el cual nos permite estudiar el funcionamiento de los humedales, predecir las respuestas de estos a los diferentes regímenes de lluvias frente a los distintos periodos de retorno y evaluar la distribución temporal y futura de los caudales máximos.

El modelo esquematiza el estado actual del predio con sus componentes de alcantarillado pluvial, los sistemas de bioretenedores, los dos cuerpos de agua (Maiporé y cola de tierra blanca), las cuencas adyacentes que hacen parte del predio del proyecto Maiporé y las estructuras proyectadas para garantizar que el drenaje de las cuencas aferentes a los humedales sea conducido hasta estos receptores.

Las condiciones con las que fue calculado cada uno de los hidrógramas de creciente fueron las siguientes:

- El modelo lluvia – escorrentía utilizado en el software fue el de Soil Conservation Service – SCS.
- El CN para la cuenca fue estimado basado en el uso del suelo, y su descripción se encuentra en el ítem número de curva CN.
- Los Hietogramas de entrada para cada periodo de retorno son los que se encuentran en el capítulo 6.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

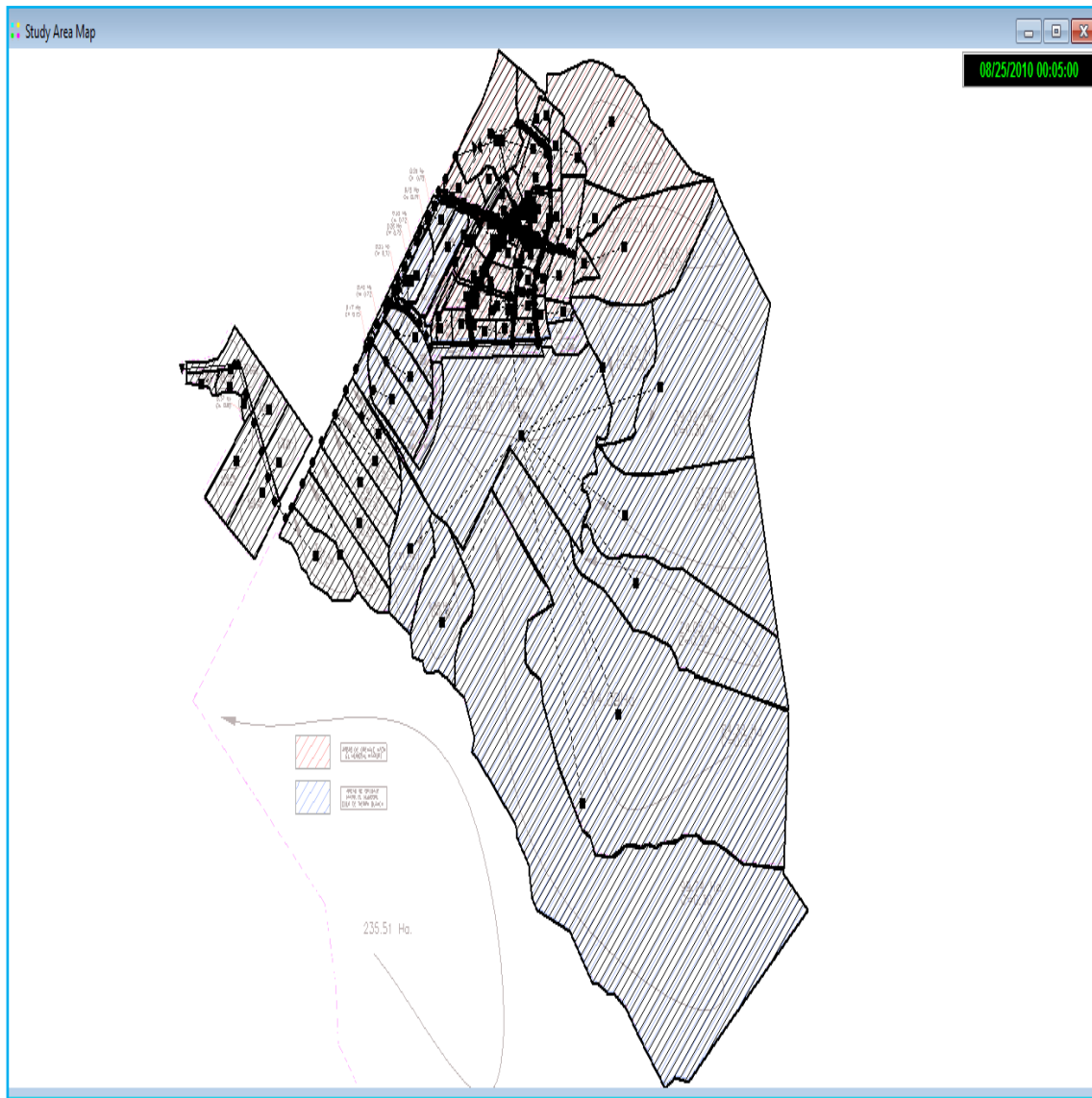


Ilustración 57 Modelo SWMM Escenario Próximo

Los resultados obtenidos en cada uno de los humedales para cada uno de los periodos de retorno se encuentran en las siguientes graficas:

