

ESTUDIO HIDROLOGICO PARA LA CUENCA DEL ESTERO LOS MONOS EN EL
SECTOR DE LA NUEVA PLANTA DE ACERO ADELCA

INDICE

<i>Capítulo 1.</i>	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1	JUSTIFICACIÓN.....	4
1.2	DATOS GENERALES.....	4
<i>Capítulo 2.</i>	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
2.1	INFORMACIÓN DISPONIBLE	5
2.2	ACCESIBILIDAD.....	5
2.3	Topografía	6
2.4	Geología.....	6
2.5	Hidrografía.....	7
<i>Capítulo 3.</i>	ESTUDIO HIDROLÓGICO, CARACTERÍSTICAS FISOGRÁFICAS....	9
3.1.	FUNDAMENTACION TEORICA	10
3.1.1.	ÁREA DE LA CUENCA.....	10
3.1.2.	PERÍMETRO DE LA CUENCA.....	10
3.1.3.	ELEVACIÓN MEDIA.....	11
3.1.4.	CURVA HIPSOMÉTRICA.....	11
3.1.5.	PENDIENTE DE LA CUENCA.....	13
3.1.5.1.	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL.....	14
3.1.5.2.	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE PRINCIPAL.....	14
3.1.6.	FORMA DE LA CUENCA.....	15
3.1.7.	RED DE DRENAJE.....	16
3.1.8.	DENSIDAD DE DRENAJE.....	17
3.1.9.	CONSTANTES DE ESTABILIDAD DEL RÍO.....	17
<i>Capítulo 4.</i>	Estudio hidrológico, METEOROLOGIA DE LA CUENCA.....	19
4.1.	Análisis atmosférico.....	19
4.1.1.	CLIMA.....	19
4.1.2.	TEMPERATURA.....	19
4.1.3.	HUMEDAD RELATIVA.....	20
4.2.	Datos de precipitación de la cuenca.....	21
4.3.	Datos de PROMEDIO HELIOFANIA.....	23
<i>Capítulo 5.</i>	TOPOGRAFIA.....	26
5.1	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS.....	26
5.1.1	POSICIONADOR TOPCON HIPER II.....	26
5.1.2	Metodología de Trabajo.....	26
5.2.1	PROCEDIMIENTO.....	27
5.2.2	Medición con receptores GPS.....	28
5.3.1	CÁLCULOS Y RESULTADOS DE LOS RECEPTORES GPS.....	31

5.3.2	Monografía.....	33
	<i>Capítulo 6. Método del Hidrograma Unitario Sintético SCS.....</i>	<i>34</i>
6.1.	Hietograma de Precipitación.....	35
6.2.	Método de las Abstracciones del SCS.....	37
6.3.	CALCULOS HIDROLOGICOS.....	39
5.3.1.	<i>Sistema de Modelamiento Hidrológico (HMS-Hydrologic Modeling System).....</i>	<i>39</i>
6.4.	Hidrograma unitario.....	40
5.4.1.	<i>Hidrograma de escurrimiento 50 años.....</i>	<i>40</i>
5.4.2.	<i>Hidrogramas de escurrimiento 100 años.....</i>	<i>40</i>
	¡Error! Marcador no definido.	
6.5.	CAUDALES MEDIDOS EN SITIO.....	41
	<i>Capítulo 7. ESTUDIO HIDRAULICO, CALCULOS DE TORMENTA DE DISEÑO.....</i>	<i>43</i>
7.1.	Tiempos de Concentración.....	43
7.2.	Coefficiente de escurrimiento y Caudales.....	45
7.3.	Modelo Utilizado.....	47

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN

1.2 DATOS GENERALES

De acuerdo a la distribución distrital de la zona, el proyecto se encuentra dentro del área distrital del cantón Milagro. Ver Figura 1.1

Las coordenadas de posicionamiento, en el sistema WGS84, para el proyecto dentro del Canto Milagro, son las siguientes, ver Tabla 1.1

TABLA 1.1 COORDENADAS DE POSICIONAMIENTO

SECTOR	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
Proyecto Planta Adelca	659947	9757719	17

FIGURA 1.1 PROYECTO PLANTA ADELCA



CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El estudio consiste, en determinar la cota en la cual se debe realizar la implantación de la Planta de Acero que requiere construir la empresa Adelca, y para ello se debe tener en consideración las características hidrológicas de la zona así como también la capacidad hidráulica de las descargas que se tiene en el sector.

2.1 INFORMACIÓN DISPONIBLE

Para el presente proyecto contamos la siguiente información.

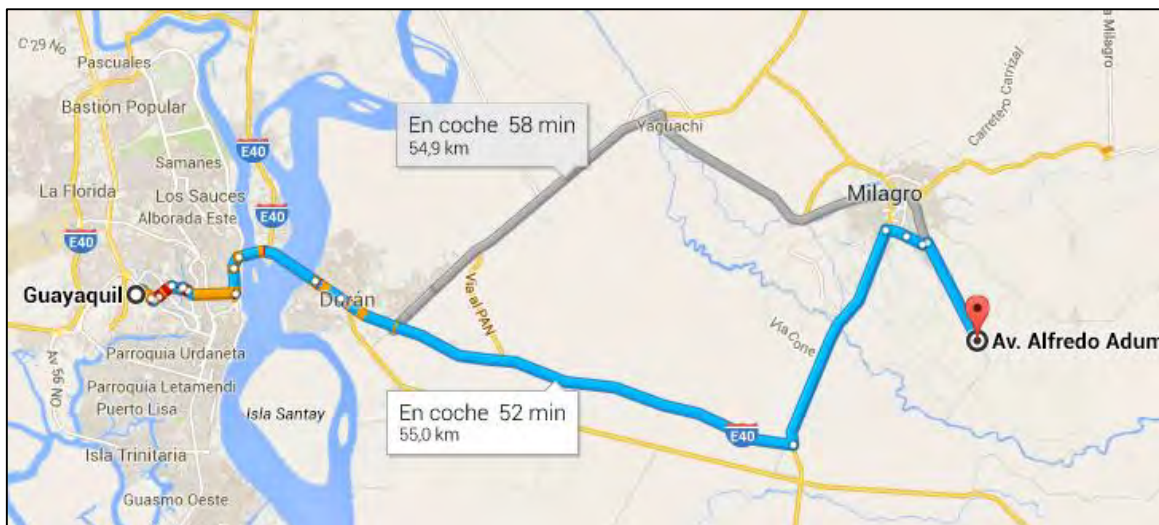
- Informe General del Proyecto
- Registros Recursos Hidrológicos Superficiales del Ecuador. Cerca de la Cuenca del Rio Chimbo Guayas. INAMHI, 1982-2006.
- Finalmente, se dispone de información cartográfica a escala 1:50.000, editada por el Instituto Geográfico Militar (IGM) que cubre toda el área de la cuenca hidrográfica; y, de la restitución aerofotogrametría a escala 1:10.000 contratada con el IGM (año 2005). la misma que sirvió de base para el estudio del presente proyecto.

2.2 ACCESIBILIDAD

Para llegar al sector del proyecto desde la ciudad de Guayaquil se lo puede hacer de la siguiente forma:

- Por la vía Guayaquil – Durán - Milagro – Av. Jaime Roldós – Av. Alfredo Adúm, siendo la longitud de este recorrido aproximadamente 55.00km, ver Figura 2.1.

FIGURA 2.1 VÍA GUAYAQUIL – DURÁN - MILAGRO – AV. JAIME ROLDÓS – AV. ALFREDO ADÚM



2.3 TOPOGRAFÍA

La topografía de la región es plana con pendientes muy pequeñas que no superan un gradiente del 5%. Los accidentes topográficos de importancia lo constituyen los ríos que discurren en la planicie general. Debido a una combinación de factores naturales como las pendientes mínimas existentes, la falta de permeabilidad del terreno y el nivel elevado de la capa freática en toda la zona, el drenaje de la escorrentía superficial es muy lento, por lo que se requiere de un mayor tiempo para el desalojo natural de las aguas.

2.4 GEOLOGÍA

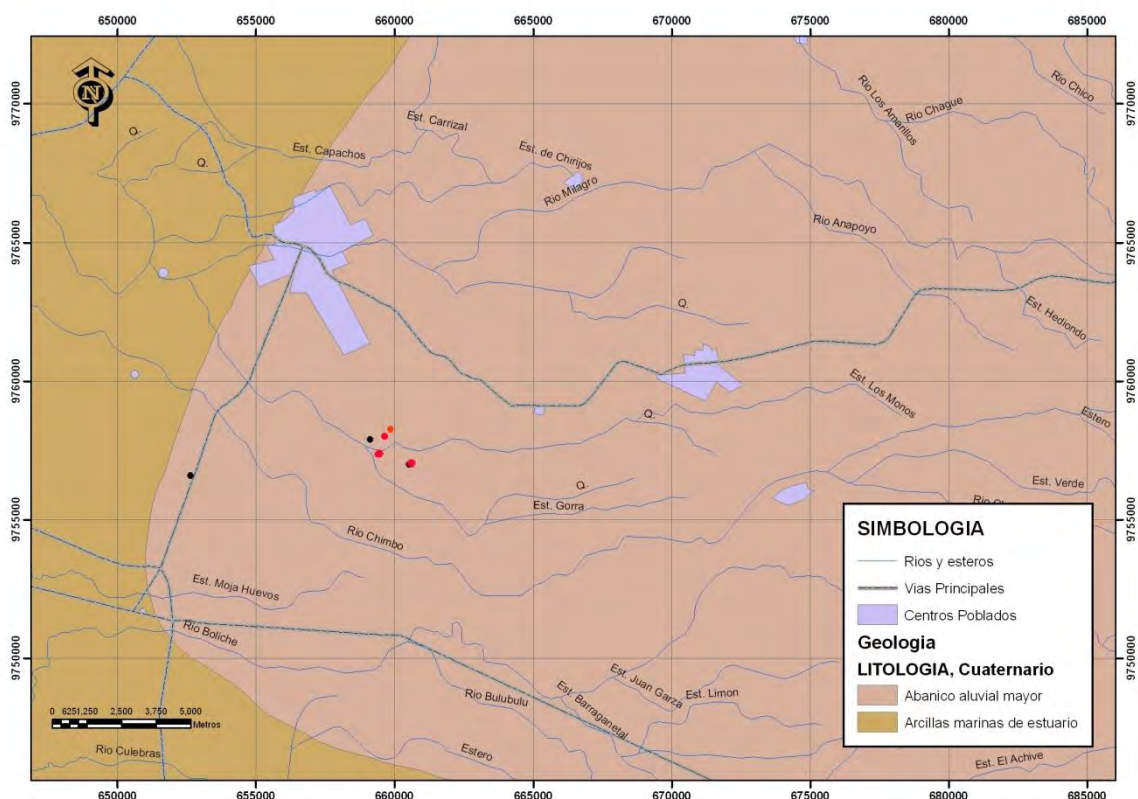
En las estribaciones de la cordillera, esto es entre los vértices V5 y V13, aumenta la pluviosidad hasta alcanzar los 1500 mm al año en promedio con una vegetación en el área de bosque subhúmedo, subtropical y húmedo temperado.

La Zona Baja está formada por una llanura relativamente angosta que corre paralela a la cordillera andina y se extiende desde la cota de los 300 metros sobre el nivel del mar hasta el borde costero.

La mayoría de los ríos se originan en la cordillera andina y sus caudales varían fuertemente con el régimen de lluvias.

La gran cantidad de sedimentos que transportan en épocas invernales (Diciembre-Abril), desde la deforestada Zona Alta facilitan el azolvamiento de los cauces, el desborde y las inundaciones.

FIGURA 2.2 HIDROGRAFIA DE MILAGRO



2.5 HIDROGRAFÍA

Los ríos recorren cuencas muy cortas, presentan grandes picos de crecidas y largos estiajes durante los meses secos. Los ríos de influencia son: el Chimbo que nace en la cordillera de los Andes y desciende atravesando la planicie, limita por el sur con el cantón Milagro, su principal tributario es el río Chanchan; toma el nombre de Yaguachi al formar la confluencia con el río Milagro y desemboca al río Babahoyo. El río Yaguachi es el de mayor incidencia en las inundaciones de la región por la falta de capacidad de acarreo del cauce natural y el limitado arrastre de grandes cantidades de sedimentos por el gradiente bajo que presenta este sistema fluvial. El sistema desborde-drenaje natural de las aguas tiene el siguiente comportamiento: las aguas del río Chimbo desbordan por su margen derecha hacia el estero

Los Monos y el Milagro, a través de la llanura de inundación que se crea, esto ocurre en su parte media a la altura del área denominada Venecia. Por su margen izquierda, el río desborda en el sitio conocido con el nombre de Soledad, uniéndose con la llanura de inundación a los esteros Payo y Moja huevo inundando zonas vastas que incluso llegan hasta Durán. En su cauce bajo, el Chimbo inunda parte del ingenio Valdez ubicado en la parroquia Choboy, en unión con el Milagro, las áreas más occidentales del ingenio Valdez. El río Milagro nace en la zona oeste de la parroquia Chagüe; sus tributarios principales son varios esteros: por el norte el estero Chirijos, y por el sur, el estero Los Monos y los desbordamientos de los ríos Amarillo y Chimbo. El Milagro atraviesa a la ciudad de su mismo nombre, de este a oeste, dividiéndola en dos zonas denominadas Milagro Viejo, al norte, parte central, y Milagro Nuevo al sur del río, ver Figura 2.2

Al norte del cantón, se ubica al río Chagüe-Amarillo, que nace en la zona alta de la provincia de Bolívar con el nombre de río Limón, atraviesa la parroquia Bucay recibiendo el nombre de Chaguán; continúa su curso por el cantón Naranjito hasta llegar a la parroquia Mariscal Sucre donde se denomina río Amarillo, el cual sirve de límite cantonal a Milagro. Existen otras fuentes superficiales como esteros y ríos que sirven de tributarios a los principales ríos de la región.

CAPÍTULO 3. ESTUDIO HIDROLÓGICO, CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS.

En este Capítulo, se desarrollarán y expondrán los fundamentos y métodos Hidrológicos empleados para el análisis de la cuenca del Estero Los Monos.

Las características físicas de una cuenca son elementos que tienen gran importancia en el comportamiento hidrológico de la misma. La cuenca posee dichas características y se clasifican en dos tipos: las que condicionan el volumen de escurrimiento como el área y tipo de suelo de la cuenca, y las que condicionan la velocidad de respuesta como el orden de corriente, la pendiente, sección transversal, etc.

Existe una estrecha correspondencia entre el régimen hidrológico y dichos elementos por lo cual el conocimiento de éstos reviste de gran utilidad práctica, ya que al establecer relaciones y comparaciones de generalización de ellos con datos hidrológicos conocidos, pueden determinarse indirectamente valores hidrológicos en secciones de interés práctico donde falten datos o donde por razones de índole fisiográfica o económica no sea factible la instalación de estaciones hidrométricas.

Entre los principales elementos que determinan las características de la cuenca tenemos los siguientes:

- Área
- Perímetro
- Elevación Media
- Curva Hipsométrica
- Pendiente
- Factor de Forma
- Longitud del Cauce Principal
- Pendiente Media del Cauce Principal
- Red de Drenaje

3.1. FUNDAMENTACION TEORICA

3.1.1. ÁREA DE LA CUENCA

El área de la cuenca es quizá el parámetro más importante, siendo determinante de la escala de varios fenómenos hidrológicos tales como, el volumen de agua que ingresa por precipitación, la magnitud de los caudales (por lo general los caudales de escurrimiento crecen a medida que aumenta la superficie de la cuenca), etc.

El área de la cuenca se define como la proyección horizontal de la superficie de la misma, desde el punto de vista hidrológico es más importante esta proyección horizontal que la superficie real de la cuenca. Las gotas de lluvia caen verticalmente y no ortogonales a la ladera, igualmente el crecimiento de los árboles es vertical, etc.

Siguiendo el criterio de investigadores como Ven Te Chow se pueden definir como cuencas pequeñas aquellas con áreas menores a 250 Km², mientras que las que poseen áreas mayores a los 2500 Km² se clasifican dentro de las grandes cuencas.

