



MEMORIA TECNICA

PROYECTO:

**“GENERACION DE GEOINFORMACION PARA LA
GESTION DEL TERRITORIO Y VALORACION DE
TIERRAS RURALES DE LA CUENCA DEL RIO GUAYAS
ESCALA 1:25.000”**

MODULO 3: “CLIMA E HIDROLOGÍA”

Diciembre 2009

PERSONAL PARTICIPANTE

El personal que participó en la ejecución del Estudio Climático y la División Hidrográfica de la Cuenca del Río Guayas, estuvo conformado por funcionarios del Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos, CLIRSEN, de la Dirección del Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria, SIGAGRO y por profesionales contratados para este fin, a partir de junio de 2009.

CLIRSEN:

Ing. Edgar Peñaherrera H.
Ing. Fernando Arias M.

SIGAGRO:

Ing. Rigoberto Lucero B.
Sra. Morayma López
Sr. René Piedra

PERSONAL CONTRATADO:

Ing. Alexandra Febres
Ing. Esteban Jácome
Ing. José Luís Rivadeneira
Ing. Diego Villafuerte
Egda. Ximena Echeverría

INDICE

	Página
1. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	1
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
1.3 METAS PARA EL AÑO 2009	1
1.4 METAS PARA EL AÑO 2010	2
2. RESUMEN GENERAL	2
3. METODOLOGIA DE TRABAJO	3
3.1 RECOPIACIÓN DE DOCUMENTACIÓN	4
3.2 EVALUACIÓN DE LA RED HIDROMETEOROLÓGICA	4
3.2.1 Red meteorológica	5
3.2.2 Red hidrométrica	6
3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA	6
3.3.1 Análisis y ajuste de las series meteorológicas	6
3.3.2 Elaboración de mapas climáticos	7
3.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE MICROCUENCAS	10
4. PRODUCTOS OBTENIDOS	12
4.1 CUENCA DEL RÍO GUAYAS	12
4.1.1 Series de datos de precipitación y temperatura	12
4.1.2 Zonas de precipitación	12
4.1.3 Zonas de temperatura	13
4.1.4 Zonas climáticas	13
4.1.5 Balance climático	13
4.1.6 División hidrográfica de la Cuenca	14
4.1.7 Monitoreo de la calidad de agua superficial	15
4.2 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA Y DE MICROCUENCAS POR CANTONES	16
4.2.1 Babahoyo	16
4.2.2 Balzar	16
4.2.3 Baquerizo Moreno	17
4.2.4 Colimes	17
4.2.5 Daule	18
4.2.6 Lomas de Sargentillo	18
4.2.7 Milagro	18
4.2.8 Naranjito	19
4.2.9 Samborondón	19
4.2.10 Santa Lucía	20
4.2.11 Simón Bolívar	20
4.2.12 El Salitre	21
4.2.13 Vinces	21

4.2.14 Yaguachi	22
4.2.15 Palestina	22
4.2.16 Pueblo Viejo	22
5. CONCLUSIONES	23
6. RECOMENDACIONES	24
7. BIBLIOGRAFIA	24
8. ANEXOS	25

1. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Generar información hidrometeorológica integrada para conocer la disponibilidad, comportamiento y uso del recurso hídrico en la Cuenca del Río Guayas, como base para la formulación de planes de manejo integral de la cuenca.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar zonas hidrológicas homogéneas de acuerdo a la caracterización físico-morfométricas de las microcuencas.
- Evaluar las disponibilidades del recurso agua de origen climático, superficial y subterráneo.
- Conocer el comportamiento y respuesta de las microcuencas ante las precipitaciones.
- Realizar cartografía temática referente a zonas susceptibles a inundación por lluvias directas y por desbordamientos de ríos.
- Identificar nuevas zonas aptas de los suelos para un uso sostenido, es decir, para una productividad permanente bajo el sistema de riego.
- Delimitar los proyectos de riego público que se encuentran en operación, construcción y estudio (superficies efectivamente regadas).
- Presentar recomendaciones para el mejoramiento de la Red Hidrometeorológica Nacional.

1.3 METAS PARA EL AÑO 2009

- Elaboración del mapa de isoyetas de la Cuenca, con equidistancias de 100 mm.
- Elaboración del mapa de isotermas de la Cuenca, con equidistancias de 1°C.
- Elaboración del mapa de Clima de la Cuenca.
- Elaboración del mapa de Evapotranspiración potencial de la Cuenca.
- Elaboración del mapa de déficit hídrico.
- Elaboración del mapa de división hidrográfica a nivel detallado de microcuencas.
- Caracterización de microcuencas por parámetros de forma.
- Realización de pruebas de infiltración en diferentes tipos de suelos de 12 cantones de la Cuenca Baja.
- Monitoreo de calidad de agua superficial en 25 estaciones hidrométricas, en época de estiaje.
- Elaboración de la memoria técnica de los trabajos realizados en el año 2009.

1.4 METAS PARA EL AÑO 2010

- Zonificación hidrológica de la Cuenca.
- Balance hídrico por subcuencas.
- Áreas prioritarias para exploración de aguas subterráneas.
- Espacialización de sistemas de riego público.
- Análisis de susceptibilidades a inundaciones, sequía, heladas y desertización
- Recomendaciones sobre mejoramiento de la red hidrometeorológica nacional.
- Memoria técnica integrada de Clima e Hidrología de la Cuenca.

2. RESUMEN GENERAL

El estudio hidrometeorológico de la cuenca del río Guayas, está orientado a la caracterización hidrológica de las subcuencas y microcuencas del área de interés con fines de evaluar la disponibilidad del recurso hídrico en sitios donde no existen estaciones de medida, caracterizar la cuenca desde el punto de vista climático, realizar estudios de calidad del agua en sitios específicos y, analizar, conjuntamente con otros componentes, las susceptibilidades por inundación, sequía, heladas y desertización.

Dada la escasa y mal distribuida información hidrometeorológica disponible en la cuenca del río Guayas, se utilizó una metodología bastante sintética que ponga en evidencia los más importantes parámetros y características hidrometeorológicas que, mediante el uso de cálculos, los más simples posibles, puedan darnos rápidamente y con una confiabilidad aceptable para este tipo de estudio, una buena primera aproximación de los fenómenos y de su calidad.

El estudio se realizó en toda la cuenca del río Guayas, teniendo como base la cartografía topográfica proporcionada por el Instituto Geográfico Militar en escala 1:50.000.