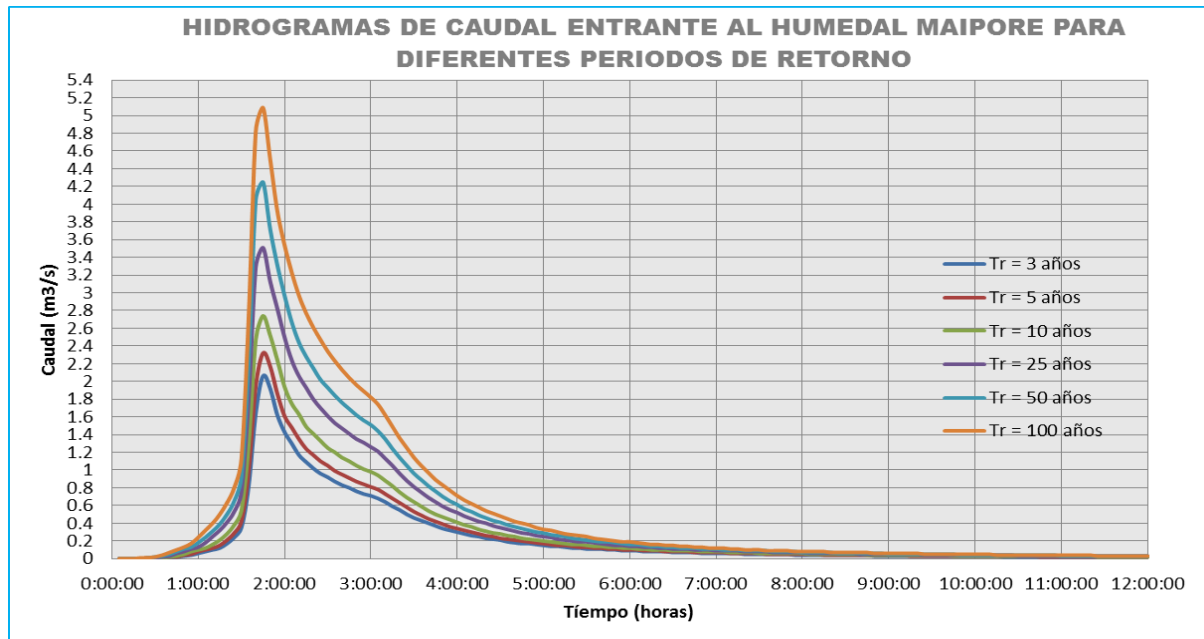


Ilustración 58 Hidrógramas de Crecientes para Cada Periodo de Retorno en el Humedal Maiporé en el Escenario Proximo

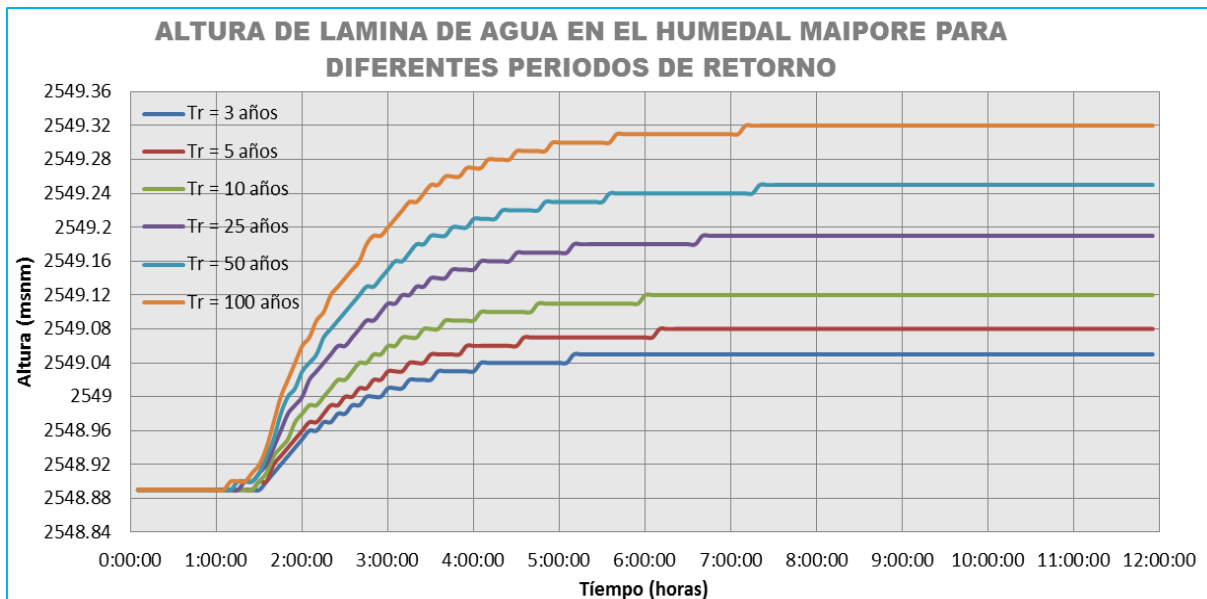



Ilustración 59 Altura de Lámina de Agua para Cada Periodo de Retorno en el Humedal Maiporé en el Escenario Próximo

Para el Humedal Maiporé, en el Escenario Próximo se observa que los caudales entrantes para los diferentes periodos de retorno considerados oscilan entre 2.06 y 5.09 m³/s, adicionalmente en condición de sequía, es decir corriendo el modelo con una lámina mínima inicial de 20cm (Nivel

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

lamina en 2548.90) el vaso alcanzara niveles entre 2549.05 y 2549.32 láminas que sobrepasan el nivel del rebose ubicado en la 2549.30.