En la tabla se muestran los datos correspondientes a las áreas correspondientes a cada una de las cuencas de los ríos en estudio, ver Tabla 3.1

TABLA 3.1: AREA CUENCA ESTERO LOS MONOS.

CUENCA	Area		
	(m ²)	(km ²)	(Ha)
Estero Los Monos	37696228.48	37.70	3769.62

Fuente: Equipo de Trabajo

3.1.2. PERÍMETRO DE LA CUENCA

El perímetro es la longitud del límite exterior de la cuenca y depende de la superficie y la forma de la cuenca.

En la tabla se muestran los datos correspondientes al perímetro correspondientes a la cuenca del río en estudio, ver Tabla 3.2.

TABLA 3.2: PERIMETRO CUENCAS ESTERO LOS MONOS.

CUENCA	Perímetro	
	(m)	(km)
Estero Los Monos	46263.40	46.26

Fuente: Equipo de Trabajo

3.1.3. ELEVACIÓN MEDIA

La altura o elevación media tiene importancia principalmente en zonas montañosas donde influye en el escurrimiento y en otros elementos que también afectan el régimen hidrológico, como el tipo de precipitación, la temperatura, etc. Para obtener la elevación media se aplica un método basado en la siguiente fórmula:

$$(3.1.3) H = \frac{\sum (c_i \times a_i)}{A}$$

Donde

$\sum a_i$: Sumatoria de las áreas entre curvas de nivel

$\sum c_i$: Altura media entre curvas de nivel

A : Área total de la cuenca.

Calculando las áreas entre pares sucesivos de curvas de nivel y obteniendo los respectivos porcentajes, se halló el porcentaje del área total que está por encima de cada curva de nivel. En la siguiente tabla se muestra los valores obtenidos para hallar tanto la elevación media como para generar la curva hipsométrica que luego detallaremos.

A partir de la utilización de la fórmula se obtuvo el resultado mostrado en la tabla siguiente, ver Tabla 3.3

TABLA 3.3: ELEVACIÓN MEDIA, ESTERO LOS MONOS.

CURVAS DE NIVEL		ELEVACION MEDIA (msnm)	AREA ENTRE CURVAS DE NIVEL (Ha)	AREA TOTAL %	AREA SOBRE LA CURVA DE NIVEL INFERIOR %	ELEVACION ENTRE CURVAS DE NIVEL (m)
INF	SUP					
15.00	30.00	22.50	1475.31	39.53	100.00	8.89
30.00	50.00	40.00	2256.59	60.47	60.47	24.19
AREA TOTAL			3731.90	ELEVACION MEDIA		33.08

Fuente: Equipo de Trabajo

3.1.4. CURVA HIPSOMÉTRICA

La curva hipsométrica proporciona una información sintetizada sobre la altitud de la cuenca, que representa gráficamente la distribución de la cuenca vertiente por tramos de altura. Dicha curva presenta, en ordenadas, las distintas cotas de altura de la cuenca, y en abscisas

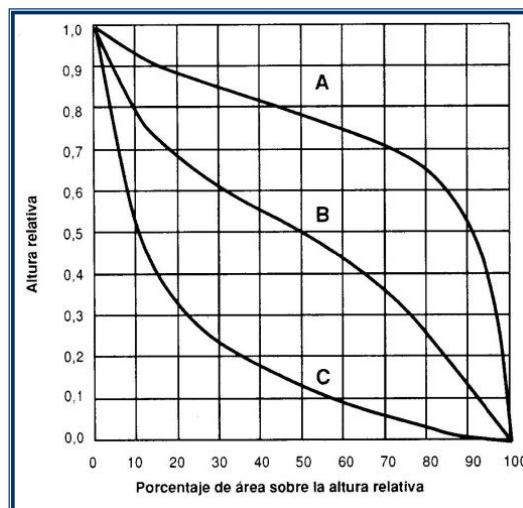
la superficie de la cuenca que se halla por encima de dichas cotas, bien en Km² o en tanto por cien de la superficie total de la cuenca.

Alternativamente a la fórmula 3.1 se aplica el uso de la gráfica de curva hipsométrica, como si se dividiera el volumen total del relieve de la cuenca sobre su superficie proyectada, ingresando por el eje que representa el área con el valor correspondiente al 50% y leyendo el valor de cota correspondiente. De esta curva se puede extraer una importante relación, y es la **RELACIÓN HIPSOMÉTRICA**:

$$(3.1.4) R_h = S_s / S_i$$

Donde S_s y S_i son, respectivamente, las áreas sobre y bajo la curva hipsométrica, la importancia de esta relación reside en que es un indicador del estado de equilibrio dinámico de la cuenca. Así, cuando $R_h = 1$, se trata de una cuenca en equilibrio morfológico. La **Figura 3.1** se muestra tres curvas hipsométricas correspondientes a otras tantas cuencas que tienen potenciales evolutivos distintos.

FIGURA 3.1: CURVA HIPSOMÉTRICA CICLO DE EROSIÓN.

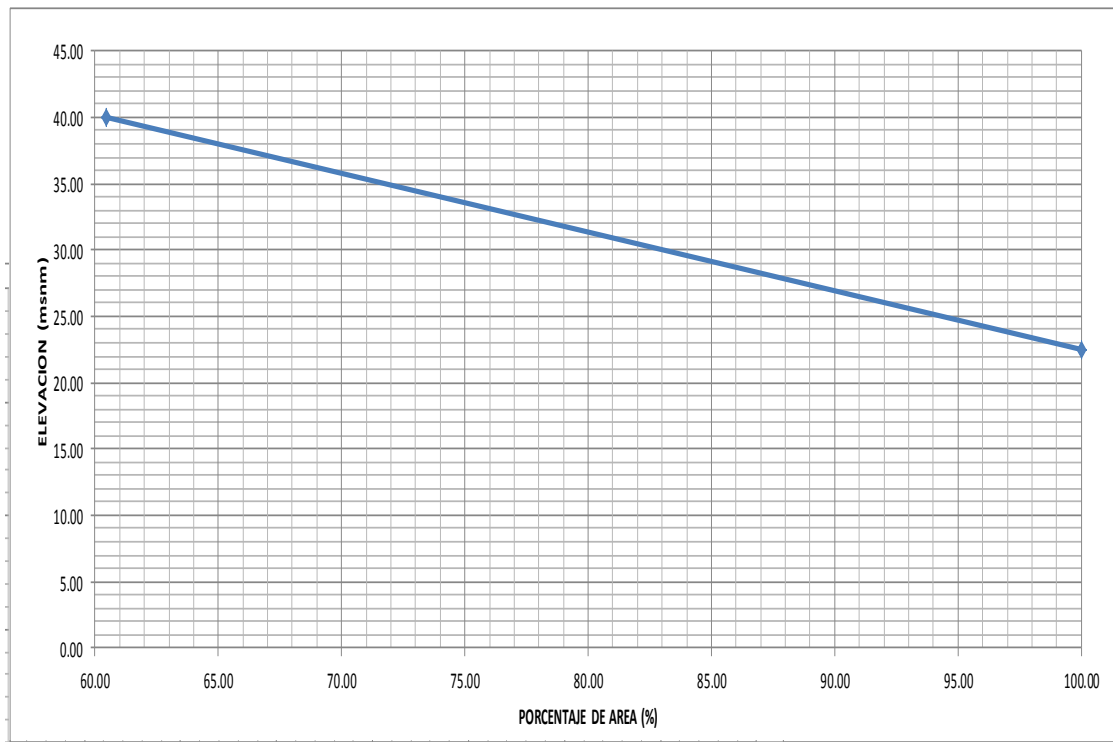


Fuente: Equipo de Trabajo

La curva superior (curva A) refleja una cuenca con un gran potencial erosivo; la curva intermedia (curva B) es característica de una cuenca en equilibrio; y la curva inferior (curva C) es típica de una cuenca sedimentaria.

Mediante la utilización de los criterios expuestos en el ítem y de los resultados obtenidos para el ítem. Se generó las siguientes Curva Hipsométrica para la Cuenca del Estero Los Monos.

GRAFICO 3.1: CURVA HIPSOMÉTRICA, ESTERO LOS MONOS.



Fuente: Equipo de Trabajo

De la comparación de las curvas generadas con las curvas mostradas en la Curvas Hipsométrica Ciclo Erosivo se puede determinar y considerar a la Cuenca en análisis como una **CUENCA EN EQUILIBRIO** por su similitud con la curva B de la mencionada figura, ver Gráfico 3.1.

3.1.5. PENDIENTE DE LA CUENCA

La pendiente media constituye un elemento importante en el efecto del agua al caer a la superficie, por la velocidad que adquiere y la erosión que produce. La pendiente tiene una gran importancia porque, indirectamente, a través de la velocidad del flujo de agua, influye en el tiempo de respuesta de la cuenca.

La pendiente de la cuenca es un factor que controla el tiempo de escurrimiento y concentración de la lluvia en los canales de drenaje y a la vez tiene una importancia directa en relación con la magnitud de las crecidas.

El método más antiguo para obtener la pendiente media conocido como el método de Alvord, consiste en ponderar las pendientes medias de superficies o bandas de terreno en las que queda dividida la cuenca por las curvas de nivel. Resulta finalmente la expresión:

$$(3.1.5) S = D \times L_{cn} / A$$

Donde S es la pendiente media de la cuenca, D la equidistancia entre curvas de nivel, L_{cn} la longitud de todas las curvas de nivel y A, el área total de la cuenca.

A partir de la utilización de la fórmula se obtuvo el resultado mostrado en la tabla siguiente, Ver Tabla 3.4

TABLA 3.4: PENDIENTE CUENCA ESTERO LOS MONOS.

CUEN CA	Pendiente (m/ m)
ESTERO LOS MONOS	0.00001

Fuente: Equipo de Trabajo

3.1.5.1. LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL

Es la longitud total del cauce principal de la cuenca.

La longitud para el cauce principal de la cuenca en análisis es la siguiente, ver Tabla 3.5.

TABLA 3.5: LONGITUD CAUCE PRINCIPAL CUENCA ESTERO LOS MONOS.

CUEN CA	Longitud Cauce Principal	
	(m)	(km)
ESTERO LOS MONOS	22546.77	22.547

Fuente: Equipo de Trabajo

3.1.5.2. PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE PRINCIPAL

En general, la pendiente de un tramo de río se considera como el desnivel entre los extremos del tramo, dividido por la longitud horizontal de dicho tramo, de manera que:

$$(3.1.5.2) \quad S = H / L$$

H: desnivel entre los extremos del tramo del cauce, en m;

L: longitud horizontal del tramo del cauce, en m;

S: pendiente del tramo del cauce.

Esta definición se aproxima al valor real de la pendiente cuando es reducida la longitud del tramo analizado.

A partir de la utilización de la fórmula se obtuvo el resultado mostrado en la tabla siguiente, Ver Tabla 3.6.

TABLA 3.6: PENDIENTE CAUCE PRINCIPAL CUENCA ESTERO LOS MONOS.

CUENCA	Pendiente Cauce Principal (m/ m)
ESTERO LOS MONOS	0.001716

Fuente: Equipo de Trabajo

3.1.6. FORMA DE LA CUENCA

La forma de la cuenca es la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal. La forma superficial de las cuencas hidrográficas tiene interés por el tiempo que tarda en llegar el agua de los límites de la cuenca a la salida de la misma. Uno de los índices para determinar la forma es el Coeficiente de Compacidad (Gravelius) que es la relación "K" existente entre el perímetro de la cuenca "P" y el perímetro de un círculo que tenga la misma superficie "A" que dicha cuenca:

$$(3.1.6.) \quad K = 0.28 \times P / A^{1/2}$$

El índice será mayor o igual a la unidad, de modo que cuanto más cercano a ella se encuentre más se aproximará su forma a la del círculo, en cuyo caso la cuenca tendrá mayores posibilidades de producir crecientes con mayores picos (caudales). Por otra parte "K" es un número adimensional independiente de la extensión de las cuencas, Ver Tabla 3.7.

Tradicionalmente se pensaba que la forma de la cuenca era de gran importancia y que podía incidir sensiblemente en el tiempo de respuesta de la cuenca, es decir, al tiempo de

GEOGISCORP S.A.

Cdla. Bellavista Mz. 8 Solar 27

Teléfonos: 04-2205768 – 04-2220766

Guayaquil – Ecuador

recorrido de las aguas a través de la red de drenaje, y, por consiguiente, a la forma del hidrograma resultante de una lluvia dada. En la actualidad no se da tanta importancia a la forma de la cuenca.

Para la cuenca del Estero Los Monos se determinó el siguiente valor de "k", factores de forma.

TABLA 3.7: FACTOR DE FORMA "K" CUENCA ESTERO LOS MONOS.

CUENCA	Factor de Forma "k" (adimensional)
ESTERO LOS MONOS	2.110

Fuente: Equipo de Trabajo

3.1.7. RED DE DRENAJE

Otra característica importante de la cuenca es el arreglo de los cauces. Mientras más eficiente sea la red de drenaje, más rápida es la respuesta de la cuenca y viceversa. Las características de la red de drenaje se describen mediante el Orden de los cauces.

La red de drenaje para las cuencas en análisis se muestra a continuación en la Figura 3.2.

FIGURA 3.2: RED DE DREANJE CUENCA ESTERO LOS MONOS.



Fuente: Equipo de Trabajo

3.1.8. DENSIDAD DE DRENAJE.

La densidad de drenaje se expresa como el cociente entre la longitud total de los canales de flujo pertenecientes a su red de drenaje y la superficie de la cuenca.

$$(3.1.8) D = L_T / A$$

Este parámetro es, en cierto modo, un reflejo de la dinámica de la cuenca, de la estabilidad de la red hidrográfica y del tipo de escorrentía de superficie, así como de la respuesta de la cuenca a un chubasco.

La densidad de drenaje es un indicador de la respuesta de la cuenca ante un aguacero, y, por tanto, condiciona la forma del hidrograma resultante en el desagüe de la cuenca. A mayor densidad de drenaje, más dominante es el flujo en el cauce frente al flujo en ladera, lo que se traduce en un menor tiempo de respuesta de la cuenca y, por tanto, un menor tiempo al pico del hidrograma.

La densidad de drenaje calculada para la cuenca en estudio a partir de lo descrito que se muestra a continuación, ver Tabla 3.8.

TABLA 3.8: DENSIDAD DE DRENAJE CUENCA ESTERO LOS MONOS.

CUENCA	Densidad de Drenaje (l/ km)
ESTERO LOS MONOS	7.106

Fuente: Equipo de Trabajo

3.1.9. CONSTANTES DE ESTABILIDAD DEL RÍO

La constante de estabilidad de un río, es el valor inverso de la densidad de drenaje:

$$(9.2) C = 1 / D$$

Representa físicamente, la superficie de una cuenca necesaria para mantener condiciones hidrológicas estables en una unidad de longitud de canal. Puede considerarse, por tanto, como una medida de la estabilidad de la cuenca. Así, regiones con suelo rocoso muy resistente, o con suelos altamente permeables que implican una elevada capacidad de infiltración, o regiones con densa cobertura vegetal, tienen valores altos de la constante de estabilidad y bajos de densidad de drenaje. Por el contrario, una baja constante de estabilidad, o una elevada densidad de drenaje, es característica de cuencas con rocas débiles, escasa o nula vegetación y baja capacidad de infiltración del suelo.

La constante de estabilidad calculada a partir de la densidad de drenaje hallada para el cauce principal de la cuenca del Estero Los Monos se presenta en la siguiente tabla, ver Tabla 3.9.

TABLA 3.9: CONSTANTE DE ESTABILIDAD CUENCA ESTERO LOS MONOS.

CUENCA	Constante de Estabilidad
ESTERO LOS MONOS	0.141

Fuente: Equipo de Trabajo

CAPITULO 4. ESTUDIO HIDROLOGICO, METEOROLOGIA DE LA CUENCA

4.1. ANÁLISIS ATMOSFÉRICO

En el Cantón Milagro se encuentra una estación Meteorológica M037 (Milagro), de esta estación se obtuvieron registros hidrométricos desde el año 1982 al 2006, en la **Tabla 4.1** se muestra la ubicación geográfica de la estación.

