



**UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ**  
**UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN**  
**CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS DE GRADO**  
**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**  
**INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

**“ESTUDIOS PARA EL CONTROL EROSION QUE  
CIRCUNDAN EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE  
JIPIJAPA”.**

**AUTORA:**

**LOURDES ARACELY GARCÍA GARCÍA**

**DIRECTORA DE TESIS:**

**ING. ANGELITA ZAMBRANO**

***JIPIJAPA – MANABÍ – ECUADOR***

***2011***



# UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ

Creada el 7 de Febrero del año 2001, según Registro Oficial No. 261


## ACTA #/003 DE SUSTENTACION DE TESIS PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL, CARRERA DE INGENIERIA CIVIL, UNIDAD ACADEMICA DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION


En la ciudad de Jipijapa, Provincia de Manabí, a los veintidós días del mes de Junio del año dos mil once, siendo las 11h00, en la Sala de Proyecciones #4 Campus Universitario Los Ángeles, ubicado en el Km. 1, Vía Jipijapa- Noboa, se constituye el Tribunal de sustentación de la Carrera de Ingeniería Civil presidido por: Ing. Milton Cañarte Avila, e integrado por los siguientes miembros: **ING. BYRON BAQUE CAMPOZANO**, **ING. MANOLO CASTRO SOLIS**, para receptor la sustentación previa la obtención del Título de Ingeniero Civil, a la egresada: **GARCIA GARCIA LOURDES ARACELY**. Quien ha cumplido con todo el proceso académico de rigor, como requisito prescrito en la Ley de Educación Superior y los Estatutos de la Universidad, se ha matriculado y aprobado todos los semestres y ha elaborado su trabajo de investigación sobre el tema **"ESTUDIO PARA EL CONTROL DE EROSION EN LAS COLINAS QUE CIRCUNDAN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE JIPIJAPA"**, que ha sido aprobado.

Luego de la sustentación rendida ante este Tribunal, se recogió la evaluación que dio como resultado... **APROBADO (8.75/10)**.

Acto seguido, el presidente del Tribunal procedió a declararla apta para conferirle el título de Ingeniero Civil, todo en presencia del Secretario General- Procurador de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, que certifica.-

  
ING. MILTON CAÑARTE AVILA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

  
ING. BYRON BAQUE CAMPOZANO  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

  
ING. MANOLO CASTRO SOLIS  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

  
DR. ANTONIO GONZALEZ VASQUEZ  
SECRETARIO GENERAL PROCURADOR

## **TEMA:**

**“ESTUDIOS PARA EL CONTROL DE EROSION EN LAS COLINAS QUE  
CIRCUNDAN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE JIPIJAPA”.**

2011

## DEDICATORIA.

La presente tesis que me permite alcanzar el título de Ingeniera Civil, está dedicado con mucho amor y afecto a mi Madre a la Sra. Margarita García, a mis Tíos Jesús, Pedro García, a mis abuelos el Sr. Félix García y a la Sra. Cruz García, cuyo sacrificio y anhelo han hecho posible la culminación de esta última etapa de mis estudios. Ellos han sido forjadores de mi espíritu y personalidad, en su infinito bondad siempre encontré en ellos la inspiración que me indujo a la perseverancia, para de estas manera llegar a un nivel de desarrollo intelectual en mi provenir. A mas de sus sacrificios y privaciones por darme el más grande de los patrimonios para mi futura formación; ya que me brindaron las fuerzas necesarios para culminar con éxito lo establecido, lo que me conduce irrevocablemente hacia nuevas metas de superación.

También dedico esta tesis a mis Hermanos: Carlos Eduardo, Marlon Leonel, Daniel y Michelle, y a todos mis familiares y amigos.

Con afecto y amistad al Ing. Jorge Rodríguez que con sus conocimientos y experiencias supo guiarme para alcanzar mi anhelo.

*Lourdes Aracely García García*

## **AGRADECIMIENTO.**

La autora desea expresar mi sincero agradecimiento a la UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ “UNESUM” institución que nos acogió en sus aulas durante los años de estudios, permitiéndome culminar nuestra carrera.

Estoy también agradecida a las siguientes personas:

**Al Ing. Milton Cañarte**, Decano de la Carrera de Ingeniería Civil.

**A la Ing. Angelita Zambrano**, Directora de tesis, por su invaluable ayuda al dirigirme en mi tesis.

La gratitud es una de las virtudes más elevada del espíritu, que se la practica con el mayor placer, es por eso que dejo constancia del más profundo agradecimiento a Dios, por permitirme que se haya cumplido mis aspiraciones y deseo de poder alcanzar mi meta propuesto.