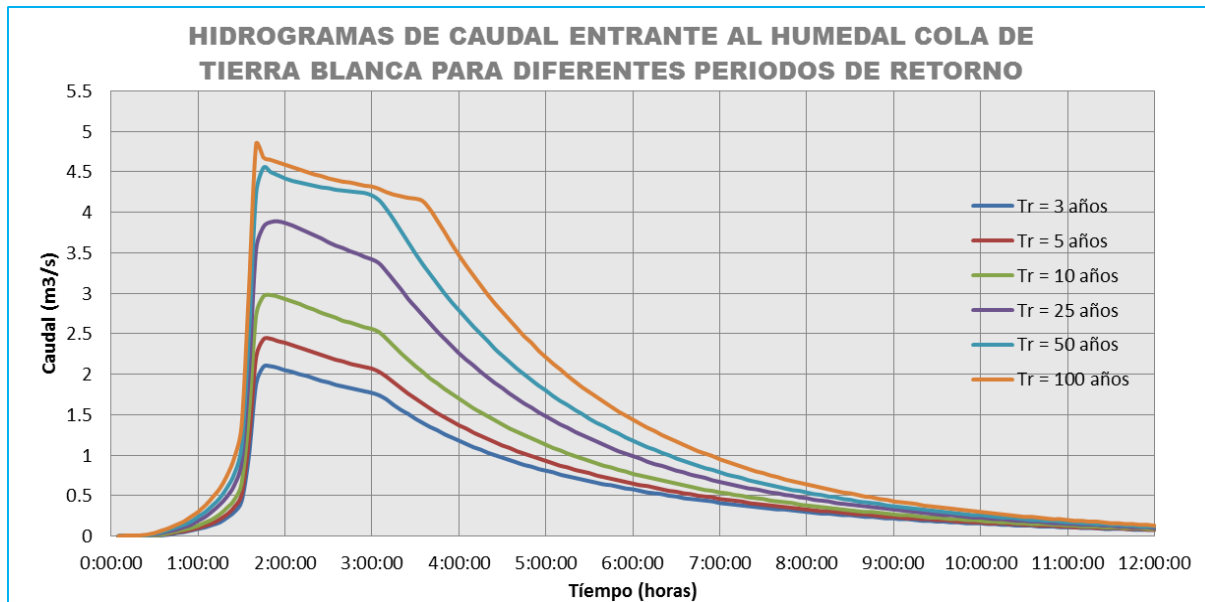


Ilustración 60 Hidrógramas de Crecientes para Cada Periodo de Retorno en el Humedal Cola de Tierra Blanca en el Escenario Proximo

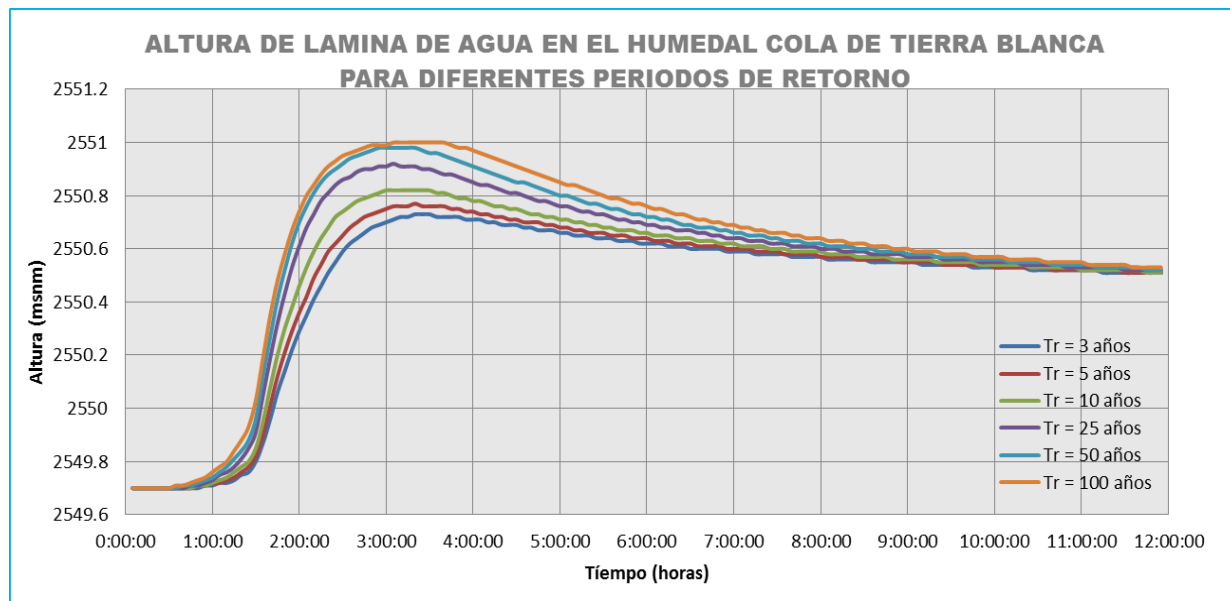



Ilustración 61 Altura de Lámina de Agua para Cada periodo de Retorno en el Humedal Cola de Tierra Blanca en el Escenario Proximo.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Para el Humedal Cola de Tierra Blanca, en el Escenario Próximo se observa que los caudales entrantes para los diferentes periodos de retorno considerados oscilan entre 2.1 y 4.84 m³/s, adicionalmente en condición de sequía, es decir corriendo el modelo con una lámina mínima inicial de 20cm (Nivel lamina en 2549.7) el vaso alcanzara niveles entre 2550.73 y 2551 láminas que sobrepasan el nivel del rebose ubicado en la 2550.46.

9.4.3 RESULTADOS MODELO EPA SWMM ESCENARIO FUTURO

Para el escenario futuro que se presentaría tanto en el Humedal Maiporé como en el humedal cola de tierra blanca, se tiene un modelo en el que se encuentra esquematizado el predio con sus componentes de alcantarillado pluvial, los sistemas de bioretenedores, los dos cuerpos de agua (Maiporé y cola de tierra blanca) además de las cuencas adyacentes que hacen parte del predio del proyecto Maiporé cuando todos los edificios del proyecto se encuentren totalmente construidos.

Las condiciones con las que fue calculado son similares al anterior caso.