En el año 2009, a partir del mes de junio, se ejecutaron las actividades que caracterizan la Cuenca del río Guayas desde el punto de vista climático y el inicio del estudio hidrológico que culminará en el año 2010.

Dentro del análisis de los parámetros climáticos, se dio preferencia al procesamiento de datos de precipitación y temperatura, fundamentales para el estudio climático y que tienen influencia importante sobre los escurrimientos y sobre las características para la producción del sector agrícola.

Luego de verificar la ubicación y funcionamiento de las estaciones meteorológicas consideradas de base, se analizaron los datos oficiales proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI, que opera la Red Hidrometeorológica Nacional, obteniéndose series medias mensuales de estaciones seleccionadas, las cuales, cuando faltaron datos de hasta 4 meses en un mismo año, se rellenaron con promedios mensuales y, con el propósito de homogeneizar las series de datos lo suficientemente extensas pero que no incluyan eventos extraordinarios que distorsionan el comportamiento normal de estos parámetros, se rellenaron las medias anuales mediante correlación con una estación cercana de similares características y que sean compatibles estadísticamente.

Analizados los datos y con el criterio anterior, se estableció una serie de 20 años (1985- 2006, sin los años 1997 y 1998) para precipitación y 25 años (1982-2006) para temperatura. Las estaciones con mas de 5 años de datos dentro de estos períodos, fueron consideradas con el relleno de medias anuales.

Contando con esta información básica, se obtuvieron mapas de: Zonas de precipitación, zonas de temperatura atmosférica, zonas climáticas, zonas de evapotranspiración potencial, déficit hídrico, período seco y período vegetativo. Estos 4 últimos, utilizando el método de Thornthwaite y Thornthwaite modificado por la FAO.

Por otro lado, se elaboró el mapa de división hidrográfica de la Cuenca, por subcuencas (7) y microcuencas (423). La división en microcuencas fue lo mas detallada posible con la finalidad de obtener áreas pequeñas cuyos elementos internos tengan mayor probabilidad de ser homogéneos, con miras a la zonificación hidrológica y rendimiento específico.

En las microcuencas se calcularon los parámetros de forma como base para la estimación de la tendencia a las crecidas y la determinación de otros que servirán para la zonificación.

Con la finalidad de realizar el monitoreo de la calidad del agua superficial en los ríos de la Cuenca, se midieron parámetros básicos y se tomaron muestras de agua en 25 estaciones hidrométricas, en época en los cuales los caudales fueron mínimos. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio Grupo Químico Marcos de la ciudad de Guayaquil, donde se procesaban las muestras el mismo día de recogidas y conservadas en recipiente térmico.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Por sus características, el estudio climático y la división hidrográfica, como parte del proyecto "Generación de geoinformación para la

gestión del territorio y valoración de tierras rurales de la Cuenca del Río Guayas, escala 1:25.000", en el año 2009, se realizó tomando como unidad de estudio toda la Cuenca, y ajustado a la escala 1:50.000.

3.1 RECOPIACION DE DOCUMENTACION

La fase preliminar en todo estudio es la recopilación de la información y documentos disponibles, relacionados con el mismo. En este sentido, se visitaron instituciones que operan estaciones hidrometeorológicas o que disponen de datos e información relacionada, así como se enviaron comunicaciones para obtener la mayor cantidad de éstos. Como resultado de esta gestión se recopilieron series originales diarias de parámetros hidrometeorológicos del INAMHI, hasta el año 2006, en los cuales constan datos de estaciones operadas por otras instituciones. Adicionalmente se dispuso de una base de datos climáticos existente en SIGAGRO, en el área de la Cuenca y su periferia y de algunas estaciones de HIDRONACIÓN, relacionadas con la subcuenca del río Daule.

En razón de que en el año 2009 se programó ejecutar el estudio climático, se dio preferencia al análisis y procesamiento de este tipo de datos para conformar bases de datos como partida para la evaluación hídrica de la Cuenca.

El análisis de la información existente tuvo el propósito de: contar con una primera idea del entorno en cuanto al estado de los recursos hídricos, su uso y aprovechamiento; y, detectar la carencia de información actualizada para identificar lo que se necesita complementar.

3.2 EVALUACIÓN DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA

Los estudios hidrometeorológicos utilizan datos de observaciones reales de valores de diversos parámetros (precipitación, temperatura, niveles, gastos, etc), cuya variabilidad en el tiempo es grande y no sistemática.

Se tiene por consiguiente que recurrir a la estadística para realizar el análisis de estas variables, a fin de conocer su naturaleza, definir su exactitud y precisión para utilizarlos en la solución de los problemas cada vez más complejos de aprovechamiento hídrico, su representatividad en el espacio, etc., necesitándose que los datos abarquen series de periodos lo más extensos posibles. Según la OMM, las series confiables deben tener como un mínimo 20 años de registros continuos de estaciones de funcionamiento regular y

permanente, susceptibles a las realidades de cada país, las que, en caso de no existir series extensas pueden utilizarse hasta de 10 años.

Se dio mayor importancia a los datos más actuales, debido a los cambios climáticos que se han producido en los últimos tiempos en las diferentes regiones.

3.2.1 Red Meteorológica

Esta red permite conocer y evaluar la mayor parte de los elementos que conforman el ciclo del agua. De esta manera se obtiene los datos de precipitación cuantificando el agua meteórica y el conocimiento de la forma y distribución de las lluvias. Por otra parte se registran importantes parámetros relacionados con la evapotranspiración y otros de interés para el sector agropecuario.

Se programó dos fases principales que son:

- a. Conocimiento de las características intrínsecas de cada una de las estaciones de la red meteorológica del INAMHI y demás instituciones afines.

Se compilaron los archivos disponibles, para cada una de las estaciones meteorológicas que se encuentran en la cuenca y en su contorno, con información sobre: código, nombre, tipo (clase), zona hidrológica y provincia en la que está localizada, fecha de iniciación de observaciones y de levantamiento/suspensión, institución o propietario, ubicación (coordenadas geográficas o UTM) y altura.

Además, en esta fase se espacializó la ubicación de todas las estaciones inventariadas sobre cartas topográficas del IGM a escala 1:50.000, que sirvió de base para el reconocimiento en el campo.

- b. Inspección en el campo.