TABLA 4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA ESTACIÓN METEOROLÓGICA M037 – MILAGRO

CODIGO	NOMBRE DE LA ESTACION	130 CUENCA DEL RIO GUAYAS											ALTURA	INSTITUCION					
		TIPO	ZONA	LATITUD				LONGITUD											
				GG	MM	SS		GG	MM	SS									
M037	MILAGRO(INGENIO VALDEZ)	CP	130	2	º	6	'	56	"	S	79	º	35	'	57	"	W	13	INAMHI

Fuente: INAMHI

4.1.1. CLIMA.

El clima de una región está determinado por los factores, como son: radiación solar, temperatura, humedad, viento y la presión atmosférica; además de estos parámetros específicos, tienen incidencia los vientos alisios que son los responsables del comportamiento del estado del tiempo.

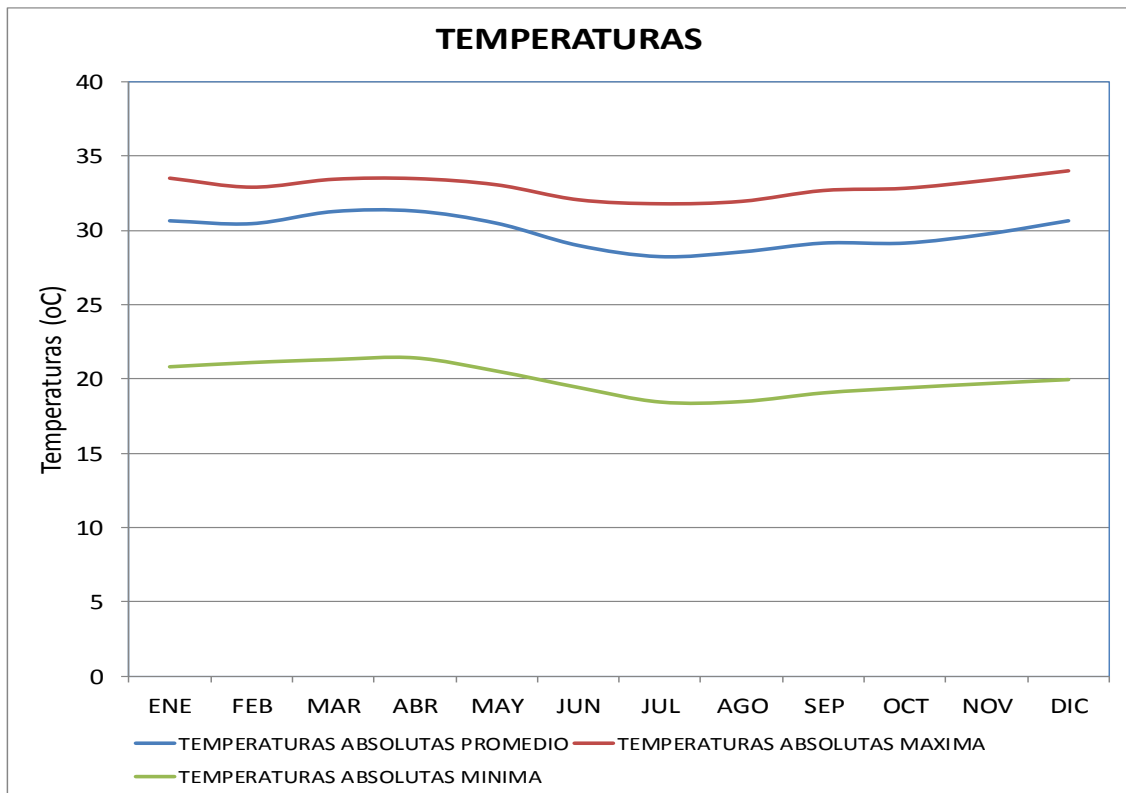
Cuando esto se analiza durante algún tiempo se puede comprender el clima regional afectado por características de ubicación, altitud y estado de los otros componentes de los ecosistemas presentes que actúan como reguladores y que pueden representarse en el ciclo hidrológico.

4.1.2. TEMPERATURA.

La curva de distribución de la temperatura media multianual presenta su máximo en los meses de marzo-abril y su mínimo en los meses de julio-agosto. También es de carácter modal.

La variación de la temperatura con la altura es de carácter lineal, en la que las isotermas se ajustan a las curvas de nivel, en la cuenca de interés los valores varían entre 18,45°C a 34,01°C en la cota de los 17 msnm, como se observa en la Grafico 4.1

GRAFICO 4.1 TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS ANUALES, ESTACIÓN (MILAGRO)



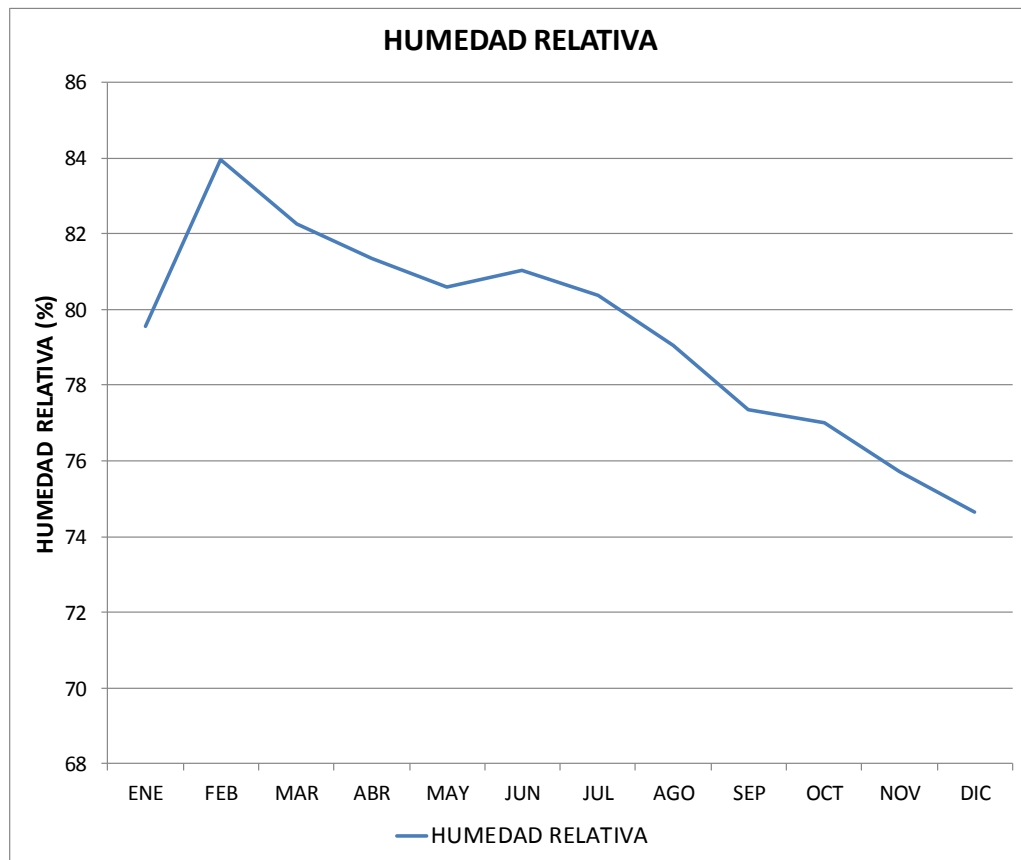
Fuente: INAMHI

4.1.3. HUMEDAD RELATIVA.

La curva de distribución de la humedad relativa presenta ligeras variaciones del parámetro durante el año la época con mayor porcentaje de humedad es la época lluviosa con valores que oscilan entre 83,96-81%. Mientras que en época seca los mismos se encuentran entre 81-74,64%.

En la Grafico **4.2.** se muestran los valores de humedad relativa los cuales van de 74,64% a 83,96% minino a máximo respectivamente.

GRAFICO 4.2. HUMEDAD RELATIVA ANUAL, ESTACIÓN M037



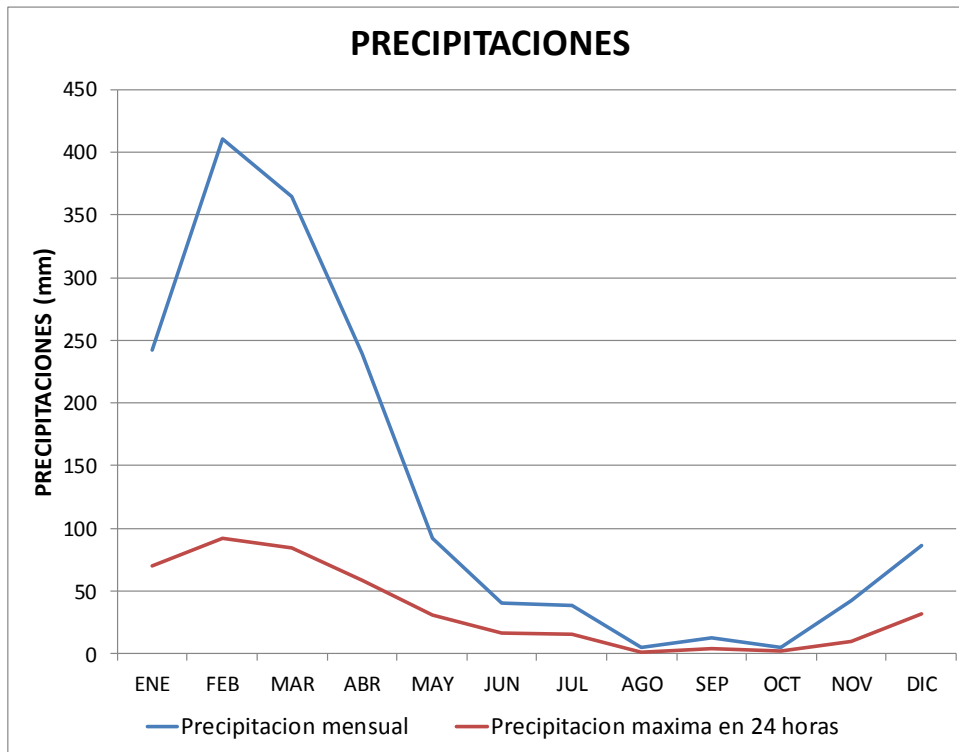
Fuente: INAMHI

4.2. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA CUENCA

Los registros anuales de la estación pluviométrica en M037, muestran el denominado fenómeno del niño se dieron acumulados de lluvia de 3549.6 mm en el año 1997, y de 4130.4 mm en el año 1998. Ver Grafico 4.3.

La precipitación anual registrada en la estación M037 del INAMHI, considerando solamente estadísticas reciente de los años 1982 a 2006 se tiene un promedio 147.75 mm /año. Estas serían las referentes para el área de la cuenca considerada.

GRAFICO 4.3. Precipitación Anual Acumulada, Estación M037



Fuente: INAMHI

Una de las mayores alteraciones en el sistema Océano-Atmósfera en la región Indo-Pacífico es la Oscilación del Sur y relacionada con ella, frente a la costa sudamericana, el Fenómeno "El Niño". La comunidad científica mundial agrupa a estos dos eventos, bajo un sólo término: Evento ENOS (El Niño Oscilación del Sur).

El Niño ha sido catalogado como un evento atípico, acíclico pero recurrente entre 7 u 8 años, según la Administración Nacional de la Atmósfera y el Océano de los Estados Unidos (NOAA). Las aguas del Pacífico tropical Occidental se tornan extremadamente cálidas (28° C – 30° C), estas invasiones de agua anormalmente cálida producen dramáticos cambios en los regímenes meteorológicos, oceánicos y biológicos. En los últimos 40 años (1963-2003) han ocurrido 7 Eventos ENOS: 1965, 1972-73, 1976, 1982-83 (el de mayor intensidad), 1987, 1992 y 1997-98.

Tabla 4.2. Registro de Precipitaciones en la zona.

AÑO	MILAGRO												T Max Anual
	MESES												
	PRECIPITACION SUMA MENSUAL												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1982	127,7	133,6	30,8	27	7,8	0,8	0,4		2,3	50,5	218,9	367,3	87,92
1983	436,5	418,1	661,7	790	431,7	446,7	456,4	8,5	89,3	5,6	6,7	84	319,60
1984	8,5	621	304	266,5	8,5	22,3	0,5		1,9	2,6	0,8	70,5	118,83
1985	559,2	216,8	56,7	174,9	3,4	0,1	0,1	0,6	1,4	3	0,9	153,7	97,57
1986	119,4	67,8	208,7	42,3	2,3	0,1			0,6			83,6	65,60
1987	476,4	696,9	531,7	392,3	103,6		0,3	6,5	0,2	2,4		62,5	227,28
1988	434,1	277	29,8	262,3	124,3	0,7	0,8		0,2	0,6		44,7	117,45
1989	520,3	471,1	305	234	36	3,5				1,1	1,1	1,6	174,86
1990	56,3	302,7	177,6	110,8	28,4	43,8	0,2	0,1	0,4	4,5	0,5	67,9	66,10
1991	60,5	448,4	222,4	10,8	25,7	1,4	1,4	0,4	0,9	0,6	1,7	58,8	69,42
1992	127,3	628,7	687,5	506,4	382,4	11,8	5,9	0,3	0,1	0,7	3,7	4,2	196,58
1993	237,6	668,5	389,5	275,2	59	0,5	1,1			2	0,4	147	178,08
1994	255	318,1	264,2	198,9	43,9	0,2			0,2	0,6	4,4	139	122,45
1995	308,1	203,2	159,7	108	15,6		3,9	0,1	0,6	0,2	2,1	17,6	74,46
1996	79,5	355,7	338,6	42	0,8	0,1	0,5		0,1		1	8,6	82,69
1997	208,6	487,2	680	381,5	99,5	200,5	156,3	31,7	127,1	30,5	551,2	595,5	295,80
1998	712,7	846	966,4	957,3	517,8	91,4	33,8		0,5	0,4	0,9	3,2	375,49
1999	113,5	519,8		207,5	60,3	2,1			2,9	3,5	3,8	82	110,60
2000	110,1	221,4	284,9	164,1	134,1	5,9			3,5	2	0,1	4	93,01
2001	376	386,6	748,4	179,5	16,7		0,5			0,1		0,7	213,56
2002	57,1	590,2	594	278,8	6,5	5,8				5,3		55,9	199,20
2003	115,2	337	173,1	90,7	51,9	0,8	0,4			1,3		28,2	88,73
2004	101,7	275,4	332,7	145,6	66	2,3	1		5,9	1,5	0,4	20,6	86,65
2005	131	201,5	263,8	120	25			0,1			1,1	44	98,31
2006	316,9	573,8	339	20	56	2,1		1,4		0,1	2,7	23,2	133,52
Promedio	241,97	410,66	364,59	239,46	92,29	40,14	39,03	4,97	13,23	5,41	42,23	86,73	147,75

Fuente: INAMHI

De acuerdo a Moreano 83, et.al, indica que: "Del Análisis de las situaciones del mar ecuatoriano, de las temperaturas del aire y de los valores de precipitación se deduce que el clima de la zona costera del Ecuador está fuertemente influenciado por el Océano. En el periodo de lluvias, las temperaturas elevadas y los valores relativamente altos de precipitación corresponden a un calentamiento del océano, mientras que las bajas temperatura y la disminución de las lluvias corresponden a un Océano frío. La Estación seca por su parte es un resultado de la intensificación de la circulación anticiclónica...". Esta perturbación, se refleja en aumento de intensidad de lluvias en las estribaciones de la cordillera occidental, donde además se producen precipitaciones orográficas (choque de sistemas conectivos en la cordillera), ver Tabla 4.2

4.3. DATOS DE PROMEDIO HELIOFANIA

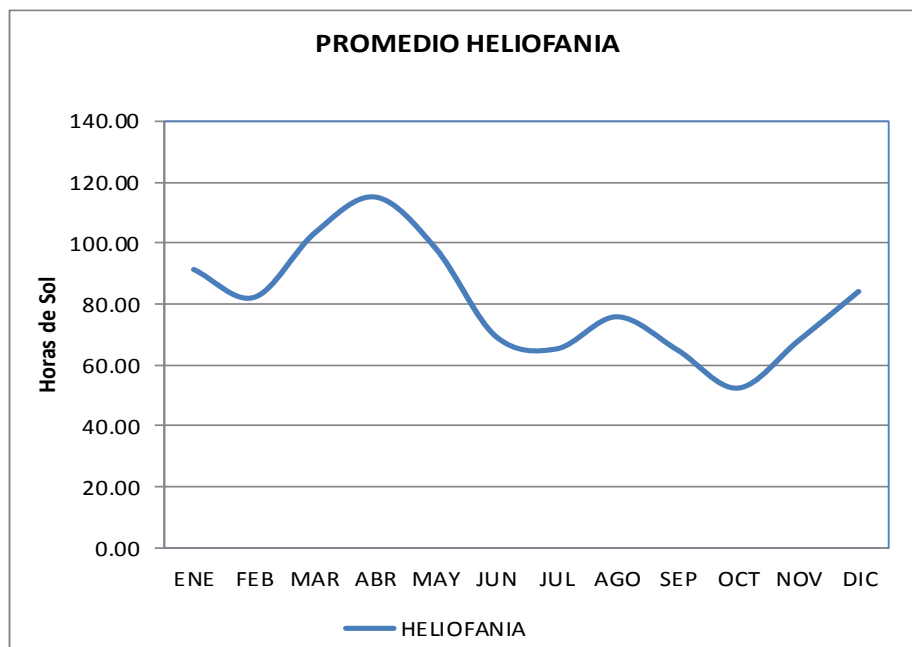
Los registros anuales de la estación pluviométrica en M037. Ver **Tabla 4.3 y Grafico 4.4.**

TABLA 4.3. Registro de Precipitaciones en la zona.