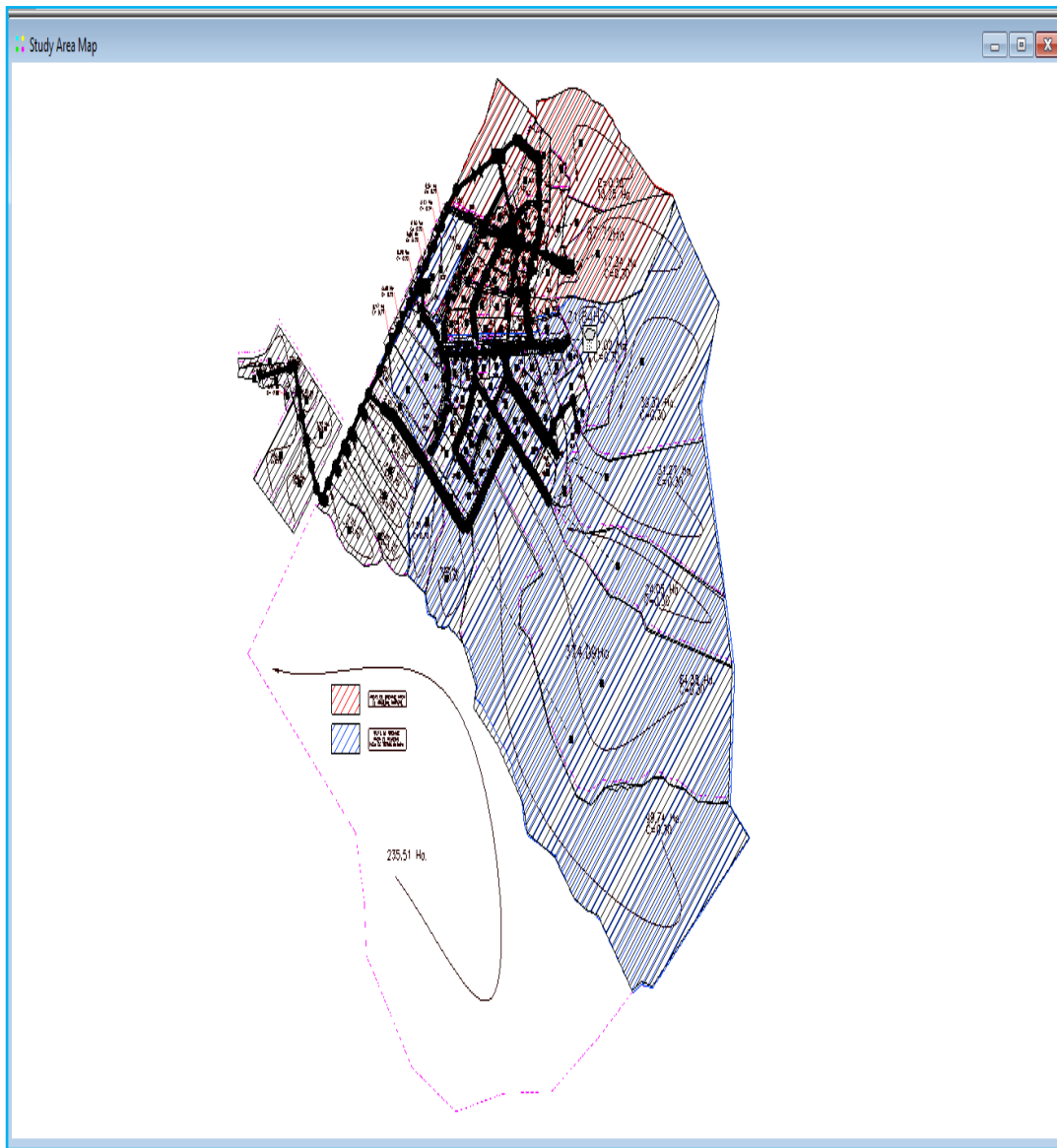


Ilustración 62 Modelo SWMM Escenario Futuro

Los resultados obtenidos en cada uno de los humedales para cada uno de los periodos de retorno se encuentran en las siguientes graficas:

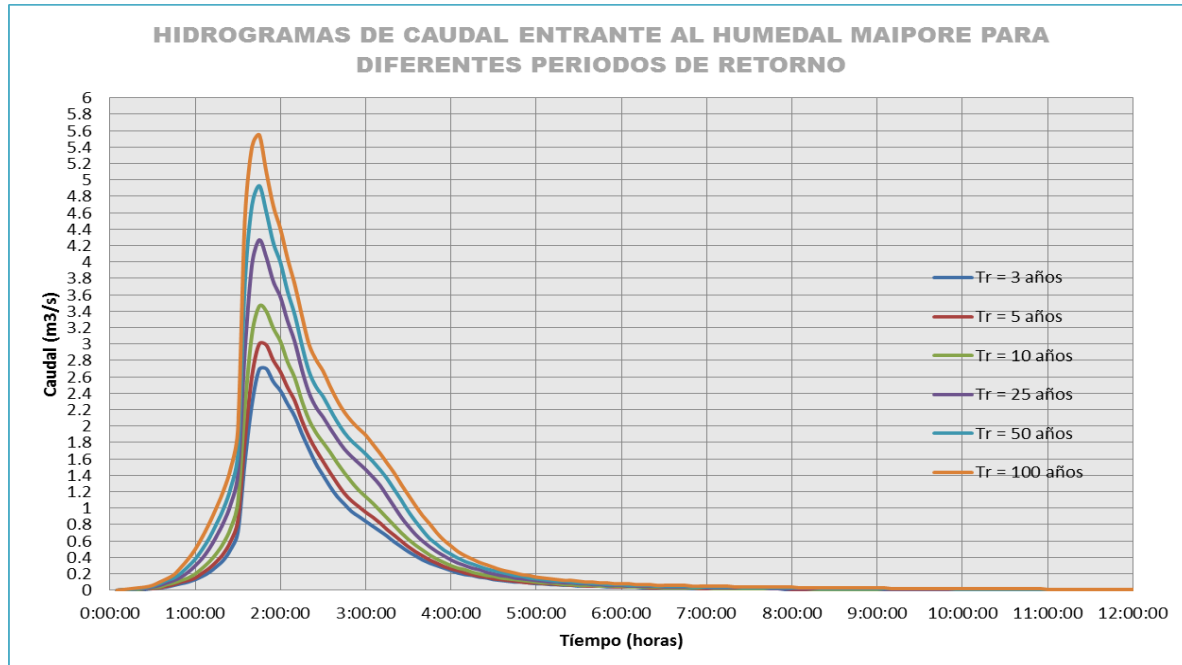


Ilustración 63 Hidrógramas de Crecientes para Cada periodo de Retorno en el Humedal Maiporé en el Escenario Futuro