Se ejecutó un trabajo de campo para verificar el estado actual y de funcionamiento de las estaciones que se consideraron de base, comprobar la veracidad de los registros obtenidos, estimar sobre su representatividad dentro de las zonas donde están instaladas (área de influencia, obstáculos cercanos, condiciones orográficas que alteraren los datos, etc.) y sobre todo, la ubicación exacta mediante GPS y la medición de la altura. Para este objetivo, se dispuso de una ficha de inspección de estaciones meteorológicas, Anexo de Formularios.

3.2.2 Red hidrométrica

Al igual que en la Red Meteorológica, se obtuvieron los datos de las estaciones operadas por el INAMHI y los de otras instituciones que registra este Instituto, los cuales nos permiten conocer el escurrimiento superficial que, tal vez, es el parámetro de ciclo hidrológico que puede ser medido con mayor exactitud, si la red cumple características de ubicación y representatividad. Las estaciones con su ubicación y características fueron especializadas en la base cartográfica 1:50.000 del IGM.

Se realizó la visita de campo de las estaciones que se consideraron de base en el área de estudio, utilizando para este fin una ficha de inspección de estaciones hidrométricas, Anexo de Formularios.

Prioritariamente se determinó la ubicación exacta de estas estaciones en la cuenca, mediante GPS; se observó el comportamiento hidráulico del río estimando la calidad de la sección (estabilidad del cauce, calidad del escurrimiento y naturaleza del fondo del lecho); se inspeccionó el funcionamiento y estado actual del limnógrafo o limnómetro y finalmente se constató, donde se pudo entrevistar al observador, la veracidad y corrección de las lecturas realizadas diariamente.

3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

De conformidad con la programación para el año 2009, se analizaron, fundamentalmente, los parámetros correspondientes a Precipitación y Temperatura del Aire, como insumos principales para el estudio climático.

Este análisis se realizó en las series diarias, mensuales o anuales de todas las estaciones de la cuenca y de su periferia, que fue obtenida del INAMHI, hasta el año 2006, institución que maneja los datos propios y de otras instituciones, así como la referencia de la base de datos existente en el SIGAGRO.

3.3.1 Análisis y ajuste de las series meteorológicas

Para las series con años incompletos se procedió a obtener el promedio mensual de todo el período correspondiente al mes o meses faltantes (siempre que sean únicamente dos o tres en verano y uno en invierno), este valor artificial suple al no registrado que se utilizará en el cálculo del valor anual.

Después de esta depuración preliminar, los valores anuales fueron sometidos a un contraste estadístico entre estaciones vecinas, cuyas características físico-climáticas guarden cierta similitud. El coeficiente

de correlación entre valores anuales se calculó utilizando series de períodos comunes con registros lo más extensos posibles. El ajuste definitivo de las series anuales, con datos no observados, se logró con base en regresiones lineales que permitieron obtener períodos homogéneos básicos de 25 años (1982-2006) para temperatura y 20 años para precipitación (1985-2006, sin considerar los años 1997 y 1998).

La serie de 20 años para precipitación se determinó considerando que siendo lo suficientemente extensa, no incluya eventos extremos que distorsionen el comportamiento normal de este parámetro climático, para lo que se excluyó los años 1982, 1983, 1997 y 1998, por tratarse de años excepcionales.

Las precipitaciones máximas en 24 horas y las intensidades de precipitación serán solicitadas al INAMHI en períodos de 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120 y 360 minutos, como insumos importantes para el estudio de amenazas por inundación, erosión, deslizamientos, etc., que se realizarán en el año 2010.

3.3.2 Elaboración de mapas climáticos

a. Trazado de isoyetas

El trazado se realizó en toda la Cuenca, con una red de isoyetas medias anuales en intervalos de 100 mm, con base en los resultados antes mencionados y homogeneizados para el período 1985-2006. A fin de facilitar el trazado de isoyetas se tomó en cuenta el relieve, la orografía y las observaciones en el campo, que se realizaron en el reconocimiento terrestre. Las isoyetas medias anuales permitirán calcular las precipitaciones anuales medias que tiene la cuenca, subcuencas y microcuencas, como parte del balance hídrico a realizarse el año 2010.

b. Trazado de isoterms

Igualmente se realizó en toda la Cuenca. Con la finalidad de estimar el perfil vertical de la temperatura (disminución de la temperatura con la altura), se realizó un estudio de correlación lineal temperatura-altura con los valores de la temperatura media registrados en las estaciones meteorológicas existentes en la cuenca. Se trazaron las isoterms cada grado centígrado, con base en la topografía, aplicando para cada zona la correlación lineal más adecuada.

Se estimó la temperatura del suelo, teniendo en cuenta la relación aceptada internacionalmente de que, en forma general, ésta es un grado centígrado más alta que la atmosférica.

c. Elaboración del mapa climático

Existe una gran variedad de métodos para la clasificación de los climas del Ecuador, siendo éstos simples o complejos, de los cuales, ninguno es realmente satisfactorio para las realidades climáticas del país. En el presente trabajo se utilizó la clasificación climática propuesta por el Dr. Pierre Pourrut, investigador de la ex ORSTOM que trabajó por muchos años en el país. Esta clasificación está basada en parámetros escogidos por su simplicidad y cuyos valores están subdivididos en un número limitado de categorías.

Los parámetros tomados en cuenta son las precipitaciones totales anuales y sus regímenes, así como las temperaturas medias mensuales que, combinados, dan los diferentes tipos de clima.

Los criterios adoptados son:

Para caracterizar el régimen de lluvias, se recurre al número anual de picos pluviométricos:

- Ecuatorial, cuando se observa dos picos pluviométricos.
- Tropical, cuando se registra únicamente un máximo lluvioso y una sola estación seca muy marcada.
- Subtropical, puede o no tener estaciones secas, son intermedias entre Tropical y Ecuatorial, la precipitación y temperatura varían según la altitud.
- Uniforme, cuando las lluvias están bien distribuidas a lo largo del año.

Para caracterizar la altura anual de las precipitaciones, se adoptaron los siguientes límites:

- Seco, precipitaciones anuales inferiores a 500 mm.
- Semi-húmedo, entre 500 y 1000 mm.
- Húmedo, entre 1000 y 2000 mm.
- Muy húmedo, entre 2000 y 3000 mm.
- Lluvioso, superior a 3000 mm.