AÑO	MILAGRO												H Max Anual
	MESES												
	HELIOFANIA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1982	85,20	91,70	115,50	110,40	75,80	66,70	61,70	111,00	114,40	39,00	78,80	107,20	88,12
1983	101,60	107,00	131,30	146,20	144,70	156,00	136,00	82,00	38,20	31,00	54,90	68,00	99,74
1984	146,30	109,20	93,10	116,00	123,70	62,40	62,90	69,60	51,90	56,50	76,10	83,10	87,57
1985	68,10	95,60	117,30	117,10	72,90	65,60	47,80	82,00	86,90	43,10	63,30		78,15
1986	83,80	109,40	125,00	107,70	156,80	92,40	90,10	70,90	93,10	88,30	102,40	89,90	100,82
1987	68,70	78,20	99,30	112,60	94,10	68,30	51,00	82,90	50,50	55,20	115,20	93,60	80,80
1988	81,90	83,40	89,30	104,50	123,60	49,20	68,00	76,80	60,60	36,10	47,00	67,30	73,98
1989	64,10	78,10	114,60	97,30	71,10	33,20	56,30	78,30	55,40	64,90	94,80	92,00	75,01
1990	97,50	81,10	127,70	87,10	97,80	54,60	83,60	90,70	79,80	60,40	84,70	96,60	86,80
1991	108,40	85,00	132,50	123,20	112,50	79,60	39,30	37,20	50,00	54,30	53,10	71,80	78,91
1992	78,10	76,10	102,00	147,10	146,20	77,40	63,00	62,10	32,80	60,70	51,30	82,70	81,63
1993	79,60	71,50	112,10	142,20	115,10	53,40	67,00	80,80	46,00	58,30	52,90	82,20	80,09
1994	87,30	74,40	107,20	92,70	99,00	49,30	71,20	66,20	119,10	54,30	43,50	79,60	78,65
1995	74,00	70,80	147,50	127,20	102,20	103,20	61,80	94,40	97,10	48,60	70,40	102,20	91,62
1996	88,00	109,40	92,40	148,80	124,10	62,90	87,90	106,90	85,60	73,50	119,60	117,00	101,34
1997	97,50	86,50	102,00	138,10	134,10	121,30	121,50	100,00	77,90	60,20	83,50	108,40	102,58
1998	82,20	95,60	120,80	123,50	88,00	79,60	58,00	40,90	30,20	45,10	43,90	61,10	72,41
1999	65,6	45,30	0,00	88,50	75,20	34,50	42,80	59,60	36,80	28,40	55,10	47,70	48,29
2000	93,9	76,40	79,90	120,70	65,80	47,30	34,50	83,00	53,00	58,00	70,00	67,40	70,83
2001	83,4	83,40	115,60	128,20	38,60	67,00	46,20	46,90	79,90	70,70	79,60	74,10	76,13
2002	94,1	68,40	105,10	98,20	85,80	99,40	59,70	86,90	63,10	26,90	53,30	56,40	74,78
2003	63,3	75,10	91,00	135,00	85,10	41,60	55,00	36,10	75,70	45,70	36,10	66,40	67,18
2004	138,4	82,30	101,30	88,20	28,40	57,80	48,70	112,60	35,00	43,70	66,00	142,60	78,75
2005	134,8	51,80	70,30	79,80	90,50	59,00	66,20	71,40	72,40	33,00	50,90	68,00	70,68
2006	116,8	68,90	89,10	96,50	105,90	51,40	51,20	65,80	38,60	74,20	49,90	92,80	75,09
Promedio	91,30	82,18	103,28	115,07	98,28	69,32	65,26	75,80	64,96	52,40	67,85	84,09	80,80

Fuente: INAMHI

Grafico 4.4. Precipitación Anual Acumulada, Estación M037

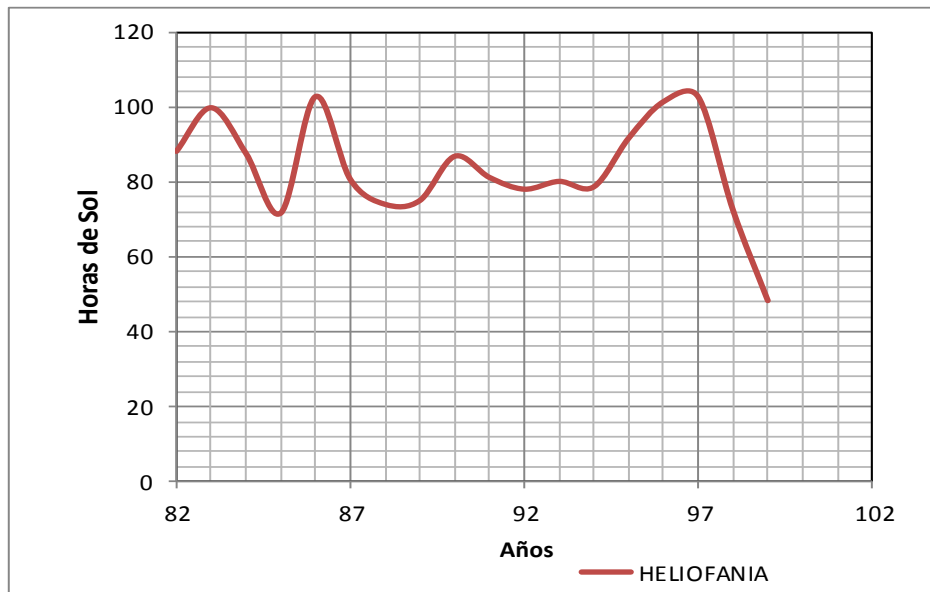


GEOGISCORP S.A.

Cdla. Bellavista Mz. 8 Solar 27

Teléfonos: 04-2205768 – 04-2220766

Guayaquil – Ecuador



Fuente: INAMHI

CAPITULO 5. TOPOGRAFIA.

GEOREFERENCIACIÓN DE DOS PUNTOS USANDO TECNOLOGÍA DE GPS DIFERENCIALES DE DOBLE FRECUENCIA

5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS

5.1.1 POSICIONADOR TOPCON HIPER II

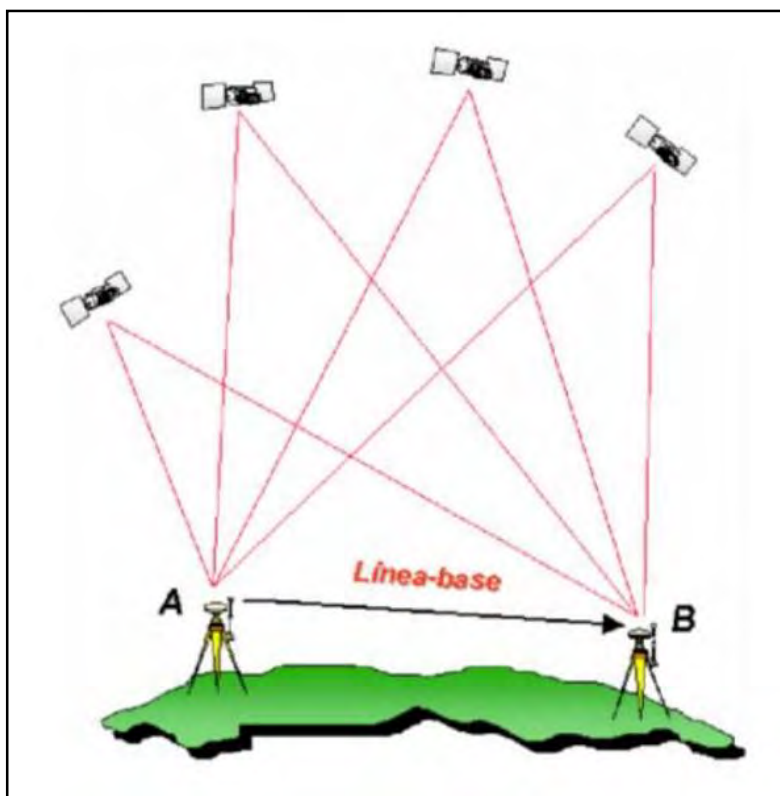
El posicionamiento Estático-Diferencial minimiza los errores sistemáticos asociados con los relojes de los satélites y las efemérides. Además la no disponibilidad de las efemérides precisas para los usuarios civiles hace que el posicionamiento Relativo o Estático Diferencial sea el más recomendable. En consecuencia, el número mínimo de receptores debe ser dos; sin embargo el hecho de trabajar con un mayor número de receptores incrementa la conexión entre estaciones adyacentes produce mayor repetición de líneas base y mayor rigidez geométrica. Para este trabajo se usaron posicionadores de doble frecuencia (una base y un receptor Topcon Hiper II).

Los posicionadores de doble frecuencia a más de trabajar con la onda portadora L1 de la señal GPS, también se agrega la medición de fase de la portadora L2, lo que les otorga la posibilidad de disminuir la incidencia de errores sistemáticos, particularmente los debidos a la propagación de la señal en la ionósfera, lo que permite alcanzar las más altas precisiones posibles con GPS.

5.1.2 Metodología de Trabajo

En este enlace se empleó el método estático que consiste en realizar observaciones con dos receptores estacionados en los vértices geodésicos de los cuales se quiere conocer las coordenadas. A partir de esas observaciones se obtienen posicionamientos relativos entre las estaciones, de manera que si se consideran conocidas las coordenadas absolutas de una de ellas se determinan las coordenadas de las demás, ver Figura 5.1.

FIGURA 5.1.- ESQUEMA DE ENLACE ENTRE LOS RECEPTORES GPS Y SATÉLITES



5.2 TRABAJO DE CAMPO

5.2.1 PROCEDIMIENTO

La georeferenciación de los puntos se la hizo a partir de la placa del Instituto Geográfico Militar (IGM) XVI-E-11B. La placa se encuentra empotrada en la esquina NE del triángulo de concreto, en la parada de bus desvío a Cone, vía a Milagro, ver Tabla 5.1

- Altura geométrica: 14.517 m.s.n.m.

Tabla 5.1 Ubicación de la Placa del Instituto Geográfico Militar XVI-E-11B

foto 1. Placa IGM XVI-E-11B	foto 2. Placa IGM vista panorámica
	

5.2.2 Medición con receptores GPS

La tabla 5.2 muestra la ubicación de los puntos donde se hicieron las mediciones con los GPS de precisión., ver Figura 5.2 y 5.3.

Tabla 5.2 Georeferenciación de puntos

foto 3. Tuberías existentes	foto 4. Ubicación de GPS
	

foto 5. Puente 1



foto 6. Puente 1



foto 7. Puente 2



foto 8. Puente 2



FIG. 5.2 ENLACE ALTIMÉTRICO DE PUNTOS DE INTERÉS CON UN PUNTO DE ENLACE

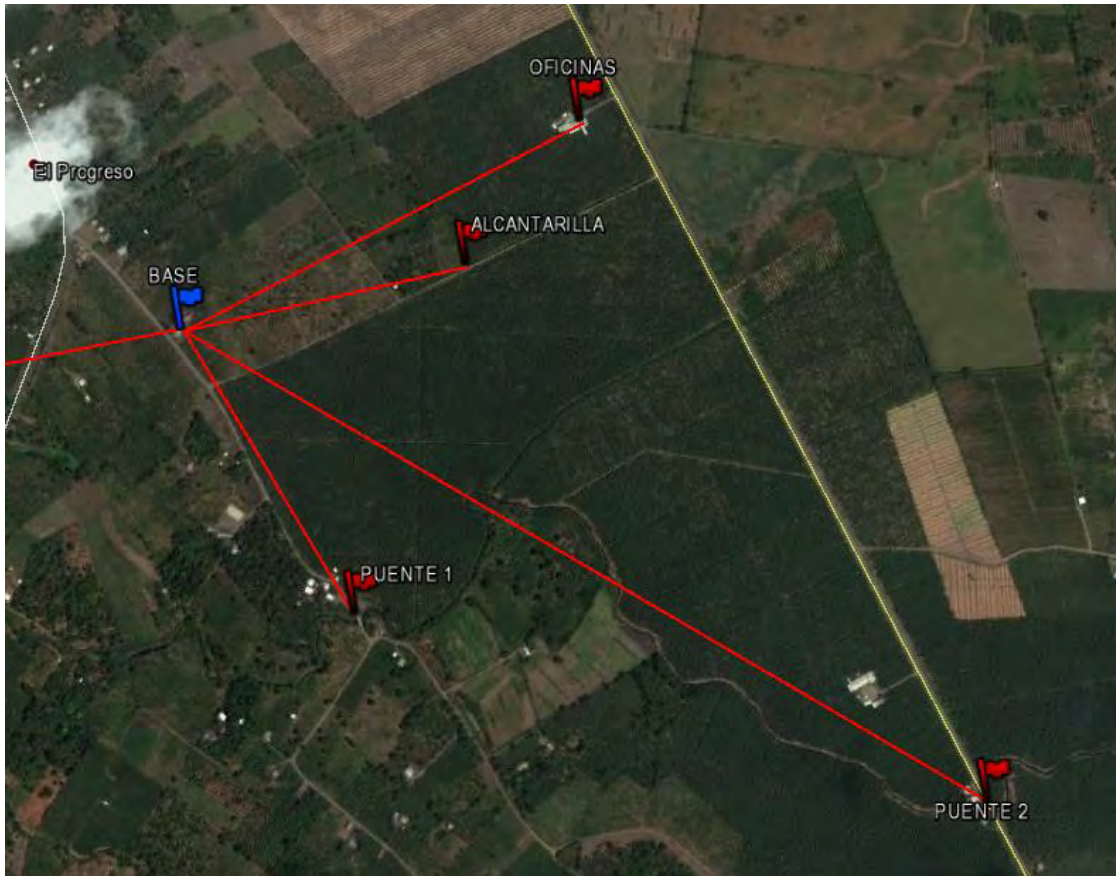
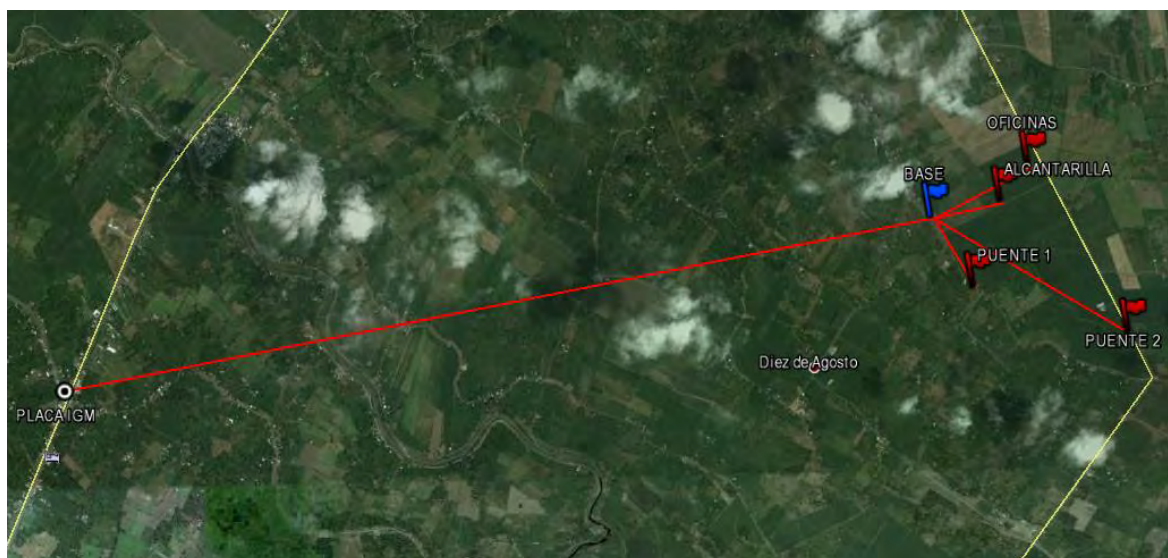