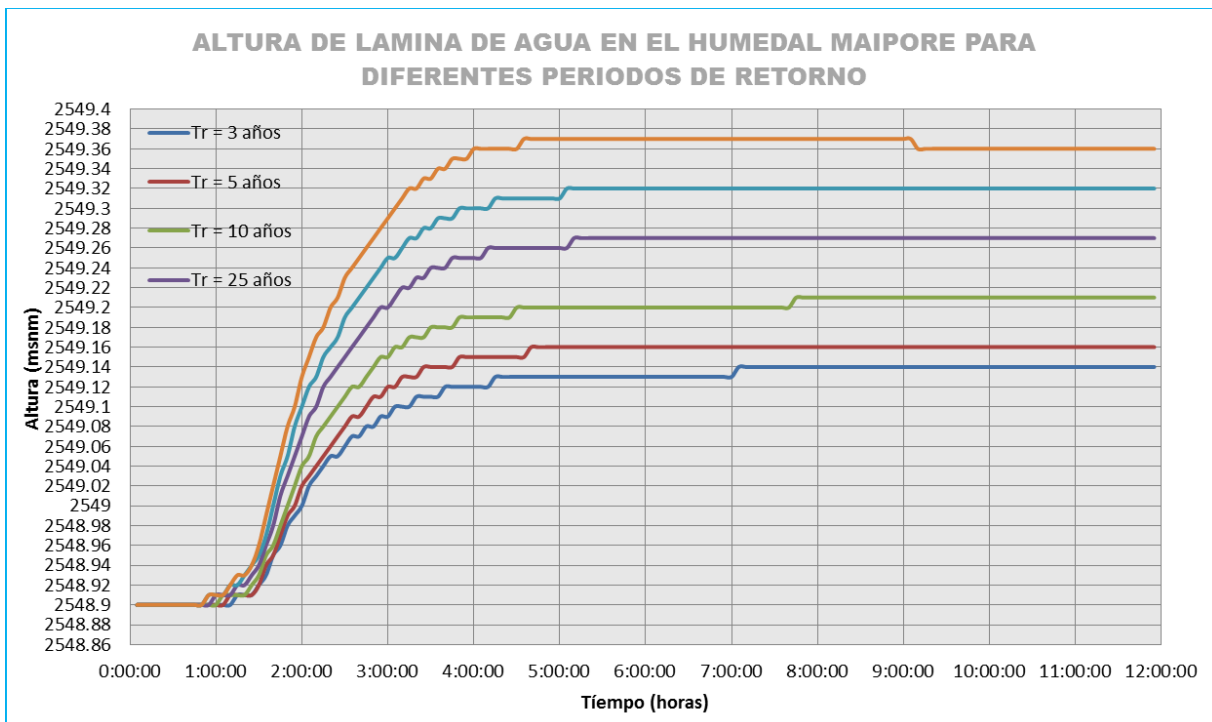


Ilustración 64 Altura de Lámina de Agua para Cada Periodo de Retorno en el Humedal Maiporé en el Escenario Futuro

Para el Humedal Maiporé, en el Escenario Futuro se observa que los caudales entrantes para los diferentes periodos de retorno considerados oscilan entre 2.7 y 5.55 m³/s, adicionalmente en condición de sequía, es decir corriendo el modelo con una lámina mínima inicial de 20cm (Nivel lamina en 2548.90) el vaso alcanzara niveles entre 2548.14 y 2549.37 láminas que sobrepasan el nivel del rebose ubicado en la 2549.30

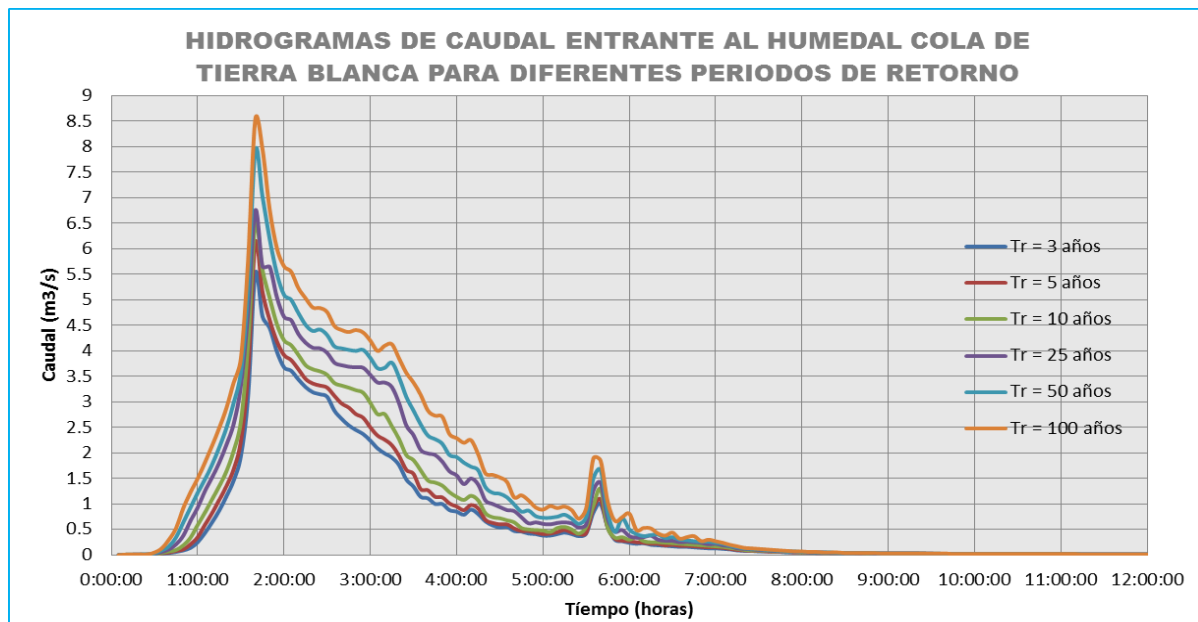


Ilustración 65 Hidrógramas de Crecientes para Cada periodo de Retorno en el Humedal Cola de Tierra Blanca en el Escenario Futuro