Para clasificar las temperaturas anuales, escogió las siguientes clases:

- Megatérmico, para temperaturas medias superiores a 22°C
- Mesotérmico, para temperaturas entre 12 y 22°C.
- Frío, para temperaturas entre 8 y 12°C.
- Alta montaña, para temperaturas entre 4 y 8°C.

d. Balance climático

Es un procedimiento por el cual se comparan los ingresos de agua (precipitación), con los egresos (evapotranspiración potencial), mediante cálculos en los cuales se hace intervenir al suelo con su capacidad máxima de retención de agua y la curva de desecación.

De las series medias mensuales generadas anteriormente, se obtienen los datos estadísticos de la precipitación, necesarios para los cálculos del balance. A continuación se explica la forma de computar la evapotranspiración potencial, el déficit hídrico, el período seco y el período vegetativo.

- Evapotranspiración potencial – ETP.

Este parámetro climático depende de muchos factores ambientales (temperatura, radiación, viento, déficit de saturación, etc.) que utilizan formulas simples o complejas, dependiendo de sus autores.

En razón de la dificultad de disponerse de todos los datos ambientales en la mayoría de estaciones que se encuentran en la Cuenca y con la finalidad de estandarizar el procedimiento, se analizó el método que utilizando parámetros mas comunes, los resultados sean aplicables a las condiciones del área de estudio.

Para el presente estudio se utilizó el método de estimación de Thornthwaite que para el cálculo de la evapotranspiración potencial, requiere la media mensual de la temperatura y la ubicación geográfica de las estaciones.

- Déficit hídrico

Para llegar a la determinación de zonas de déficit hídrico en la Cuenca del Río Guayas, se procedió al cálculo del balance por el método de Thornthwaite modificado por la FAO, teniéndose como insumos la mediana de la precipitación, por ser la mas representativa de las variaciones medias mensuales, la ETP y la capacidad máxima de retención de agua en el suelo que se consideró de 300 mm para los suelos de la Costa y 200 mm, para los de la Sierra.

Del procedimiento utilizado, cuyos resultados se presentan en el anexo de gráficos, se obtiene la Evapotranspiración Real (ER) y el déficit hídrico mensual y anual, determinándose los meses deficitarios para la actividad agrícola.

Del gráfico elaborado con valores mensuales de la relación entre ER y ETP, expresada en porcentaje, se obtienen:

- Período seco. El lapso en el cual la curva $(ER/ETP)*100$ está por debajo del 50%.
- Período vegetativo. El lapso en el cual la curva $(ER/ETP)*100$, está por encima del 75%.

3.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE MICROCUENCAS

En una cuenca hidrográfica, previamente al estudio hidrológico, es necesario determinar ciertos parámetros físicos de carácter geométrico; los mismos que son importantes por cuanto permite realizar, por analogía (comparación de subcuencas y microcuencas), estudios matemáticos estadísticos para establecer zonas hidrológicamente similares.

Tomando como base la división hidrográfica en cuencas y subcuencas realizadas por MAGAP-CLIRSEN y aprobadas en el 2002 por el Comité Interinstitucional, se delimitó la cuenca, subcuencas y microcuencas sobre cartas topográficas digitales del I.G.M. a escala 1:50.000. En sitios donde no se tenía definición altimétrica, se tomó como referencia el Modelo Digital del Terreno SRTM de 90 metros.

Los conceptos generales sobre división hidrográfica que se tomaron en cuenta son: *Cuenca hidrográfica* es el área limitada por la divisoria de aguas en la cual escurre el agua que se recoge en un solo cauce y que desemboca directamente al mar o sale del territorio nacional; *subcuenca* es el área que drena directamente al cauce principal de la cuenca hidrográfica; y, *microcuenca* es el área donde se recoge el agua que alimenta al cauce principal de la subcuenca.

Con la finalidad de disponerse de insumos para la evaluación del recurso hídrico a realizarse en el año 2010, con miras a la zonificación hidrológica y zonas de rendimiento específico, las microcuencas se delimitaron de la manera mas detallada posible, considerándose que mientras el área de éstas sea más pequeña, mayores serán las probabilidades de que las características internas sean homogéneas.

Esta división será analizada con la SENAGUA para ajustarse a la oficial para el Ecuador que se encuentra en proceso de definición por parte de esa Secretaría..

Para las microcuencas delimitadas, dentro de la programación para el año 2009, se han calculado las siguientes características físico-morfométricas:

- Superficie (A) en km^2 y perímetro (P) en km.
- Forma de la cuenca, mediante el índice de capacidad (IC) o Gravelius:

$$IC=0.282 \frac{P}{(A)^{1/2}}$$

- Lado mayor del rectángulo equivalente (L):

$$L= (A)^{1/2} \frac{IC}{1.128} \left[1 + \sqrt{1 - \left[\frac{1.128}{IC} \right]^2} \right]$$

La forma de la microcuenca, definida por el valor del índice de compacidad, da una idea de la tendencia a las crecidas, de acuerdo a:

- Casi redonda a oval redonda, tendencia alta a las crecidas, IC: 1-1.25.
- Oval redonda a oval oblonga, tendencia media a las crecidas, IC: 1.25-1.50.
- Oval oblonga a rectangular oblonga, tendencia baja a las crecidas, IC: 1.50-1.75.
- Rectangular oblonga, tendencia nula a las crecidas, IC: >1.75.

Para llegar a la zonificación hidrológica, es necesario caracterizar a las microcuencas mediante varias características físico-morfométricas, entre las que podemos citar: permeabilidad, relieve, altura media, densidad de drenaje, etc., que serán calculadas el año 2010.

En la programación del año 2009, se inició el procedimiento para determinar la permeabilidad, mediante la realización de pruebas de infiltración en diferentes suelos de los cantones de la Cuenca Baja intervenidos por el Módulo 2, Suelos, esperándose cubrir la mayor superficie de toda el área de estudio en el año siguiente, para procesar los datos, relacionarlos con las unidades de suelos y caracterizar las microcuencas por permeabilidad, como factor importante para el balance hidrológico.

Las pruebas se realizaron con 2 infiltrómetros de anillos concéntricos de carga variable y 1 tipo Muntz de carga constante, con un tiempo efectivo de prueba de mínimo 2 horas, junto a los sitios de descripción de perfiles de suelo.