FIG. 5.3 ENLACE ENTRE BASE DE MEDICIÓN DE PUNTOS DE INTERÉS CON PLACA IGM

FUENTE : GOOGLE EARTH



GEOGISCORP S.A.
Cda. Bellavista Mz. 8 Solar 27
Teléfonos: 04-2205768 – 04-2220766
Guayaquil – Ecuador

5.3 TRABAJO DE OFICINA

5.3.1 CÁLCULOS Y RESULTADOS DE LOS RECEPTORES GPS

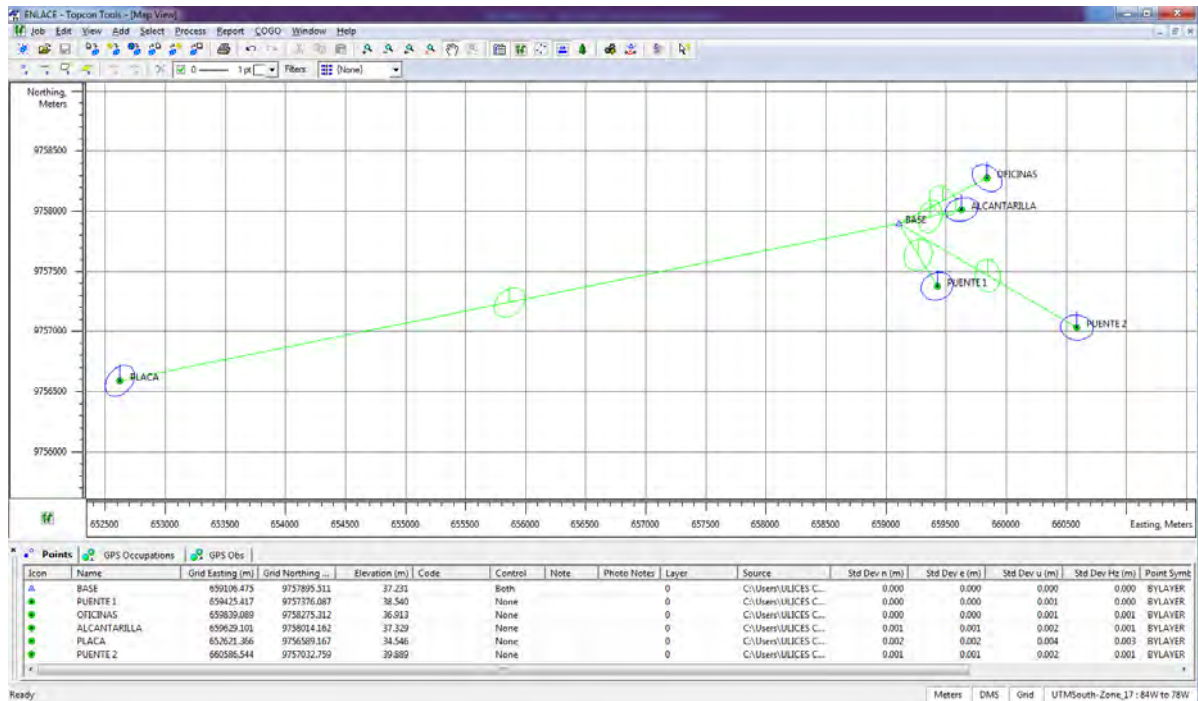
Finalizados los trabajos en campo se procede a realizar los trabajos de gabinete consistentes en el procesamiento de los datos GPS obtenidos en la observación. El procesamiento se realiza mediante el programa Topcon Tools con el objetivo de realizar un ajuste de la red.

Los trabajos de gabinete consistieron en el post proceso de los datos tomados con los GPS diferencial Topcon Hiper II en los puntos ya descritos en el ítem anterior. Los parámetros a considerar para este tipo de proceso son los siguientes:

- **Tiempo de observación:** dependiendo de la separación entre estaciones, pero no deberá ser menor a media hora.
- **Intervalo de captura máximo:** 15 segundos
- **Angulo de elevación máximo:** 10 grados
- **PDOP máximo:** 4
- **Cantidad mínima de satélites:** 6
- **Exactitud:** La exactitud de la red al 95% de confiabilidad debe ser mejor o igual a ± 2 centímetros.

En esta etapa se debe tener en cuenta la carga de la totalidad de las líneas y su condición de fijas; en caso contrario, es decir que no se carguen las líneas necesarias o que algunas sean flotantes en lugar de fijas, se deben cargar por separado las líneas faltantes y depurar los datos eliminando los satélites que presenten información con demasiada varianza, cortes en su aparición o poca información. En ningún momento pueden quedar menos de seis satélites aportando datos. Además, pueden eliminarse periodos de toma al inicio o fin de la sesión de trabajo, ver Gráfico 5.1, Tabla 5.3 y Figura 5.4.

GRAFICO 5.1 PROCESO DE DATOS ENLACES PUNTOS DE INTERÉS CON PLACA IGM



Project Summary

Linear unit: **Meters**

Projection: **UTMSouth-Zone_17 : 84W to 78W- DATUM WGS84**

TABLA 5.3 UBICACIONES UTM

ESTE	NORTE	DESCRIPCIÓN	ALTITUD
659629.101	9758014.162	ALCANTARILLA	17.300
652621.366	9756589.167	PLACA	14.517
660586.544	9757032.759	PUENTE 2	19.860
659839.089	9758275.312	OFICINAS	16.884
659425.417	9757376.087	PUENTE 1	18.511
659106.475	9757895.311	BASE	17.202
659823.164	9758462.575	PUNTO AL CANAL	16.787
659624.501	9757605.064	DESCARGA A RÍO	17.058

5.3.2 MONOGRAFÍA

FIGURA 5.4 MONOGRAFIA DE PUNTO DE CONTROL GEODESICO

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR Monografía de Punto de Control Geodésico				
Entidad Ejecutora: Proyecto: RED SIRGAS		Nombre del Punto: XVI-E-11B		Registro en el IGM: 9134 Código del Punto: 0320550007
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO				
País: ECUADOR		Provincia: GUAYAS	Cantón: YAGUACHI	Parroquia: YAGUACHI VIEJO/COPE Sitio: EL DESEO
CONTROL HORIZONTAL				
Datum Horizontal:		Epoca de referencia:		Orden:
Coordenadas Geográficas:		Coordenadas UTM:		Fecha de determinación:
Latitud (" ' "):		Zona Norte (m):		
Longitud (" ' "):		Este (m):		
CONTROL VERTICAL:				
Datum Vertical: NIVEL MEDIO DEL MAR		Mareógrafo: LA LIBERTAD		
Línea Nivelación: NIVELACIÓN DE NODOS		Código de la Línea:	Fecha de determinación: 13-02-2009	Coordenadas UTM Aprox:
Elevación (m): 14,5170		Tipo Nivelación: GEOMÉTRICA	Orden: PRIMERO	Zona Norte (m): 8756878 Este (m): 650628
GRAVIMETRÍA:				
Datum Gravimétrica:		Valor de Gravedad (mGal):		Orden: Fecha de determinación:
CROQUIS		FOTOGRAFÍA PANORÁMICA		
UBICACIÓN La placa se encuentra empotrada en la esquina N.E. del triángulo de concreto en la parada de bus de vía a Come. El punto adyacente se halla a 2,00 (m) de distancia.		PLACA		
ACCESIBILIDAD Partiendo a lo largo de la carretera Deveso-Miagro-Km 28 - Via Lujan entre Pontifero a Miagro y Km 26 partiendo de la placa XV-L3-BMD-204 el punto está a 18,80 (km) al costado izquierdo de la vía a 9,00 (m) de su eje.		INSCRIPCIÓN EN LA PLACA INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. SE PROMBE DESTRUIR. PROYECTO XVI-E-11B, 2009, QUITO ECUADOR.		
		MATERIALIZACIÓN Placa		ESTADO BUENO Fecha de Última Visita: 13-02-2009
OBSERVACIONES				
Elaborado por: VALENCIA ENRÍQUEZ IVÁN EDMUNDO		Ingresado: REA RIVERA ROBINSON WLADIMIR		Supervisado: VALENCIA ENRÍQUEZ IVÁN EDMUNDO

Fig. 1 Monografía placa XVI-E-11B

CAPITULO 6. MÉTODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO SINTÉTICO SCS

Con base en la revisión de un gran número de hidrogramas unitarios, el Soil Conservation Service sugiere este hidrograma donde el tiempo está dado en horas y el caudal en m³/s.cm. El volumen generado por la separación de la lluvia en neta y abstracciones es propagado a través del río mediante el uso del hidrograma unitario, ver Figura 6.1. El tiempo de retardo t_r , puede aproximarse a:

$$t_r = 1.67 T_p = 0.6 t_c$$

$$T_p = \frac{1}{2} t_d + t_r$$

$$q_p = \frac{0.208 A}{T_p}$$

Dónde:

t_r = tiempo de retardo de la cuenca (horas)

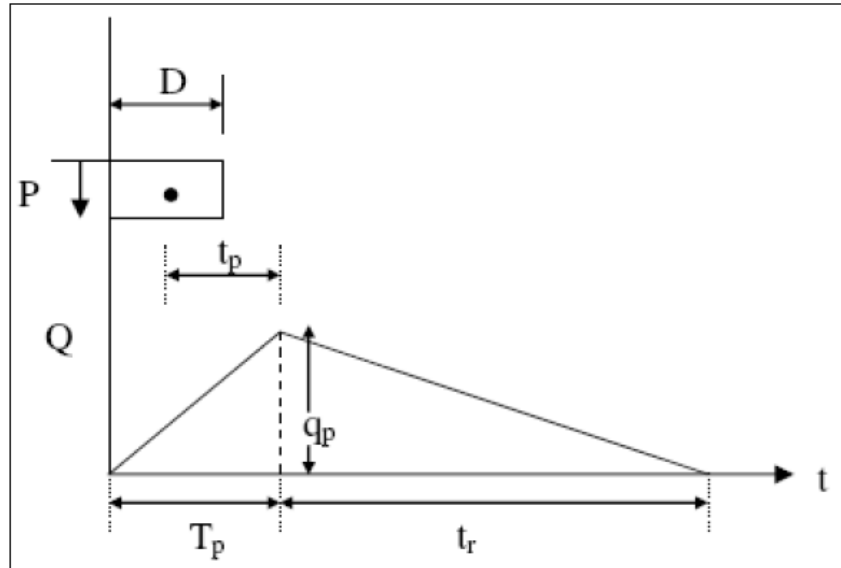
t_d = tiempo de duración de la lluvia (horas)

t_p = tiempo de pico (horas)

q_p = caudal pico del hidrograma unitario (m³/s mm)

A = área de la cuenca (km²)

FIGURA 6.1 VOLUMEN GENERADO POR LA SEPARACION DE LLUVIA



6.1. HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN

Para elaborar el hietograma de precipitación se utilizaron las ecuaciones del INAMHI para Milagro:

$$i = \frac{87.677 I_{dTR}}{t^{0.4796}} \quad 155 > t > 5$$

$$i = \frac{850.65 I_{dTR}}{t^{0.9257}} \quad 1440 > t > 155$$

Dónde:

i = intensidad de precipitación (mm/h)

t = tiempo de concentración (min)

I_{dTR} = isólineas de intensidad media de precipitación para una tormenta de 24 horas

El I_{dTR} es igual a 8 para una frecuencia de 50 años y 9 para una de 100 años

Los hietogramas de precipitación para las frecuencias de 50 y 100 años fueron elaborados mediante el método de los bloques alternos de Ven Te Chow, ver Figura 6.1 y 6.2.

FIGURA 6.1 HIETOGRAMA DE PRECIPITACION DE 24 HORAS Y 50 AÑOS DE RETORNO

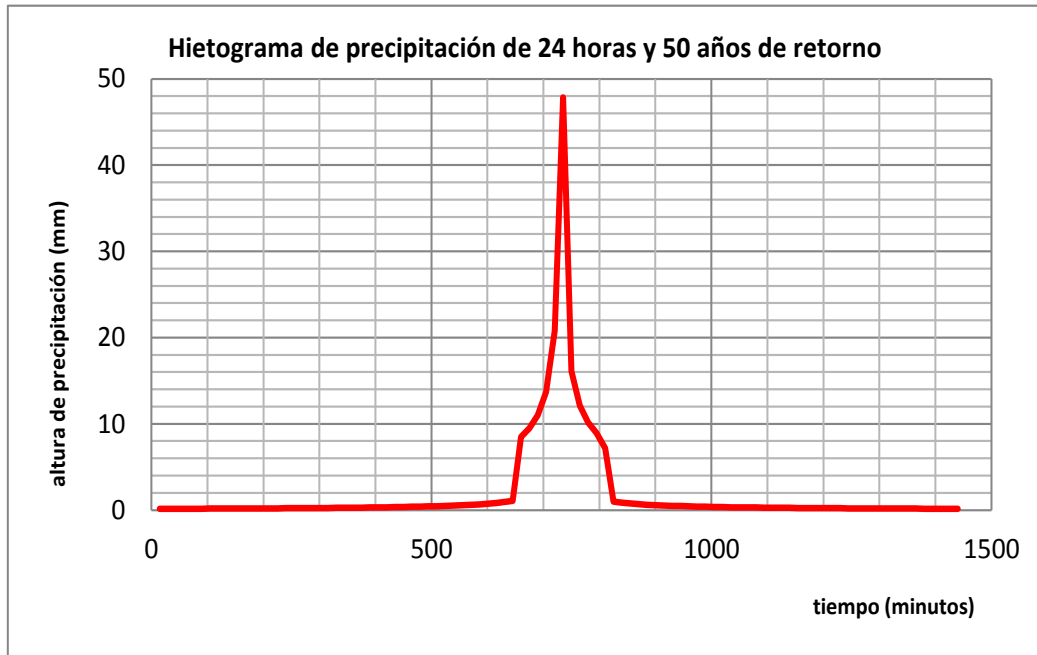
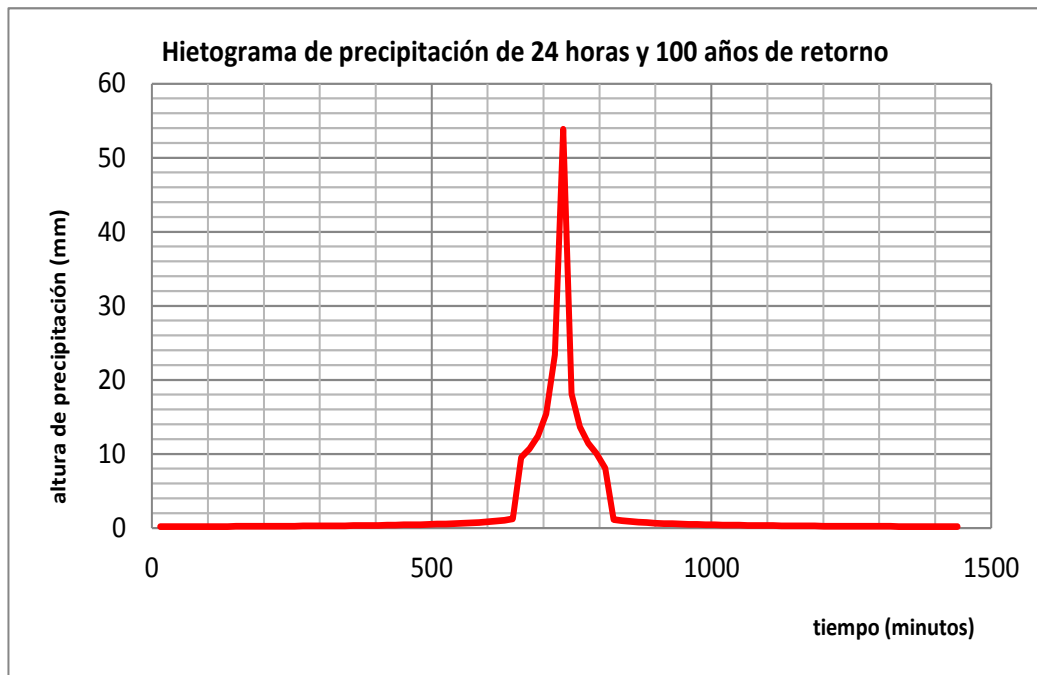