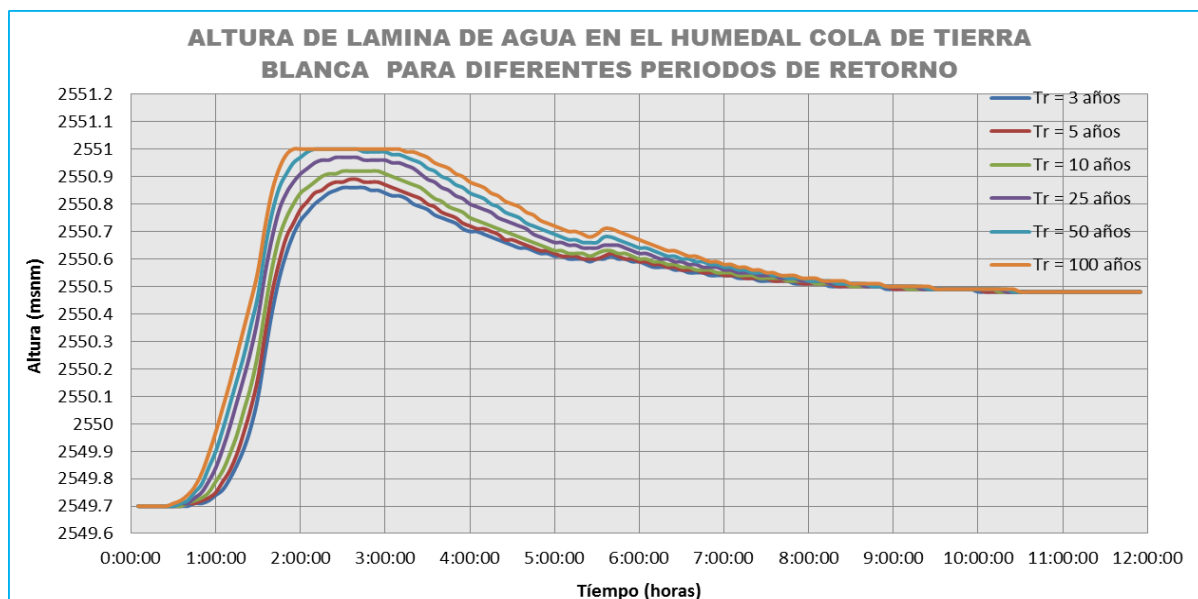



Ilustración 66 Altura de lámina de Agua para Cada Periodo de Retorno en el Humedal Cola de Tierra Blanca en el Escenario Futuro

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Para el Humedal Cola de Tierra Blanca, en el Escenario Futuro se observa que los caudales entrantes para los diferentes periodos de retorno considerados oscilan entre 5.51 y 8.53 m³/s, adicionalmente en condición de sequía, es decir corriendo el modelo con una lámina mínima inicial de 20cm (Nivel lamina en 2549.7) el vaso alcanzara niveles entre 2550.86 y 2551 láminas que sobrepasan el nivel del rebose ubicado en la 2550.46.

9.5 ANALISIS RESULTADOS ESCENARIOS PROXIMO Y FUTURO

Agrupando la información, tal como se ilustra en los cuadros siguientes, presentamos los valores comparativos obtenidos para el Humedal Maipore:

| | DIFERENCIAS ENTRE CAUDALES PICO (m ³ /s) | | | | | |
|---------------|---|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | Periodo de Retorno | | | | | |
| | Tr = 3 años | Tr = 5 años | Tr = 10 años | Tr = 25 años | Tr = 50 años | Tr = 100 años |
| ACTUAL | 2.06 | 2.32 | 2.74 | 3.51 | 4.25 | 5.09 |
| FUTURO | 2.70 | 3.00 | 3.46 | 4.27 | 4.93 | 5.55 |
| Δ | 0.64 | 0.68 | 0.72 | 0.76 | 0.68 | 0.46 |


Cuadro 71 Diferencias de Caudal Pico entre los Escenarios Actual y Futuro Humedal Maiporé

| | DIFERENCIAS ENTRE ALTURA DE LAMINA DE AGUA (msnm) | | | | | |
|---------------|---|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | Periodo de Retorno | | | | | |
| | Tr = 3 años | Tr = 5 años | Tr = 10 años | Tr = 25 años | Tr = 50 años | Tr = 100 años |
| ACTUAL | 2.05 | 2.08 | 2.12 | 2.19 | 2.25 | 2.32 |
| FUTURO | 2.14 | 2.16 | 2.21 | 2.27 | 2.32 | 2.37 |
| Δ | 0.09 | 0.08 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.05 |

Cuadro 72 Diferencias de Altura de Lámina de Agua entre los Escenarios Actual y Futuro Humedal Maiporé

Para el Humedal Maiporé podemos observar que para los caudales pico de cada periodo de retorno existen diferencias entre cada uno de los escenarios en promedio de 0.66 m³/s, la variación de estos caudales obedece principalmente a la impermeabilización de la cuenca, condición que garantizaría un volumen de recarga para dicho humedal.

En cuanto a la altura de la lámina de agua en ninguno de los periodos de retorno la lámina de agua que se obtiene en el vaso supera la cota máxima de llenado de dicho humedal. Cabe recordar que la cota fondo del Humedal Maipore, según la propuesta de re conformación del mismo, se ubica en la 2547.00, la cota en la cual los excesos rebosan es la 2549.30, por lo que se tiene una altura máxima de 2.3, por consiguiente se reitera que las láminas obtenidas generan reboses. Cabe destacar que los modelos se realizaron y corrieron partiendo de láminas mínimas es decir 20 cm. en cada vaso. Este valor de 20 cm. fue determinado por el Biólogo a cargo como el “caudal ecológico” expresado en altura de lámina, para las especies SOBRENADANTES (es decir que no tienen raíces) como el helecho de agua, buchón, lenteja de agua, sombrilla de agua, botón y para las especies EMERGENTES (que nacen desde el fondo) como el junco.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

Respecto al Humedal Cola de Tierra Blanca, presentamos los valores comparativos obtenidos para dicho vaso:

| | DIFERENCIAS ENTRE CAUDALES PICO (m ³ /s) | | | | | |
|---------------|---|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | Periodo de Retorno | | | | | |
| | Tr = 3 años | Tr = 5 años | Tr = 10 años | Tr = 25 años | Tr = 50 años | Tr = 100 años |
| ACTUAL | 2.10 | 2.44 | 2.98 | 3.89 | 4.55 | 4.84 |
| FUTURO | 5.51 | 6.11 | 6.49 | 6.75 | 7.92 | 8.53 |
| Δ | 3.41 | 3.67 | 3.51 | 2.86 | 3.37 | 3.69 |