Los resultados se presentarán cuando se hayan concluido las pruebas y la clasificación de los suelos de la Cuenca

Con la finalidad de monitorear la calidad del agua superficial en los ríos de la Cuenca del Guayas, se realizaron mediciones de parámetros básicos con equipo de campo y se tomaron muestras para análisis de laboratorio en 25 estaciones hidrométricas, entre el 21 y el 30 de octubre de 2009, cuando los caudales eran mínimos. Este muestreo

se continuará en el año 2010, con caudales altos y medios, para analizar la variabilidad y su relación con los regímenes hidrológicos.

Las muestras de agua fueron recolectadas, conservadas en recipiente térmico y entregadas al laboratorio el mismo día para su procesamiento.

4. PRODUCTOS OBTENIDOS

Los productos que se han obtenido como resultado del trabajo realizado, que se incluyen en esta Memoria, se presentan como: Anexo de Formularios, Anexo de Cuadros, Anexo de Gráficos y Anexo de Mapas, estos últimos en formato A3 de toda la Cuenca.

Los mapas temáticos que se adjuntan a la presente memoria, se presentan en formato analógico tamaño A1 y, en formato digital, en un DVD, tanto para la Cuenca como por cantones.

4.1 CUENCA DEL RÍO GUAYAS

4.1.1 Series de datos de precipitación y temperatura

De los datos diarios entregados por el INAMHI, se obtuvieron series de promedios medios mensuales y anuales que se utilizaron en el procesamiento y elaboración de los mapas climáticos de la Cuenca del Río Guayas.

Las series que se pudieron estandarizar mensual o anualmente, y algunas de referencia, se presentan en el Anexo de Cuadros No. 1, para precipitación y en el Anexo de Cuadros No. 2 para temperatura.

Se presenta también el cuadro de resumen de precipitación media de las estaciones analizadas, correspondientes al período histórico original, serie de 20 años y últimos 5 años, Anexo de Cuadros No. 3. Igualmente el cuadro de promedios de temperatura atmosférica de la serie histórica original, serie de 25 años y últimos 5 años, Anexo de Cuadros No. 4.

4.1.2 Zonas de precipitación

La distribución espacial de la precipitación en la Cuenca del Río Guayas, se representa como isóneas y zonas, en el Anexo de Mapas No. 1.

La variación de las precipitaciones en la Cuenca va desde menos de 500 mm en el extremo sur oriental, hasta los 3000 mm al nororiente, que se constituye en el final de una franja casi vertical sur-norte, de mayor precipitación.

Existen zonas de baja precipitación en el extremo sur occidental y en las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes.

4.1.3 Zonas de temperatura

En la Cuenca se encuentran temperaturas medias anuales desde los 26°C, en la Cuenca Baja, hasta los 4°C en las cercanías del Chimborazo.

La distribución espacial de la temperatura atmosférica se presenta como isolíneas y zonas, en el Anexo de Mapas No.2

La distribución de la temperatura del suelo se encuentra en el Anexo de Mapas No. 3.

4.1.4 Zonas climáticas

De conformidad con el procedimiento descrito en la metodología, las zonas climáticas que se han identificado en el área de estudio se presentan en el Anexo de Mapas No. 4. Los tipos de clima Ecuatorial, con sus variaciones de acuerdo a la temperatura y precipitación, se encuentran en las estribaciones de la cordillera, mientras que los tropicales y subtropicales, se localizan en la parte central y occidental de la Cuenca.

4.1.5 Balance climático

a. Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración potencial en la Cuenca del Río Guayas varía desde las zonas de 1600 a 1700 mm, en la parte más baja, entre Guayaquil, Daule y Palestina, hasta los 1200 mm al occidente en la zona de Pedro Pablo Gómez y hasta los rangos de 500 a 700 mm al oriente en las partes mas altas.

El mapa de evapotranspiración potencial, se presenta en el Anexo de Mapas No. 5 y los valores para cada estación, en los cuadros de balance climático que se muestran en el Anexo de Gráficos.

b. Déficit hídrico

El mayor déficit hídrico que se presenta en la Cuenca, se localiza en la parte mas baja, al sur, entre Guayaquil y Daule, con 600 mm o 600 litros por metro cuadrado de superficie. Hacia el occidente disminuye a 500 mm, mientras que al oriente la disminución es hasta menos de 100 mm.

A más de las zonas de déficit hídrico, en el mapa se ubican las estaciones que fueron utilizadas para este fin, con los valores del déficit y el número y período de meses deficitarios.

El mapa se presenta en el Anexo de mapas No. 6. El cuadro resumen del cálculo de déficit hídrico de cada estación, así como los gráficos para la obtención de los períodos seco y vegetativo, se muestran en el Anexo de Gráficos.

c. Período seco

El mapa de zonas de período seco, se representa en el Anexo de Mapas No.7, como el número de días secos con intervalos de 10, representados por isolíneas que cubren toda el área de la Cuenca. En el mapa se ubican las estaciones que se utilizaron, con la anotación del número de días y el inicio y fin del período seco, determinados de acuerdo a la metodología descrita anteriormente.

El mayor número de días secos se presenta en la parte sur occidental de la Cuenca, con una marcada disminución hacia el oriente y nororiente.

Los períodos que prevalecen en la Cuenca Baja y Media, van desde julio a diciembre, mientras que en la Cuenca Alta, se manifiestan entre agosto y noviembre.

d. Período vegetativo

Al igual que en el caso anterior, el período vegetativo se presenta como el número de días con características apropiadas para las labores agrícolas, así como el inicio y finalización del mismo.

El mapa del período vegetativo se encuentra en el Anexo de Mapas No.8, donde se puede apreciar que los mas extensos se encuentran en las partes mas altas de la Cuenca, con hasta 300 días, reduciéndose hacia la Cuenca Media y Baja, con alrededor de 120.

4.1.6 División hidrográfica de la Cuenca.

Teniendo como base la cartografía entregada por el Instituto Geográfico Militar en escala 1:50.000 y con la referencia de la división aprobada en el año 2002 por el Comité Interinstitucional, se delimitó la Cuenca del Río Guayas, la misma que se dividió en 7 subcuencas, de acuerdo a sus características hidrográficas.

Cada una de las subcuencas se dividió en microcuencas lo más detalladamente posible con miras a la zonificación hidrológica, en un total de 423, como se puede ver en el cuadro de resumen que se

presenta a continuación. El cuadro total de la división hidrográfica de la Cuenca se muestra en el Anexo de Cuadros No.5 y el mapa en el Anexo de Mapas No.9.