FIGURA 6.2 HIETOGRAMA DE PRECIPITACION DE 24 HORAS Y 100 AÑOS DE RETORNO

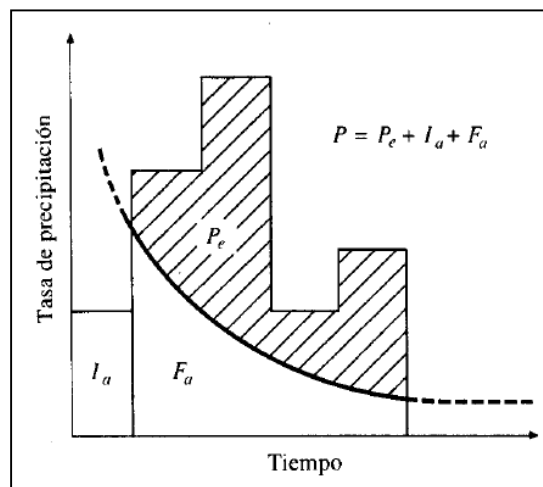


6.2. MÉTODO DE LAS ABSTRACCIONES DEL SCS

Este método ha sido desarrollado por el SCS (1972). Los conceptos generales utilizados en este métodos son los de considerar que la precipitación efectiva, P_e , es siempre menor o a lo sumo igual que la precipitación total, P , que la retención acumulada, F_a , es siempre menor o a lo sumo igual que la retención potencial máxima, S , y que la escorrentía potencial, es decir, el máximo volumen de agua que puede convertirse en escorrentía es $P - I_a$, ver Figura 6.3. La hipótesis fundamental del método es la validez de la siguiente relación:}

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

Figura 6.3 METODO DE LA ABSTRACCION DEL SCS



El SCS analizó también la relación entre P y P_e para muchas cuencas y encontró curvas que son función del tipo de superficie de las cuencas. Para estandarizarlas definió el número de curva, CN, tal que $0 \leq CN \leq 100$.

A las superficies impermeables y superficies de agua les corresponde un CN igual a 100, ya que toda el agua que cae en ellas se convierte en escorrentía. Para las superficies naturales, en general permeables, el CN será menor que 100.

Los CN han sido tabulados por el SCS en función del tipo de suelo y el uso de la tierra. Existen 4 grupos hidrológicos de suelo:

- 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.

En la siguiente tabla se presentan los CN en función del grupo hidrológico del suelo, según el SCS (1972), ver Figura 6.4.

FIGURA 6.4 USO DEL SUELO

<i>Uso del Suelo</i>	<i>Grupo Hidrológico del Suelo</i>				
	A	B	C	D	
Tierras cultivadas	con tratamiento de conservación	72	81	88	91
	sin tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales	Condición pobre	68	79	86	89
	Condición buena	39	61	74	80
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
	1000	38	61	75	83
	1350	30	57	72	81
	2000	25	54	70	80
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

De acuerdo a los parámetros de la tabla, podemos clasificar el uso del suelo como un área de tierras cultivadas principalmente, y zonas de pastizales, bosques y praderas. El grupo hidrológico se puede asumir como un intermedio entre el B y el C. De tal manera que, para las cuencas de estudio, se utilizará un CN de 70. Debido a que la ecuación del tiempo de concentración de la cuenca está en función del número de curva, los tiempos de concentración para cada cuenca son:

6.3. CALCULOS HIDROLOGICOS

5.3.1. Sistema de Modelamiento Hidrológico (HMS-Hydrologic Modeling System)

El Sistema de Modelado Hidrológico es una aplicación desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC-Hydrologic Engineering Center) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (US Army Corps of Engineers). Con el modelo HEC-HMS, se puede simular la respuesta que tendrá la cuenca de un río en su escurrimiento superficial, como producto de la precipitación, mediante la representación de la cuenca como un sistema interconectado de componentes hidrológicos e hidráulicos.

Cada componente modela un aspecto del proceso de escurrimiento por precipitaciones dentro de una parte de la cuenca comúnmente referida como una subcuenca. Un componente puede representar una identidad de escurrimiento superficial, un canal de flujo o embalse.

La representación de un componente requiere un conjunto de parámetros que especifiquen las características particulares del componente y las relaciones matemáticas que describen el proceso físico. El resultado del proceso del modelaje es el cálculo de los hidrogramas del flujo en sitios elegidos de la cuenca del río.

Para poder utilizar este programa se debe disponer de la siguiente información:

- Características de la cuenca (Área, forma, Longitud del cauce principal, centro de gravedad, pendiente media del terreno, cobertura vegetal, tipo de prácticas de pastoreo, tipos de precipitación, etc.).
- Características de la precipitación, la intensidad se obtiene de las curvas I-d-f (Intensidad, duración, frecuencia), o puede ajustarse utilizando los procedimientos mencionados anteriormente. Es importante señalar que las precipitaciones parciales deben introducirse en intervalos fijos.

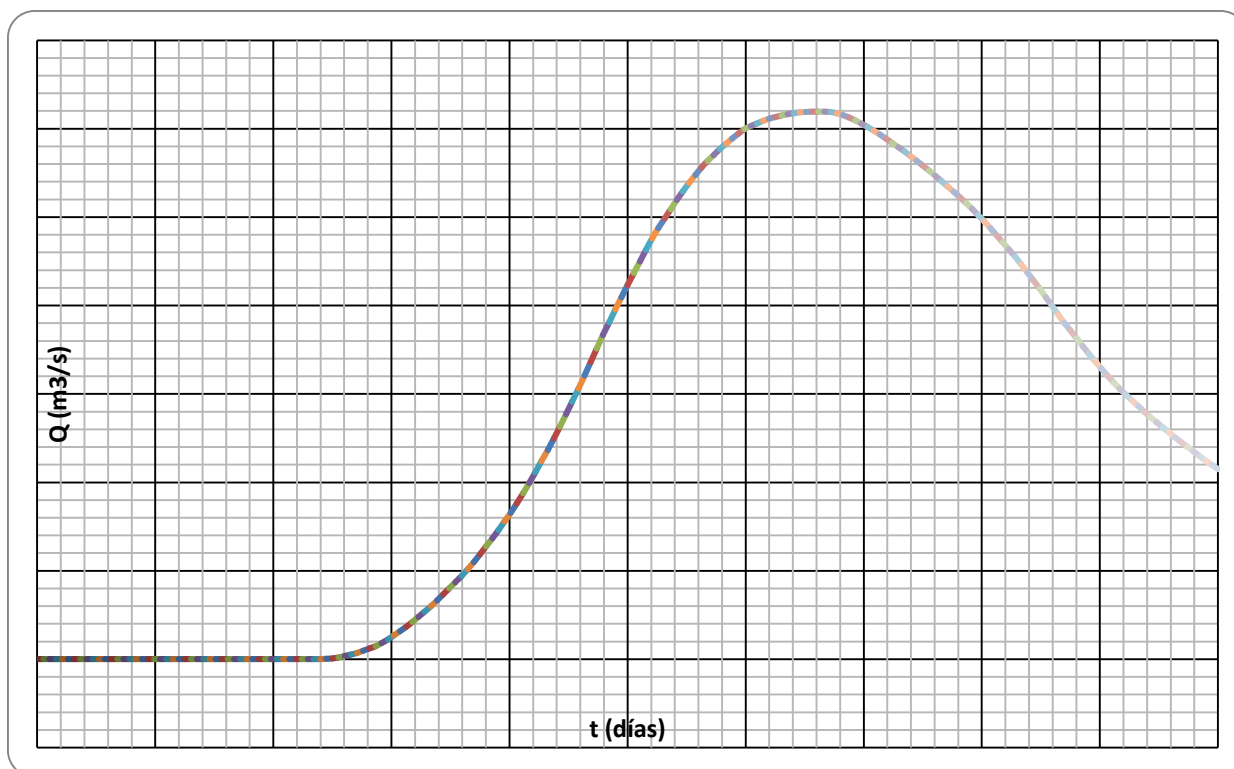
La información antes mencionada se encuentra disponible y analizada en los capítulos tres (3) y cuatro (4) respectivamente.

6.4. HIDROGRAMA UNITARIO

Del análisis y moldeamiento de la información obtenida para la cuenca del Estero Los Monos se han desarrollado los hidrogramas que se muestran a continuación, ver Gráfico 6.1

5.4.1. Hidrograma de escurrimiento 50 años.

GRAFICO 6.1 HIDROGRAMA DE ESCURRIMIENTO 50 AÑOS



6.5. CAUDALES MEDIDOS EN SITIO

En el sitio se midieron los tiempos de la velocidad del flujo, con esto se determinaron los caudales, donde se muestran los resultados de los cálculos, ver Tabla 6.1, 6.2 y Figura 6.5, 6.6 Y 6.7.

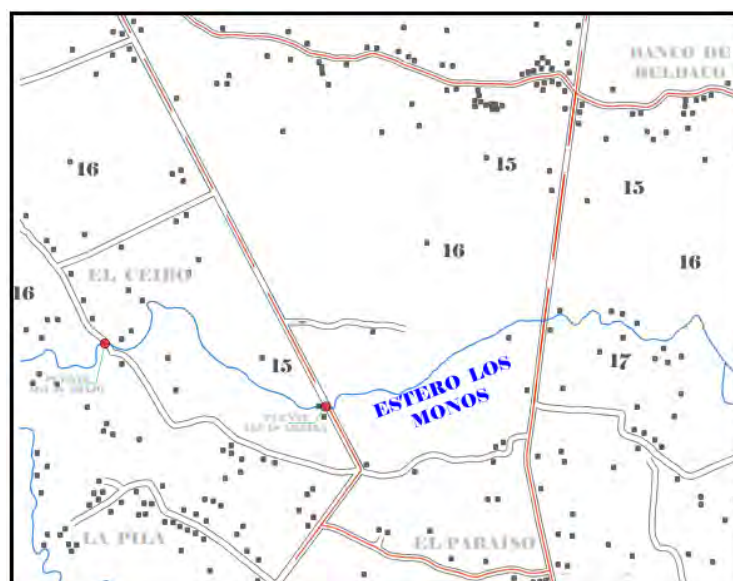
TABLA 6.1 PUENTE AGUAS ABAJO

Puente Aguas Abajo				
L (m)	t (seg)	Area (m2)	V (m/seg)	Q (m3/seg)
15.00	25.38	2.26	0.59	1.336
15.00	25.98	2.26	0.58	1.305
15.00	26.40	2.26	0.57	1.284
15.00	27.00	2.26	0.56	1.256
Q promedio				1.295

TABLA 6.2 PUENTE AGUAS ARRIBA

Puente Aguas Arriba				
L (m)	t (seg)	Area (m2)	V (m/seg)	Q (m3/seg)
15.00	18.00	1.56	0.83	1.300
15.00	17.49	1.56	0.86	1.338
15.00	18.92	1.56	0.79	1.237
Q promedio				1.292

FIG. 6.5 UBICACIÓN DE LOS PUENTES



GEOGISCORP S.A.

Cdla. Bellavista Mz. 8 Solar 27

Teléfonos: 04-2205768 – 04-2220766

Guayaquil – Ecuador

FIG. 6.6 PUENTES AGUAS ABAJO

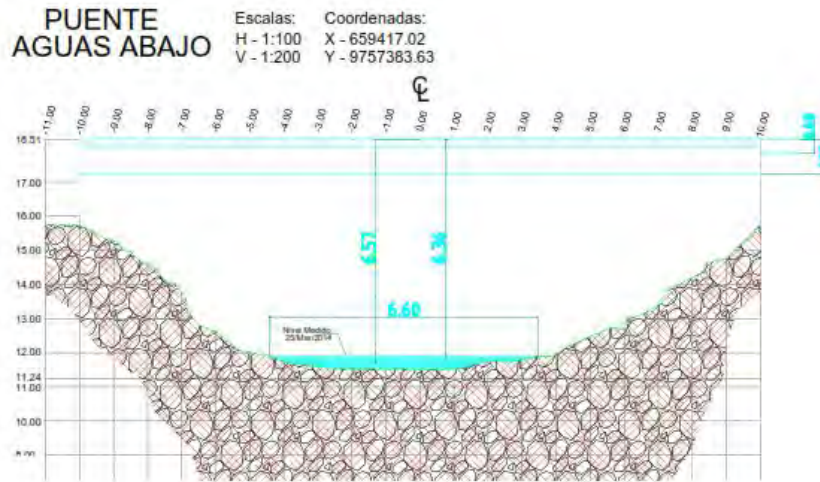
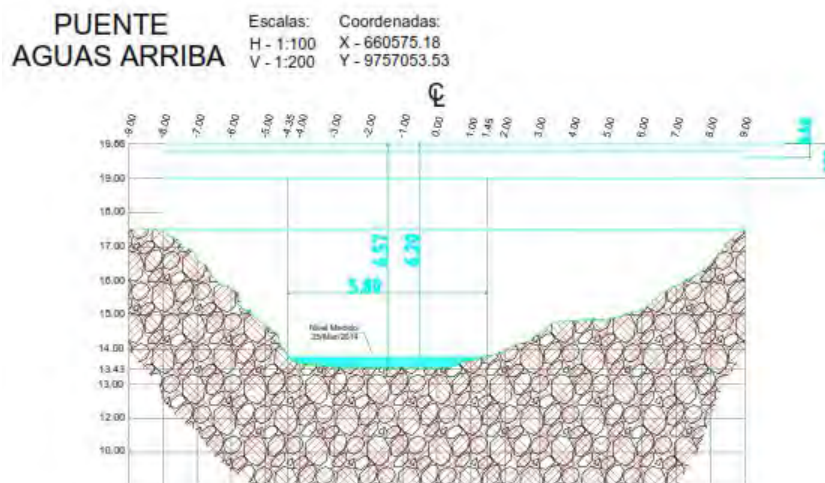


FIG. 6.7 PUENTES AGUAS ARRIBA



CAPITULO 7. ESTUDIO HIDRAULICO, CALCULOS DE TORMENTA DE DISEÑO

Para el sistema de drenaje hídrico de los Ríos en estudio se debe analizar el sistema de recolección y transportación de las aguas de escorrentía pluvial tomando en cuenta los factores hidrológicos del sector. Para el estudio del sistema de drenaje de cuencas hídricas se considera una serie de disposiciones con el fin de obtener resultados satisfactorios acorde con: las áreas de influencia, caudales de diseño que se fundamentan en el análisis de la curva de intensidad, duración y frecuencia propia de la población estudiada.