Cuadro 73 Diferencias de Caudal Pico entre los Escenarios Actual y Futuro Humedal Cola de Tierra Blanca

| | DIFERENCIAS ENTRE ALTURA DE LAMINA DE AGUA (msnm) | | | | | |
|---------------|---|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | Periodo de Retorno | | | | | |
| | Tr = 3 años | Tr = 5 años | Tr = 10 años | Tr = 25 años | Tr = 50 años | Tr = 100 años |
| ACTUAL | 1.23 | 1.27 | 1.32 | 1.42 | 1.48 | 1.50 |
| FUTURO | 1.36 | 1.39 | 1.42 | 1.47 | 1.50 | 1.50 |
| Δ | 0.13 | 0.12 | 0.10 | 0.05 | 0.02 | 0.00 |

Cuadro 74 Diferencias de Altura de Lámina de Agua entre los Escenarios Actual y Futuro Humedal Cola de Tierra Blanca.

Para el Humedal Cola de Tierra Blanca podemos observar que para los caudales pico de cada periodo de retorno existen diferencias entre cada uno de los escenarios en promedio de 3.42 m³/s, de igual manera podemos observar que los picos de caudal son mucho mayores a los presentados en el Humedal Maiporé esto se debe a que el Humedal Cola de Tierra Blanca recibe una cuenca mayor (374.09 Ha) que el Humedal Maipore (87.72 Ha).


Los niveles de lámina de agua no superan la cota máxima de llenado del humedal cola de tierra blanca. Cabe recordar que la cota fondo del Humedal Cola de Tierra Blanca, según la conformación del mismo, se ubica en la 2549.50, la cota en la cual los excesos rebosan es la 2550.46, por lo que se tiene una altura máxima de 0,96 por lo que se concluye que las láminas obtenidas si generan reboses. Es importante destacar que los modelos se realizaron y corrieron partiendo de láminas mínimas es decir 20 cm. en cada vaso. Este valor de 20 cm. fue determinado por el Biólogo a cargo como el “caudal ecológico” expresado en altura de lámina, para las especies SOBRENADANTES (es decir que no tienen raíces) como el helecho de agua, buchón, lenteja de agua, sombrilla de agua, botón y para las especies EMERGENTES (que nacen desde el fondo) como el junco.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

10 CONCLUSIONES


A continuación, se presenta un resumen de las principales conclusiones del estudio y algunas observaciones sobre su operación y funcionamiento.

- ✓ A partir de los registros de precipitación utilizados en este estudio (Cuadro 8) y que corresponden a la Estación Granja San Jorge para el periodo comprendido entre los años 1960 y 2014 (54 años de registros mensuales), la precipitación media anual es de 787.4 mm, con valores máximos que superan los 1100 mm (2019.9 mm) y mínimos con registros por debajo de los 320 mm (126.3 mm). De acuerdo con estos valores y a partir de la experiencia, se puede decir que los volúmenes precipitados, se encuentran entre los medios del país.
- ✓ De acuerdo a los resultados de los Análisis de Frecuencias (Cuadro 9), la precipitación máxima en 24 horas, para un período de retorno de 100 años, es de 68.4 mm y a partir de la experiencia, se puede decir que es un valor relativamente bajo.
- ✓ Los Humedales Maiporé y Cola de Tierra Blanca, a nivel anual tienen disponibilidad de agua superficial, es importante resaltar que la época de lluvia origina escorrentías altas que ocultan los periodos de escasez o déficit de agua, lo cual se demuestra en los resultados del humedal Maiporé del año seco, en que se presentan déficit de agua en dos de los meses del año (Febrero y Octubre) con respecto al balances con cuencas reales, y en el año Húmedo en Enero frente a los balances con cuencas reales y cuencas informe Técnico. Para cola de Tierra Blanca solo se presenta déficit en el mes de Enero del año Húmedo en los balances con cuencas informe Técnico.
- ✓ Las precipitaciones presentes en el área de estudio generan caudales a través de los procesos de escorrentía superficial, los cuales determinan los niveles de agua en los humedales y garantizan el volumen mínimo para mantener el funcionamiento, composición y estructura del ecosistema fluvial (hábitat y biodiversidad). Lo anterior se ratifica con los resultados obtenidos en los balances realizados para los dos cuerpos de agua. Para el Humedal Maiporé los niveles mínimos en los dos balances realizados están por encima de la cota de excavación 2548.60, garantizando una lámina mínima de 38 cm para el año seco que es el año más crítico, (el fondo actual en algunos sectores llega a 2547.00). Respecto al Humedal Cola de Tierra Blanca, el nivel mínimo de ambos balances está en la cota 2550.34, es decir 84cm por encima de la cota de excavación 2549.5.
- ✓ Los modelos utilizados y los balances obtenidos demuestran que para los humedales Maiporé y Cola de Tierra Blanca, en caso de lluvias extremas y periodos secos los aportes son suficientes para mantener niveles mínimos de lámina en los 2 cuerpos de agua suficientes para garantizar los 20 cm de “caudal ecológico”.
- ✓ Para eventos extremos, partiendo de que los vasos en condición inicial solo tengan una lámina de 20cm, los niveles de lámina de agua que se obtendrán en el Humedal Cola de Tierra Blanca para el escenarios próximo fluctuaran entre 2550.73 y 2551 y en el


| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

escenario futuro oscilaran entre 2550.86 y 2551, en ambos casos se superará el nivel de rebose ubicado en la cota 2548.43. En el caso del Humedal Maipore, en el escenario próximo se tendrán niveles máximos que oscilaran entre 2549.05 y 2549.32, en el escenario futuro se tendrán niveles entre 2549.14 y 2549.37, es decir que en los dos escenarios las láminas máximas sobrepasaran el nivel del rebose ubicado en la 2549.30.