CUENCA		SUBCUENCA		No. DE MICROCUCUENCAS
NOMBRE	ÁREA(KM2)	NOMBRE	ÁREA(KM2)	
Río Guayas	32.116,85	Río Babahoyo	6.963,96	77
		Río Daule	11.389,30	154
		Río Jujan	843,38	7
		Río Macul	1.020,88	13
		Río Vinces	4.268,41	75
		Río Yaguachi	4.494,78	87
		Drenajes Menores	3.136,14	10
		TOTAL	32.116,85	423

La división hidrográfica, como se manifestó anteriormente, podrá servir de base para la oficial que se encuentra en proceso de definición.

Con la finalidad de iniciar la caracterización de las microcuencas por permeabilidad, se realizaron 169 pruebas de infiltración en 12 cantones de la Cuenca Baja (alrededor de 6.000 km²), cuyos resultados se presentarán el año próximo, una vez que se complete la mayor superficie de la Cuenca y se disponga de la clasificación de los diferentes tipos de suelos.

4.1.7 Monitoreo de la calidad de agua superficial

Se inició el monitoreo de la calidad del agua superficial de los ríos de la Cuenca, midiéndose parámetros básicos in situ, mediante equipo portátil y tomándose muestras para análisis de laboratorio en 25 estaciones hidrométricas seleccionadas, cuya ubicación se muestra en el Anexo de Mapas No.10 y cuyo resumen se presenta en el Anexo de Cuadros No. 6.

Este muestreo se realizó en época de caudales mínimos, por lo que se deberá continuar el año próximo, cuando los caudales en los ríos sean medios y altos, para observar el comportamiento global y establecer la relación con los regímenes hidrológicos.

El análisis de las muestras de agua se realizó en el laboratorio Grupo Químico Marcos, donde se procesaban el mismo día de su recolección y conservación en recipiente térmico.

4.2 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA Y DE MICROCUENCAS POR CANTONES

La información temática generada para toda la Cuenca, se ha cortado por cantones, cuya caracterización se presenta a continuación. En la representación cartográfica de cada tema, el área principal es ocupada por el cantón, variando la escala según el espacio disponible, en lo posible cercana a 1:50.000 y a la derecha, como referencia, se inserta el mapa correspondiente de toda la Cuenca, con la ubicación del respectivo cantón, para conocer el contexto general.

4.2.1 Babahoyo

El Cantón comparte el clima Tropical Megatérmico Muy Húmedo en la parte nor y sur oriental, con temperaturas medias diarias de 22 a 26°C y precipitaciones medias anuales de 2000 a 2600 mm, con el Tropical Megatérmico Húmedo, en la parte occidental donde se encuentra la ciudad de Babahoyo, con temperaturas medias entre 26 y 27°C y precipitaciones de 1200 a 2000 mm.

Su territorio acusa un déficit hídrico para actividades agrícolas de 250 a 550 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1100 a 1550 mm, que varía desde el extremo oriental hasta el occidental, con una variación de 110 a 170 días secos en un intervalo medio anual desde julio a diciembre; y, un período vegetativo de 140 a 210 días entre diciembre y junio.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 13,64% de la subcuenca del río Babahoyo, el 15,47% de la subcuenca del río Jujan y el 0,51% de Drenajes Menores.

4.2.2 Balzar

El Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 25 a 26°C y precipitaciones medias anuales de 1400 a 1700 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 400 a 600 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1400 a 1600 mm, que varía desde el norte hacia el sur.

El número de días secos medios anuales varían desde 90 al norte, hasta 140 al sur, en un intervalo medio anual de agosto a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 160 al sur hasta 210 al norte, entre enero a junio.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 19,74% de la subcuenca del río Macul, 8,51% de la subcuenca del río Daule y el 0,59% de Drenajes Menores.

4.2.3 Baquerizo Moreno

El Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 25 a 26°C y precipitaciones medias anuales de 1300 a 2000 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 400 a 600 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1400 a 1600 mm, que varía desde el oriente al occidente.

El número de días secos medios anuales varían desde 150 al oriente, hasta 180 al occidente, en un intervalo medio anual de julio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 140 al occidente hasta 160 al oriente, entre enero a junio.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 23,58% de la subcuenca del río Jujan y el 0,75% de Drenajes Menores.

4.2.4 Colimes

El Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 25 a 26°C y precipitaciones medias anuales de 1200 a 1700 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 500 a 600 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1500 a 1700 mm, que varía desde el noroccidente al suroriente.

El número de días secos medios anuales varían desde 120 al nororiente, hasta 160 al suroccidente, en un intervalo medio anual de julio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 160 al sur hasta 170 al norte, entre enero a junio.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 6,30% de la subcuenca del río Daule, 0,84% de la subcuenca del río Macul y el 0,86% de Drenajes Menores.

4.2.5 Daule

El Cantón se encuentra en dos zonas climáticas: una parte sur y occidental con clima Tropical Megatérmico Semi-Húmedo, con temperatura entre 25 y 26°C y precipitación entre 900 y 1000 mm; y, el resto del cantón con clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 25 a 26°C y precipitaciones medias anuales de 1000 a 1350 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 500 a 700 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1500 a 1700 mm, que varía desde el occidente al oriente.

El número de días secos medios anuales varían desde 150 al norte, hasta 180 al sur, en un intervalo medio anual de junio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 140 al sur hasta 150 al norte, entre enero a mayo. Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 0,93% de la subcuenca del río Daule, y el 11,48% de Drenajes Menores.

4.2.6 Lomas de Sargentillo

El Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Semi-Húmedo, con temperaturas medias diarias de 25 a 26°C y precipitaciones medias anuales de 850 a 1000 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 500 a 600 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1500 a 1600 mm, que varía desde el occidente al oriente.

El número de días secos medios anuales varían desde 150 al norte, hasta 170 al sur, en un intervalo medio anual de junio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 150 al sur hasta 160 al norte, entre enero a mayo.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 0,58% de la subcuenca del río Daule.

4.2.7 Milagro

El Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 25 a 27°C y precipitaciones medias anuales de 1100 a 1800 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 400 a 600 mm, con una zona de evapotranspiración potencial de 1400 a 1500 mm.

El número de días secos medios anuales varían desde 160 al oriente, hasta 190 al occidente, en un intervalo medio anual de junio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 120 al occidente hasta 150 al oriente, entre enero a mayo.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 9,51% de la subcuenca del río Jujan, 7,04% de la subcuenca del río Yaguachi y el 0,20% de Drenajes Menores.