Para el diseño hidráulico se tendrá presente que la gradiente de energía sea continua y descendiente. Que la capacidad hidráulica sea suficiente para el caudal de diseño, y que los niveles de agua producto de los caudales sean considerados en el diseño de las obras de infraestructura como puentes y vías.

Debemos recordar que el diseño hidrológico hidráulico se ha realizado en base de la fórmula de Manning.

$$Q = A * V$$

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Con estas ecuaciones se determinaran los máximos niveles de agua para tormentas de 25años y 50años de periodo de retorno.

7.1. TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN.

El intervalo que emplea una gota de agua en trasladarse desde el lugar más apartado al inicio de la canalización es lo que se denomina tiempo de llegada. El tiempo de escurrimiento es el que emplea el flujo en recorrer la tubería aguas abajo de un punto a otro. En el caso de que en una cámara concurren dos o más colectores, se consideran como tiempo de concentración el mayor de ellos, en la práctica el tiempo de concentración varia de 3 a 20 minutos.

A continuación se detallan las fórmulas utilizadas y el tiempo de concentración calculado en cada cuenca hídrica, ver Tabla 7.1.

$$\begin{aligned} T_c &: \text{Tiempo de Concentración en (min)} \\ T_c &= 445.59 \text{ min} \end{aligned}$$

TABLA 7.1 TIEMPO DE CONCENTRACION

TIEMPO DE CONCENTRACION

El tiempo de concentracion puede ser calculado por varios metodos:

L= Longitud del cauce principal en km.

H-h es la diferencia de alturas de la cuenca expresada en metros.

ESTEROS LOS MONOS

Metodo de Rowe

$$T_c = \left(\frac{0.86L^3}{H-h} \right)^{0.385} = \left(\frac{0.86 * (22.5^3)}{53.0 - 14.3} \right)^{0.385} = 8.44 \text{ Horas} \quad 0 \quad 506.53 \text{ min.}$$

DATOS DE ENTRADA
L= 22.55 Km.
H= 53.0 m.
h= 14.3 m.

Metodo de Kirpich

$$T_c = 0.39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0.385} = 0.39 \left(\frac{22.55^2}{0.17} \right)^{0.385} = 8.47 \text{ Horas} \quad 0 \quad 508.03 \text{ min.}$$

Metodo de Chow

$$T_c = 0.00500 \left(\frac{L}{S^{1/2}} \right)^{0.64} = 0.00500 \left(\frac{22547 \text{ m.}}{0.17^{1/2}} \right)^{0.64} = 5.37 \text{ Horas} \quad 0 \quad 322.20 \text{ min.}$$

Sacando un promedio Aritmetico entre los tres metodos nos da como resultado:

$$T_c = 445.59 \text{ min.}$$

7.2. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO Y CAUDALES.

El coeficiente de escurrimiento es la relación que existe el caudal de escurrimiento y el caudal, el coeficiente depende del agua que se infiltra en el terreno y otras superficies porosas.

Dada las condiciones y características de nuestras zonas utilizaremos como coeficiente de escurrimiento 0.40 que es el promedio característico de las zonas.

Se reduce como volumen de escurrimiento a los líquidos recogidos por los diferentes drenajes durante el lapso de la lluvia conocido el volumen de lluvia, el área de drenaje y el porcentaje de escurrimiento. El flujo del agua de lluvia podrá calcularse rápidamente en metros cúbicos por segundo de acuerdo a la siguiente fórmula. Método Racional

$$Q = CIA$$

Siendo.

- Q: Escurrimiento.
- C: Coeficiente de Escurrimiento.
- I: Intensidad de precipitación en (mm/h).
- A: Área del Terreno en (Ha)
- A partir de esta ecuación se determinaron caudales con periodos de retornos de 25 y 50 años, los mismos que se muestran en la tabla siguiente:

Estos caudales luego son ingresados a un programa de cálculo del que se mencionará a continuación, Ver Tabla 7.2.

TABLA 7.2 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO Y CAUDALES

Intensidad (I)= CURVAS IDF **Tr = 100 años A= 574.10**
 Caudal (Q) = 2,78*I*A **B= -0.4891**
 Velocidad (V) = $(1/n)*R*H^{2/3}*S^{1/2}$

	L cp	PARC	ACU	C	AREA	t	INT	CAUDAL	CAUDAL
					EQUIV	Concent		Q MAX	Q MAX
					KM	ha		ha	min
ESTERO LOS MONOS	22.55	3769.62	3769.62	0.40	1507.85	445.6	29.1	121,842.08	121.84

Intensidad (I)= CURVAS IDF **Tr = 50 años A= 546.30**
 Caudal (Q) = 2,78*I*A **B= -0.4914**
 Velocidad (V) = $(1/n)*R*H^{2/3}*S^{1/2}$

	Lcp	PARC	ACU	C	AREA	t	INT	CAUDAL	CAUDAL
					EQUIV	Concent		Q MAX	Q MAX
					m	ha		ha	min
ESTERO LOS MONOS	22.55	3769.62	3769.62	0.40	1507.85	445.6	27.3	114,326.90	114.33

Intensidad (I)= CURVAS IDF **Tr = 25 años A= 520.90**
 Caudal (Q) = 2,78*I*A **B= -0.4969**
 Velocidad (V) = $(1/n)*R*H^{2/3}*S^{1/2}$

	L cp	PARC	ACU	C	AREA	t	INT	CAUDAL	CAUDAL
					EQUIV	Concent		Q MAX	Q MAX
					KM	ha		ha	min
ESTERO LOS MONOS	22.55	3769.62	3769.62	0.40	1507.85	445.6	25.1	105,415.01	105.42

7.3. MODELO UTILIZADO.

En el mercado existen varios software para el cálculo de avenidas, hidrograma de descarga, sistemas de drenaje pluvial y sistemas hídricos, a continuación se presentan varios. SWMM. Storm Water Management Model Versión 5, desarrollado por la US Environmental Protection Agency de Licencia Libre.

El SWMM es un modelo de simulación de precipitación y escorrentía usado para simular la cantidad y calidad del escurrimiento en zonas urbanas para eventos de precipitación. El modelo está compuesto de diferentes módulos ("Blocks") que permiten simular las diferentes etapas del escurrimiento, transporte, almacenamiento y tratamiento de las aguas lluvias. Para el modelo de la ciudad de Guayaquil se utilizaran los módulos RUNOFF y EXTRAN.

ARCMAP 9.3. Es un Gis, la misma que servirá de enlace para implementar los modelos.

StormCad, es un programa de modelación dinámica de drenaje pluvial con interfaz rápida a ArcMap.

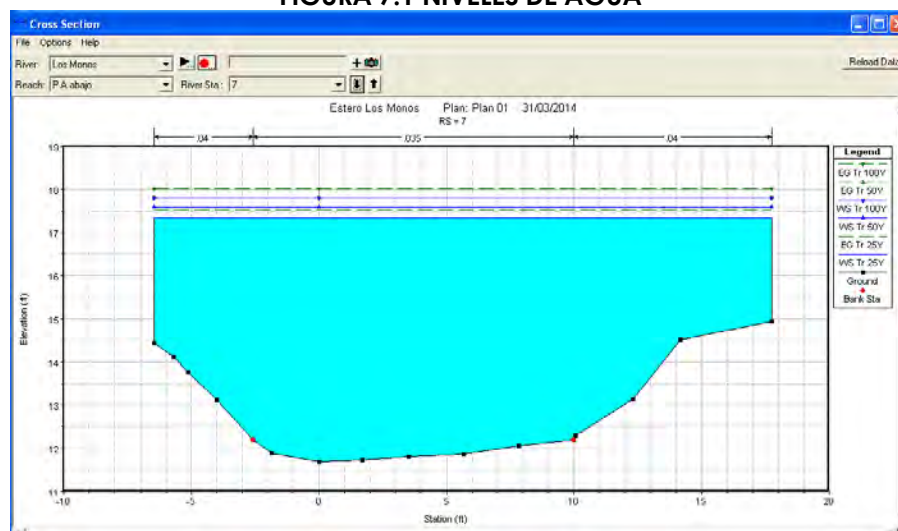
El modelo utilizado para este estudio es el Hec-Ras, debido a que permite ingresar caudales a diferentes periodos de retorno.

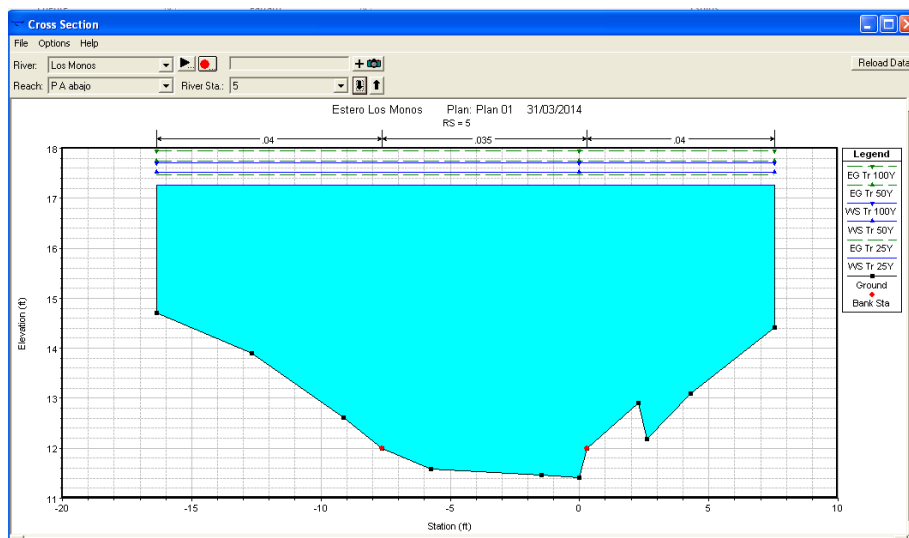
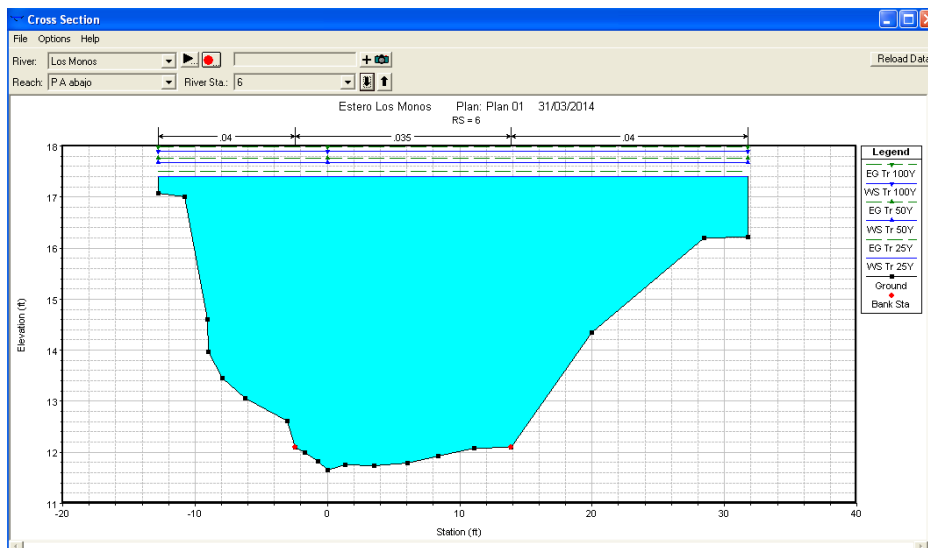
HEC-RAS, modelo de dominio público desarrollado del Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers), este programa permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre.

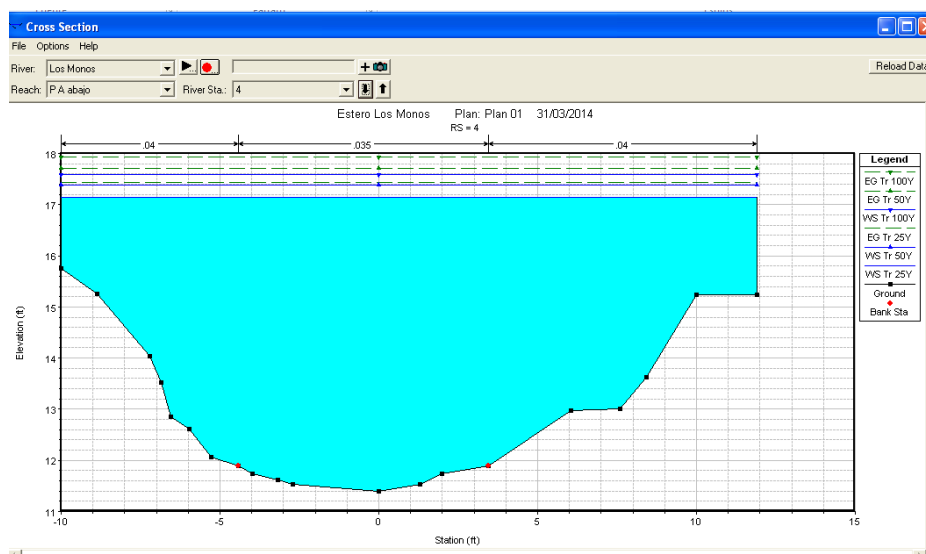
El software a trabajar en esta parte del estudio es el Hec-Ras, el cual ha sido alimentado con los datos calculados en los capítulos anteriores como caudales, secciones transversales, pendiente, áreas de aportación, y demás parámetros hidráulicos, Figura 7.1

Los resultados obtenidos se presentan en los cuadros correspondientes a los niveles de agua.

FIGURA 7.1 NIVELES DE AGUA







Fuente: Equipo Consultor

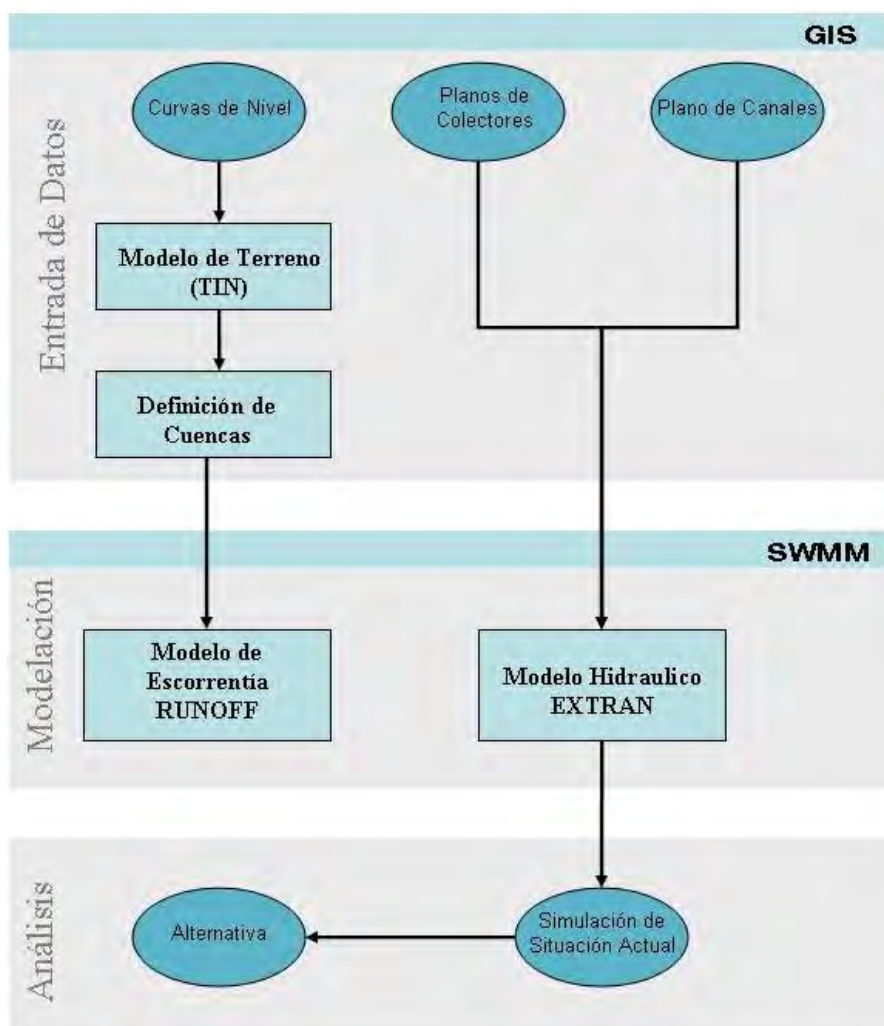
Como se puede apreciar en los gráficos donde se muestran los niveles máximos de inundación es de 17.10 msnm, mientras en la empacadora donde se encuentra un tendal de hormigón la cota es de 16.884 msnm, por lo que **se recomienda que el nivel de desplante de lo que serán las oficinas e industria Adelca del Litoral S.A. esté sobre los 17.65 msnm de manera que exista una diferencia de 60cm de desnivel con respecto a la cota de inundación calculada.**

CAPITULO 8. CALCULO DE CANALES INTERNOS

DESCRIPCIÓN DEL MODELO A UTILIZAR.