- ✓ Hidroobras S.A determina que el valor de 412.15 Ha, establecido como el área de la cuenca de Maipore, según Informe Técnico No. 080 del 20-may-15 (página 10/26, Tabla 1 1) ES ERRADO y NO ES COHERENTE CON LA TOPOGRAFIA DE LA ZONA MONTAÑOSA que colinda con el lote. Dicho valor de 412.15 Ha, se basó en la sumatoria de las cuencas superior, intermedia e inferior (Cuadro 4) referidas en el Estudio Hidrológico para la determinación de los Hidrogramas Aportados a la Laguna El Vínculo elaborado por la Fundación Guaya canal en marzo del 2012. Por lo anterior, se conceptúa que el área de la cuenca Maipore corresponde a 87.72 Ha (0.88 Km²) y que el área de la cuenca Cola de Tierra Blanca es de 374.09 Ha (3.74 Km²), la sumatoria de estos valores corresponde a 4.62 Km² que se asemeja a la sumatoria total de las subcuencas (Superior, Intermedia, Inferior, NN1 y NN2) ilustradas en el Cuadro 4.
- ✓ Las Obras Civiles que deberá ejecutar la Caja de Compensacion Familiar Colsubsidio y que garantizaran los resultados obtenidos en este informe, corresponden a:
 - a. Excavaciones en el vaso de Maipore hasta la cota de 2548.60 en el área establecida según diseños Consorcio Humedales Maipore.
 - b. Excavaciones en el vaso Cola de Tierra Blanca Humedal hasta la cota 2549.50.
 - c. Estructuras de rebose del vaso Maipore en la cota 2549.30 y del vaso Cola de Tierra Blanca en la 2550.46.
 - d. Instalación colectores de alcantarillado según planos de diseño adjunto, que garanticen la salida de los excesos de los humedales al actual Colector Maipore.
 - e. Como parte del Escenario Próximo se deberá adecuar un canal en tierra según planos de diseño adjunto.
 - f. Retiro de montículos y depósitos de material en los puntos de entrega de los bioretenedores o canales a los vasos.
- ✓ En los balances realizados para los humedales Cola de Tierra Blanca y Maiporé, no se tuvieron en cuenta los aportes de agua subterránea ya que de acuerdo al estudio disponible "Modelación hidráulica y ecológica ambiental estudio de recarga de acuíferos humedal predio el Vínculo" elaborado por la firma CIDETER LTDA, no se presentan pozos o aljibes perforados a profundidades menores de 30 metros, lo que permite afirmar que su constitución predominantemente arcillosa no permite considerar la zona de estudio como una zona hidrogeológicamente de interés, ya que esta no permite la recarga de acuíferos. Adicionalmente, el nivel freático se encontró a una profundidad de 5.5 m a 7 m, lo que representa que los niveles saturados se encuentran a partir de los 5.5 m. Cabe

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

aclarar que el Humedal Maipore tiene profundidad aproximada de 2.40 m., y el Humedal Tierra Blanca de 1.5 m., adicionalmente la composición del suelo sigue siendo predominantemente arcillosa.

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

11 REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)

All ING . (2011). Estudio de suelos Proyecto Colector Aguas Lluvias y Planta de Tratamiento lote 53.

Alfonso Uribes C.I.A. S.A . (2010-2011). Estudios de suelos y análisis de cimentaciones Edificios proyecto Ambalema-Maiporé y Red de Alcantarillado Pluvial proyecto Maiporé.

CIDETER LTDA. . (s.f.). Modelación hidráulica y ecológica ambiental estudio de recarga de acuíferos humedal predio el vínculo.

Colsubsidio. (2015). Planos Record del Colector Maiporé, instalado desde el Humedal Maiporé hasta la descarga al Río Bogotá.

Colsubsidio. (2015). Record de las Redes locales de Alcantarillado Pluvial Instaladas en las etapas 1 y 2 del Proyecto.

Consortio-Humedales-Maiporé. (s.f.). Planos de Diseño topográfico de la futura geometría de los humedales.

Eaton, Andrew D; American Public Health Association.; American Water Works Association.; Water Environment Federation. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington, D.C.: APHA-AWWA-WEF.

Espinosa y Restrepo Ingeniería de Suelos. (2010). Estudios de Suelos Ciudadela Maiporé lotes 7 y 8 a Construirse en el Municipio de Soacha (Mompos) .

Fernando Mazuera y Cia. S.A. (2011). Evaluación de los Ecosistemas y los valores de conservación en la planicie del Vínculo.

Firma CIG map . (Marzo de 2015). Levantamiento Topográfico y Batimétrico Humedales Maipore


Gentry, A. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*. Hecht, Wallace and Prance. *Plenum Publishing Corporation*, 15, 1-54.

Gonzalez, E. (2004). *Caracterización limnológica de los embalses Agua Fría (Estado Miranda) y Tierra Blanca (Estado Guárico) Proyecto S1-98001361. Etapa II. Caracterización del embalse Tierra Blanca (Estado Guárico). Informe Técnico.*

Guaya canal. (2012). Estudio hidrológico para la determinación de los hidrogramas aportados a la laguna el vínculo.

Hernandez, H. (2005). Dieta natural del zooplancton del embalse Pao- Cachinche (Estados Carabobo y Cojedes). 106. Caracas, Venezuela.

Hidrogras S.A. & Colsubsidio. (2012). Diseños conceptuales del sistema de alcantarillado .

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | BALANCE HIDRICO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA DE LOS HUMEDALES MAIPORE Y COLA DE TIERRA BLANCA. | | Código: IF-IN-002 Versión:04 |
| | Proceso: Trabajo de Grado | Fecha de emisión: 06 De abril Del 2017 | Fecha de versión: 06 De abril Del 2017 |

INGETEC. (2005). Estudio y Revisión de las curvas IDF Intensidad Duración Frecuencia y del Análisis Espacial de las Tormentas Curvas PADF Profundidad Área Duración Frecuencia para la Sabana de Bogotá.

Valencia Cuesta, M. (2015). Ciclo de conferencias sobre “Agua Visible y Agua Invisible”. Bogotá: ACH.

Van der Hammen, T., & et.al, .. (2008). *Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá Secretaría.

Vera, N., Marciales, L., Otero, A., Cruz, P., & Velasco, Y. (2011). Impacto del agua asociada a la producción de una explotación petrolera sobre la comunidad fitoperifítica del río Acacias