4.2.8 Naranjito

El un tercio del Cantón al occidente, tiene clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 25 a 26°C y precipitaciones medias anuales de 1700 a 2000 mm; y, el resto tiene clima Tropical Megatérmico Muy Húmedo, con temperatura media de 25 a 26°C y precipitación media anual de 2000 a 2500.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 300 a 500 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1200 a 1500 mm, que varía desde el oriente al occidente.

El número de días secos medios anuales varían desde 70 al oriente, hasta 170 al occidente, en un intervalo medio anual de julio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 140 al occidente hasta 200 al oriente, entre noviembre a julio.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 5,73% de la subcuenca del río Jujan y el 4,58% de la subcuenca del río Yaguachi.

4.2.9 Samborondón

Una pequeña parte al sur tiene clima Tropical Megatérmico Semi-Húmedo, con temperatura media entre 26 y 27°C y precipitaciones entre 900 y 1000 mm; y, la mayor parte se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 26 a 27°C y precipitaciones medias anuales de 1000 a 1350 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 500 a 600 mm, con zonas de

evapotranspiración potencial de 1500 a 1600 mm, que varía desde el oriente al occidente.

El número de días secos medios anuales varían desde 170 al nororiente, hasta 190 al suroccidente, en un intervalo medio anual de junio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 130 al sur hasta 140 al norte, entre enero a mayo.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 0,23% de la subcuenca del río Yaguachi y el 12,07% de Drenajes Menores.

4.2.10 Santa Lucía

Una pequeña porción al sur del Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Semi-Húmedo, con temperaturas medias diarias de 25 a 26°C y precipitaciones medias anuales de 900 a 1000 mm, mientras que la mayor parte de su superficie tiene clima Tropical Megatérmico Húmedo con temperaturas entre 25 y 26 °C y precipitaciones entre 1000 y 1400 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 500 a 600 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1400 a 1600 mm, que varía desde el occidente al oriente.

El número de días secos medios anuales varían desde 130 al norte, hasta 150 al sur, en un intervalo medio anual de julio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 150 al sur hasta 160 al norte, entre enero a mayo.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 2,46% de la subcuenca del río Daule y el 2,63% de Drenajes Menores.

4.2.11 Simón Bolívar

La parte occidental del Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 25 a 26°C y precipitaciones medias anuales de 1700 a 2000 mm. La parte oriental, corresponde al clima Tropical Megatérmico Muy Húmedo, con temperaturas entre 25 y 26°C y precipitaciones de 2000 a 2500 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 300 a 500 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1200 a 1400 mm, que varía desde el oriente al occidente.

El número de días secos medios anuales varían desde 90 al oriente, hasta 170 al occidente, en un intervalo medio anual de julio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 140 al occidente hasta 190 al oriente, entre diciembre y julio.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 33,52% de la subcuenca del río Jujan y el 0,17% de la subcuenca del río Yaguachi.

4.2.12 El Salitre

El Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 26 a 27°C y precipitaciones medias anuales de 1200 a 1450 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 500 a 600 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1500 a 1600 mm, que varía desde el oriente al occidente.

El número de días secos medios anuales varían desde 150 al norte, hasta 180 al sur, en un intervalo medio anual de julio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 140 al sur hasta 160 al norte, entre diciembre a junio.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 12,55% de Drenajes Menores.

4.2.13 Vinces

El Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 26 a 27°C y precipitaciones medias anuales de 1400 a 1650 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 400 a 600 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1400 a 1600 mm, que varía desde el nororiente al suroccidente.

El número de días secos medios anuales varían desde 120 al norte, hasta 170 al sur, en un intervalo medio anual de julio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 150 al sur hasta 200 al norte, entre diciembre y junio.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 12,51% de la subcuenca del río Macul, 2,39% de la subcuenca del río Daule y el 16,02% de Drenajes Menores.

4.2.14 Yaguachi

El Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 26 a 27°C y precipitaciones medias anuales de 1000 a 1600 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 500 a 600 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1400 a 1600 mm, que varía desde el oriente al occidente.

El número de días secos medios anuales varían desde 170 al norte, hasta 190 al sur, en un intervalo medio anual de junio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 120 al sur hasta 140 al norte, entre enero a mayo.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, este Cantón ocupa el 3,57% de la subcuenca del río Yaguachi, 0,04% de la subcuenca del río Jujan y el 5,19% de Drenajes Menores.

4.2.15 Palestina

El Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 26 a 27°C y precipitaciones medias anuales de 1300 a 1450 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 500 a 600 mm, con zonas de evapotranspiración potencial de 1500 a 1700 mm, que varía desde el norte al sur.

El número de días secos medios anuales varían desde 130 al occidente, hasta 160 al oriente, en un intervalo medio anual de julio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 150 al sur hasta 160 al norte, entre enero a junio.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 2,29% de la subcuenca del río Macul, 0,36% de la subcuenca del río Daule y el 3,88% de Drenajes Menores.

4.2.16 Pueblo Viejo

El Cantón se encuentra en la zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, con temperaturas medias diarias de 26 a 27°C y precipitaciones medias anuales de 1600 a 2000 mm.

En su territorio se encuentran zonas de déficit hídrico para actividades agrícolas de 400 a 600 mm, con zonas de

evapotranspiración potencial de 1500 a 1600 mm, que varía desde el oriente al occidente.

El número de días secos medios anuales varían desde 130 al nororiente, hasta 160 al suroccidente, en un intervalo medio anual de julio a diciembre. El número de días del período vegetativo favorable para la agricultura va de 150 al suroccidente hasta 190 al nororiente, entre enero a junio.

Dentro de la división hidrográfica de la Cuenca, ocupa el 3,04% de la subcuenca del río Babahoyo y el 3,83% de Drenajes Menores.

5. CONCLUSIONES

Los trabajos se ejecutaron de acuerdo con la programación establecida, lográndose las metas propuestas en los tiempos predeterminados y que corresponden al estudio climático de la Cuenca y la división hidrográfica de la misma.

Los resultados de los trabajos realizados en el año 2009, se han ajustado a la escala 1:50.000, como se estableció en la programación inicial, considerando que se cubriría toda la extensión de la Cuenca, con un área de 32.116,855 KM².