*Lourdes Aracely García García*

## CERTIFICA

Haber asesorado minuciosamente el proceso de desarrollo de la investigación, titulada: **“ESTUDIOS PARA EL CONTROL DE EROSION EN LAS COLINAS QUE CIRCUNDAN EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE JIPIJAPA”**, cuya autora Lourdes Aracely García García, Egresada de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Tesis elaborada de acuerdo a las normas técnicas de investigación y en base a las normativas vigentes de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, por lo que se autoriza su presentación ante las instancias Universitarias correspondientes.

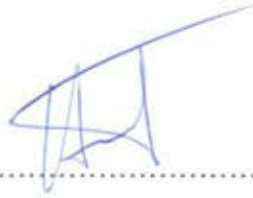
Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

  
Ing. Angelita Zambrano Choez  
Director de Tesis  
UNESUM

## TESIS DE INGENIERÍA CIVIL

Sometida a consideración del Tribunal Examinador de la Unidad Académica de Ciencias de la Construcción de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, como requisito parcial para obtener el Título de Ingeniero Civil.

### APROBADA POR EL TRIBUNAL EXAMINADOR



Ing. Milton Cañarte Ávila.



Ing. Manolo Castro Solís.



Ing. Byron Baque Campozano.

## AUTORÍA

Los conceptos, ideas y planteamientos que se exponen en el presente trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad de la autora. El patrimonio de la misma es de propiedad de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.



\_\_\_\_\_

Egda. Lourdes Aracely García García

## RESUMEN

El presente trabajo es resultado de la investigación realizada denominado “Estudio de erosión que circunda en la zona urbana de la ciudad de Jipijapa”. Para lo cual el objetivo planteado al inicio de la investigación fue realizar una evaluación general del efecto de la erosión de las colinas de Jipijapa y su impacto sobre la infraestructura sanitaria y a la vez se realizo las recomendaciones pertinentes que para poder mitigar sus efecto al punto de que no afecte tanto a los sistema sanitarios existentes; así como a su población.

Iniciaremos con la información general de la ciudad en cuanto a los principales aspectos hidrológicos, geológicos, geotécnicos.

Con la información recopilada, se procederá a la planificación de la investigación, así como de los trabajos de campo pertinentes que permitan establecer la metodología más adecuada para la determinar la vulnerabilidad de las laderas por los efectos erosivos provocados por lluvias intensas y por ende la desestabilización de laderas en la ciudad de Jipijapa.

Este proyecto fue realizado con un método denominado “método de clavo y arandelas”, recomendando que en un futuro se realicen trabajos comunitarios para el mejoramiento de las vías, mejoramiento de Taludes y drenaje para el encausamiento de las descargas de las aguas lluvias, así como el debido mantenimiento rutinario de los taludes y muros de protección del acueducto.

## **SUMMARY**

This study is part of the research entitled "Study of erosion in the urban area surrounding of Jipijapa city ". For which the objective raised at the beginning of the research was to conduct a general assessment of the hills erosion effect of Jipijapa and its impact on health infrastructure and at the same time it was carried out relevant recommendations to mitigate its effect to the extent that it does not affect both the existing health system, as well as its population.

We begin with an overview of the city as the main hydrological, geological, geotechnical aspects.

With the information collected will proceed to the research planning, as well as field pertinent work to establish the most appropriate methodology for assessing the vulnerability of hillsides by the erosive effects caused by heavy rains and thus the hillside destabilization of Jipijapa city.

This project was done with a method called "method of nail and washers", recommending that in a future the community can do work to improve roads, improve drainage Slopes and the prosecution of storm water discharges, as well as routine maintenance of embankments and protective walls of the aqueduct

# INDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>ii</b>
<b>CERTIFICACION DEL DIRECTOR DE TESIS</b>	<b>iii</b>
<b>CERTIFICACION DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN</b>	<b>iv</b>
<b>DECLARACIÓN SOBRE EL DERECHO DEL AUTOR</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN DE LA TESIS</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN DE LA TESIS EN IDIOMA INGLES</b>	<b>vii</b>
<b>1.- TEMA</b>	<b>1</b>
<b>2.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>3.- ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN</b>	<b>4</b>
3.1.-Antecedentes	4
3.2.-Justificación	5
<b>4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>6</b>
4.1 Problematización	6
4.2 Delimitación del Problema	6
4.3 Formulación del Problema	6
<b>5.- OBJETIVOS</b>	<b>7</b>
5.1 Objetivo General	7
5.2 Objetivo Específico	7