El programa utilizado para la simulación del sistema de drenaje es el Storm Water Management Model (SWMM) Versión 5, desarrollado por la US Environmental Protection Agency. El SWMM es un modelo de simulación de precipitación y escorrentía usado para simular la cantidad y calidad del escurrimiento en zonas urbanas para eventos simples de precipitación. El modelo está compuesto de diferentes módulos ("Blocks") que permiten simular las diferentes etapas del escurrimiento, transporte, almacenamiento y tratamiento de las aguas lluvias. Para el modelo de la ciudad de Guayaquil se utilizaron los módulos RUNOFF y EXTRAN. El proceso de desarrollo del modelo se presenta en la Figura 8.1.

FIGURA 8.1 PROCESO DE DESARROLLO DE MODELO SWMM



Fuente: PLAN MAESTRO DE DRENAJE PLUVIAL, 2004

El componente del escurrimiento, modelado en RUNOFF, opera sobre el conjunto de áreas de cada subcuenca sobre las cuales la lluvia cae y genera el escurrimiento. El tránsito del escurrimiento, modelado en EXTRAN, se realiza a través de tuberías, canales, dispositivos de almacenamiento y tratamiento, bombas y reguladores. El SWMM calcula la cantidad y calidad del escurrimiento generado para cada cuenca, la tasa de flujo, el perfil del flujo y la calidad del agua en cada tubería y canal durante el período de simulación compuesto de múltiples periodos de tiempo.

8.1 Características de la modelación hidrológica

El SWMM cuenta con varios procesos hidrológicos que producen el escurrimiento para zonas urbanas exclusivamente. Estos incluyen:

- Lluvia variable en el tiempo
- Evaporación desde superficies de agua
- Intercepción de la lluvia en depresiones
- Infiltración de la lluvia en las capas superiores de suelo.
- Tránsito no lineal de la onda cinemática de la escorrentía superficial.

La variabilidad espacial de todos estos procesos se logra mediante la división del área de estudio en pequeños colectores constituidos por áreas homogéneas, cada una conteniendo una fracción de área permeable e impermeable. El escurrimiento superficial puede ser transitado entre las subáreas, entre cuencas o entre puntos de un sistema de conducción de drenaje.

8.1.1 Características de la modelación hidráulica

El SWMM contiene un conjunto flexible de capacidades de modelación hidráulica usada para transitar el escurrimiento y entrada de flujos externos a una red de tuberías, canales, unidades de almacenamiento-tratamiento y estructura de reparto. Estos incluyen habilidad para:

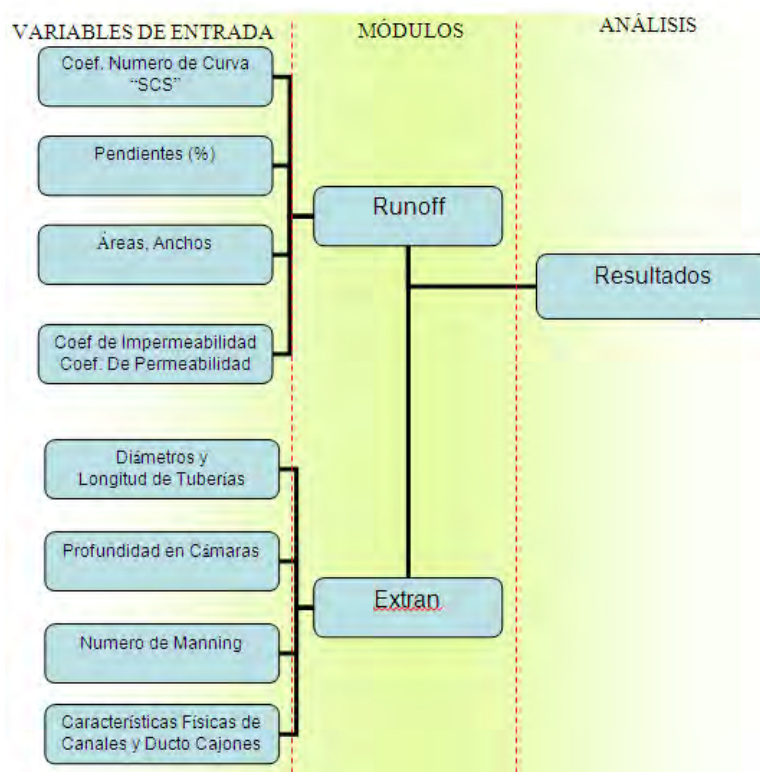
- Manejar redes de tamaño ilimitado.
- - El uso de una gran variedad de formas estándar para cerrar y abrir conductos, así como para canales naturales.
- Modelo de elementos especiales tales como unidades de almacenamiento/tratamiento, reparto de caudal, bombas, vertederos y orificios.
- Aplicación de flujos externos y entrada de la calidad del agua desde el escurrimiento superficial, interflujo con el agua subterránea, infiltración, flujos sanitarios y otros flujos definidos por el usuario.
- Alternativas para escoger entre flujo uniforme, onda cinemática u onda dinámica.
- Aplicación de controles dinámicos para estados de bombeo, apertura de orificios y niveles de vertedero vía reglas de control definidas por el usuario.

8.2 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 8. 2 se muestra cada uno de los componentes que se obtuvieron para el desarrollo del modelo de Drenaje. El método y la adaptación de los coeficientes para el montaje del modelo son iguales para las dos cuencas.

FIGURA 8.2 COMPONENTES DE DESARROLLO DEL MODELO



Fuente: PLAN MAESTRO DE DRENAJE PLUVIAL, 2004

8.2.1 Escorrentía.

Los datos de entrada a este módulo fueron recolectados de información existente en el DINAREC, antes llamado PRONAREC del Ministerio de Agricultura y Ganadería, el cual es un Instituto que brinda información acerca de los diferentes tipos de suelos incluidos en la Tabla 8.1. Otros fueron calculados a partir de tablas publicadas por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS).

TABLA 8.1 TIPOS DE SUELO (PRONAREC)

Formaciones litológicas y/o superficiales	Formas de Relieve	Suelos		
		Características	Taxonomía	Sigla
PIEDEMONTE: CONOS DE DEYECCION - ESPARCIMIENTO Y DEPOSITOS COLUVIO - ALUVIALES				
Depósitos aluviales de textura variable	Grandes conos de esparcimiento, con huellas de divagación localmente bien marcadas P. dom.: 12%	Suelos francos-limosos profundos; B.I.: 20-25 me/100 g.	HAPLUDOLLS Y FLUVENTIC EUTROPEPTS	Fid
VALLES Y LLANURAS ALUVIALES				
Depósitos aluviales de textura variable	Bancos y diques aluviales	Suelos francos a franco-arcillosos, profundos, con intercalaciones de arena fina	FLUVENTIC HAPLUDOLLS	Fid
	Basines, valles indiferentes, meandros y cauces abandonados	Suelos arcillosos profundos con problemas de hidromorfía, inundados parte o todo el año (a)	AQUEPTS	Fve + Fwe Fr
LLANURA FLUVIO - MARINA				
Depósitos fluvio-marinos, arenosos a limo-arenosos	Manglar	Suelos arcillo-limosos profundos con presencia de agua y sales	SULFAQUENTS	Im
	Salitral	Suelos arcillo-limosos profundos con presencia de sales	SALORTHIDS	Is
	Nivel alop plano	Suelos arcillosos profundos, con presencia de agua y sales	TROPAQUEPTS	Fve
	Nivel alto ligeramente ondulado	Suelos arcillosos profundos, con presencia de sales; pH 7; B.I.: 30 me/100 g.	VERTIC USTROPEPTS	Fvc
	Acumulaciones de lodo	Suelos limosos profundos con agua y sales	AQUEPTS	Fsf
RELIEVES COSTEROS Y CERROS TESTIGOS AISLADOS				
Complejo volcánico y volcánico - sedimentario de la cordillera costera, localmente intrusivos granodíoricos Afloramiento metamórfico aislados al Sur	Relieves moderados, localmente pequeños conos de deyección () P.dom.: 12%	Suelos rojizos arcillosos, medianamente profundos, localmente con piedras (en zonas coluvionadas). Saturación de bases: 50%; pH 6-7; B.I.: 15ME/100g	USTROPEPTS	Tb+ Vc
	Relieves fuertes. P.dom.: 40%	Suelos oscuros, francos, poco profundos; pH cercano a 7; B.I.: 30 me/100g	ENTICHAPLUSTOLLS	Mxc
		Suelos rojizos franco arcillosos, muy poco profundos. Saturación a bases 50%; pH 6-7; B.I.: 15me/100g	RHODIC USTORTHENTS	Exc
Calizas organógenas muy duras	Superficies inclinadas con P. dom. 12-40% Abruptos circundantes con P. dom 70%	Suelos arcillosos muy poco profundos; pH 7; B.I.: 40 me /100g, presencia de CO3 Ca.	USTORTHENTS PARALITHIC VERTIC USTROPEPTS	Exb Vxb
Depósitos superficiales coluvio-aluviales: bloques y guijarros en matriz arcillosa.	Transición entre cono de deyección - glacis de esparcimiento, ligeramente ondulado. P. dom.: 12-25%	Suelos rojizos arcillosos, pedregosos profundos. Saturación de bases 50%; pH 6-7; B.I.: 15me/100g	SHELETAL RHODIC USTROPEPTS	Tpb

Fuente: PRONAREC, 1995

8.2.2 Áreas de Aportación

El área de aportación de cada uno de los canales de aguas lluvias se generó en base a las cotas de terreno observando su drenabilidad al punto más bajo de éstas. El área de aportación se la dividió en dos una al este y otra al oeste las que corresponden a 24.33ha y 38.95has, para el efecto se realizó un ajuste en base del levantamiento con los DGPS ya que la implantación entregada por Adelca no se encontraba geo referenciada y escalada en unidades métricas. Ver Figura 8.3

Figura 8.3 Área de Aportación.



8.2.3 Número de Curva (CN)

Los tipos de suelos existentes en el sector de estudio corresponden a dos de los grupos hidrológicos clasificados por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS) como:

Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con alto contenido de arcilla. De esta columna obtendremos los datos para el modelo.

Una vez escogido el grupo de suelos, al uso de suelo se le asigna coeficientes CN, según la Tabla 8.2, para posteriormente realizar una interpolación entre las áreas de aportación y el uso de suelo.

TABLA 8.2 GRUPO HIDROLÓGICO PARA USO DE SUELO

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 (m2)	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.

Fuente: SWMM, SCS US.

8.2.4 Tiempo de Concentración

Según la norma del Ex IEOS, se considera un tiempo de concentración (Tc) de 10 a 15 minutos en suelos moderados a planos, por lo que escogimos un Tc de 10 minutos para asegurar nuestro diseño.

8.2.5 Número de Manning (n)

Para las áreas de aportación se utilizaron números de Manning correspondientes al flujo sobre diferentes superficies, como se observa en la Tabla 8.4. Y para el canal se estimó un número de Manning de 0.03 para canales de tierra.

TABLA 8.4 COEFICIENTE DE MANNING PARA SUPERFICIES

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

Fuente: Manual SWMM, 2009

8.2.6 Red de Drenaje.

Para el estudio se consideró realizar el diseño de dos canales sin revestir laterales que drenen hacia el estero los nomos en la gráfica se puede observar los canales denominados D1 y D2.

Estos canales son de forma trapezoidal los cuales se ha considerado un borde libre de 0.50m, el diseño hidráulico de los canales de descarga se realiza utilizando la fórmula de Manning, La longitud del canal D1 es 714.7m y la de D2 es de 1098.8m. Ver Tabla 8.5.

$$V = 1/n * RH^{2/3} * S^{1/2}$$

Dónde:

V = Velocidad en metros / segundo;

RH = Radio hidráulico en metros, igual a Área / Perímetro mojado;

S = Pendiente en m/m;

n = Coeficiente de rugosidad.

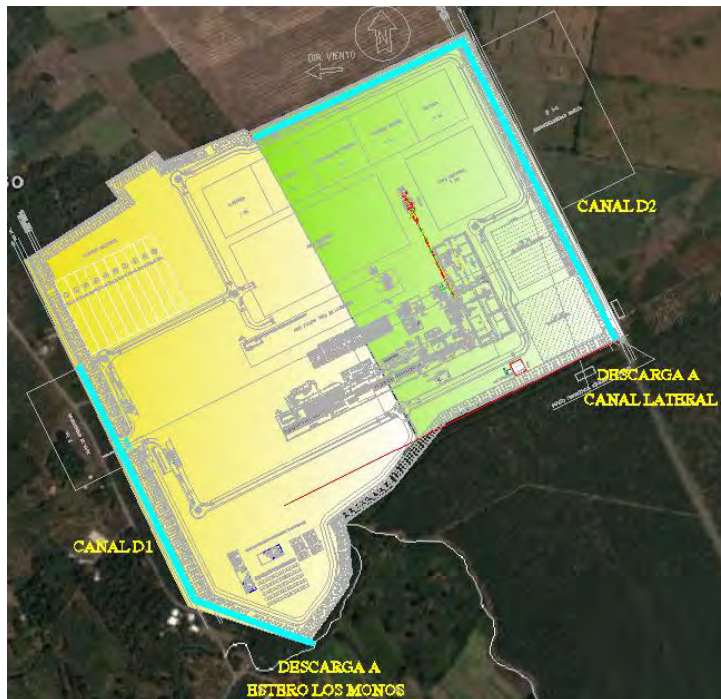


Tabla 15 Cálculo de Canales.

PROYECTO: NUEVA PLANTA ADELCA MILAGRO CANALES DE DESCARGA																			
Intensidad (I)=	CURVAS DE PLAN MAESTRO			Tr= 10 años	A= 199.10	B= 0.2562	181.80	-0.2645											
ABRIL DEL 2014	Rugosidad= 0.030						199.10	-0.2562											
Caudal (Q) =	2,78*I^A		Tc= 10.00 min.	I=A*(T^B)															
	AREA PARCIAL Ha.	Longitud	C	AREA EQUIV	t Concent min	INT	CAUDAL Q MAX l/s	H	Bi	y/x	S	V	Q	q/Q	COTA TERRENO	BL	DESNIVEL	COTA INVERT DE ENTRADA	COTA INVERT DE SALIDA
D1	38.951	714.73	0.60	23.37	10.00	110.4	7,171.10	1.80 m	1.00 m	1.0000	0.0030	1.61 m/s	8110 LPS	0.88	17.65	0.50	2.14	15.35	13.21
D2	27.337	1098.80	0.60	16.40	10.00	110.4	5,032.90	1.60 m	1.30 m	1.0000	0.0020	4.28 m/s	5943 LPS	0.85	17.65	0.50	2.20	15.55	13.35

El canal D1 descarga directo al Estero los monos, mientras que el canal D2 descarga a un canal que esta junto a la vía junto al predio. Los Planos se encuentran en el Anexo.

Figura 8.4 Resultados de cálculos de Canales.