El ajuste de los estudios a escalas de semidetalle, 1:50.000 y 1:25.000, es difícil de conseguir por el limitado número de estaciones meteorológicas completas, su desigual distribución espacial y la muy variable continuidad de datos de las series, por lo que se escogieron métodos y fórmulas simples para el cálculo de los parámetros climáticos.

Los resultados climáticos: zonas de precipitación, zonas de temperatura, zonas climáticas, zonas de evapotranspiración potencial, zonas de déficit hídrico, Zonas de período seco y de período vegetativo, así como la división hidrográfica se incluyen en esta memoria, como anexos, mapas ilustrativos de la Cuenca, impresos en tamaño A3, acompañados de cuadros y gráficos.

Aparte de esta memoria, se entregan también archivos digitales de todos los mapas y productos intermedios, para análisis y procesamiento en Sistemas de Información Geográfica, así como mapas impresos en tamaño A1 para toda la cuenca y para 16 cantones de la Cuenca Baja, programados para el año 2009 en los otros temas.

La división hidrográfica se ajustó a la cartografía en escala 1:50.000 entregada por el Módulo 1 a fines de noviembre y la delimitación de microcuencas se realizó de forma detallada con la orientación hacia la

zonificación hidrológica y rendimientos específicos, división que será analizada con la SENAGUA para adaptarse a la oficial que está en proceso de definición.

Se realizaron 169 pruebas de infiltración en suelos de 12 cantones de la Cuenca Baja, cubriendo un área aproximada de 6.000 km², como inicio para determinar el factor de permeabilidad de la Cuenca y cuyo procesamiento completo se realizará en el año 2010, una vez que se cubra la mayor cantidad de superficie de ésta y se disponga de la clasificación y caracterización de los diferentes tipos de suelos en los que se realizaron estas pruebas.

Igualmente, en lo referente al monitoreo de calidad del agua, se analizaron 25 muestras de agua superficial tomadas en sitios donde se encuentran instaladas estaciones hidrométricas. El análisis integral de los resultados se realizará cuando se concluya el muestreo en época de caudales medios y altos para conocer su relación con los regímenes hidrológicos.

En el año 2009, no se logró contar con la participación de otras instituciones en el estudio climático, principalmente de la SENAGUA como Autoridad en los temas relacionados con el agua y del INAMHI.

6. RECOMENDACIONES

Conseguir los recursos necesarios para concluir el estudio de la Cuenca en el año 2010 con la parte de Hidrología y la evaluación de las amenazas hidrometeorológicas.

Involucrar en este estudio a otras instituciones que tienen que ver con el recurso hídrico, fundamentalmente a la SENAGUA, Secretaría de la cual forman parte el INAMHI y CEDEGÉ, que generan información y ejecutan proyectos en la Cuenca del Río Guayas, de manera que los resultados sean ingresados oficialmente al Sistema Nacional de Información.

Actualizar, unificar y oficializar la cartografía 1:50.000 que se considere como base única para su utilización por parte de las instituciones públicas y privadas, gobiernos seccionales y usuarios en general, con la finalidad de propiciar la integración e intercambio de información, como su ingreso al Sistema Nacional de Información.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Anuarios Meteorológicos publicados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMH. Quito, Ecuador. Varios años.
- Manejo de Cuencas Altoandinas, Tomo 1. Universidad Nacional Agraria La Molina. Absalón Vásquez V. Lima, Perú. 2000.

- El Agua en el Ecuador (Clima, precipitaciones, escorrentía). Estudios de Geografía, volumen 7. ORSTOM. Pierre Pourrut. Quito, Ecuador. 1995.
- Zonificación Agroecológica de la Región Costera Central para cultivos no Tradicionales. MAG/DINAREN-FAO. Quito, Ecuador. 1995.
- Seminario en Agrometeorología "Modelos de Rendimiento y Zonificación Agrícola". Andrés C. Ravelo. Quito, Ecuador. 1987.
- Normas Pluviométricas Propuestas para el Ecuador. MAG/PRONAREG-ORSTOM. Jean Francois Nouvelot. Quito, Ecuador. 1985.
- IV Curso de Capacitación Técnica en Mediciones Hidrometeorológicas y Tratamiento de Datos. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. 1984.
- Elementos Básicos para la Planificación de los Recursos Hídricos en el Ecuador. MAG/PRONAREG-ORSTOM. Quito, Ecuador. 1979.
- Estudio Hidro-Meteorológico e Hidrológico Preliminar de las Cuencas del Río Guayas, Ríos de la Península y de Manabí. MAG/PRONAREG-ORSTOM. Quito, Ecuador. 1978.
- Informe Hidrológico del Proyecto de Propósito Múltiple Guayas (Primera etapa de desarrollo). CEDEGÉ. Guayaquil, Ecuador. 1975.
- Drenaje Agrícola, Teoría y Bases de Cálculo. Ministerio de Agricultura, Servicio Nacional de Concentración Parcelaria y Ordenación Rural. José Luis de Paco López. 2ª Edición. Madrid, España. 1973.

8. ANEXOS

8.1 ANEXO DE FORMULARIOS

- Formularios de inspección de estaciones meteorológicas e hidrométricas.

8.2 ANEXO DE CUADROS

- Anexo de cuadros No. 1. Series de datos mensuales de precipitación.
- Anexo de cuadros No.2. Series de datos mensuales de temperatura.
- Anexo de cuadros No. 3. Resumen de datos de precipitación media.
- Anexo de cuadros No. 4. Resumen de datos de temperatura media.
- Anexo de cuadros No. 5. Resumen de la división hidrográfica.

- Anexo de cuadros N0. 6. Resumen de análisis de calidad de agua.

8.3 ANEXO DE GRÁFICOS

- Cálculo del balance climático y determinación de períodos seco y vegetativo, por estaciones.

8.4 ANEXO DE MAPAS

- Anexo de mapas No. 1. Zonas de precipitación.
- Anexo de mapas No.2. Zonas de temperatura atmosférica.
- Anexo de mapas No.3. Zonas de temperatura del suelo.
- Anexo de mapas No.4. Zonas climáticas.
- Anexo de mapas No. 5. Zonas de evapotranspiración potencial.
- Anexo de mapas No. 6. Zonas de déficit hídrico.
- Anexo de mapas No.7. Zonas de período seco.
- Anexo de mapas No. 8. Zonas de período vegetativo.
- Anexo de mapas No. 9. División hidrográfica.
- Anexo de mapas No. 10. Sitios de muestreo de calidad de agua.