<b>6.- MARCO TEÓRICO</b>	<b>8</b>
6.1 La erosión del suelo	8
6.2 Medición de la erosión del suelo	11
6.3 Medición	12
6.4 Desarrollo del Método	14
6.5 Los movimientos en masa (deslizamientos y derrumbes)	17
6.6 Peligro de Deslizamiento	18
6.6.1 Resumen de las amenazas. Determinación del nivel sintético	19
6.7 Consideraciones Hidrológicas e Hidráulica de la Sub- cuenca del rio De Jipijapa a partir de la información disponible de la zona	26
6.7.1 Clima e hidrología	26
6.7.2 Características hidrológicas e hidráulicas que activan los deslizamientos en En general	28
6.8 Geología del área de la zona donde se asienta a la ciudad de jipijapa	29
6.8.1 Característica Geológica General	30
6.8.2 Geología Regional	31
6.8.3 Geológico	31
6.8.3.1 Formación Cayo	32
6.8.3.2 Formación Borbón	33
6.8.3.3 Principal Estructura	33
6.8.4 Geología Local	34
6.8.5 Estructura	35
6.8.5.1 Estructura Local	35
6.9 Geomorfología Regional	36
6.9.1 Geomorfología Local	37
6.9.2 Característica Geomorfológico de Jipijapa	38
6.9.3 Suelos	38
6.10 Sismicidad	39
6.10.1 Tectónica	39

6.10.2 Actividad Sísmica de la Región	40
6.11 Estudio Geológico	40
6.12 Evaluación cualitativa	44
6.13 Causas Geotécnicas en los deslizamientos y erosión de taludes	48
6.14 Características Geomecánicas y Morfológicas de laderas Fallada y estable	49
6.14.1 Laderas Falladas Recientes	49
6.14.2 Laderas Falladas Más Antigua	50
6.15 Taludes en aparentes Estado de Reptación	50
6.16 Factores Antrópicos que inciden en los deslizamientos	52
6.17 Recolección y Revisión de Información existentes	53
6.18 Sinopsis de métodos de fácil aplicación para medir y/o estimar erosión hídrica	54
6.18.1 Aplicación	58
<b>7.- HIPOTESIS</b>	<b>62</b>
7.1 Hipótesis General	62
7.2 Hipótesis Específico	62
<b>8.-DISEÑO METODOLOGICO</b>	<b>63</b>
8.1 Plan de Acción	65
8.2 Desarrollo y ejecución del plan de Acción	65
8.2.1 Reconocimiento de la zona de Estudio	65
8.2.2 Inventario de laderas	66
8.2.3 Inventario de estructura de hormigón armado con rejilla de hierro Estructural ubicado de manera generalizada en la zona urbana de la ciudad De Jipijapa	70
8.3 Definición de la Ubicación de la parcela de acuerdo a la Metodología aplicarse	
8.4 Construcción de las parcelas de acuerdo a la Metodología	71
8.5 Captura de información in situ (Parcela)	73
8.6 Medición de erosión del suelo	80
8.6.1 Método Aplicado	82

8.7 Proceso Metodológico de la Investigación	82
8.8 Tipos de Estudio	82
8.9 Técnicas e Instrumentos	83
8.10 Diseño Estadístico	83
8.11 Diseño Experimental	83
8.11.1 Aplicación de la metodología en campo y toma información experimenta	83
8.11.2 Métodos sencillos para medir la pérdida del suelo	83
8.11.3 Controlar	84
<b>9.-RECURSOS</b>	<b>86</b>
9.1 Materiales	86
9.2 Recursos Humanos	86
9.3 Recursos Institucionales	86
9.4 Presentación de resultados	86
<b>10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>99</b>
<b>11.-PRESUPUESTO</b>	
<b>12.-CRONOGRAMA</b>	
<b>13.- BIBLIOGRAFIA</b>	
<b>14.- ANEXOS</b>	

## **2.- INTRODUCCIÓN**

La presente Investigación tiene como finalidad medir la erosión del suelo y determinar la posible acción de este fenómeno, sobre las diversas infraestructuras de la ciudad y su posible impacto sobre la población así como las diversas tareas a determinarse que conlleve la prevención o mitigación de dichos impactos.

Las condiciones actuales de la ciudad y su entorno ayudarán a obtener la base necesaria para determinar la población e infraestructura posiblemente afectada por los efectos de erosión y sus consecuencias sobre la vulnerabilidad, de tal forma que el estudio a presentarse contenga medidas de remediación y prevención más adecuadas dentro del alcance del presente trabajo.

Iniciaremos con la información general de la ciudad en cuanto a los principales aspectos hidrológicos, geológicos, geotécnicos, etc. Así mismo, serán considerados los datos de la infraestructura existente en lo referente a saneamiento ambiental (AAPP. AALL. AASS.), vías, y demás infraestructura urbana, que tiene la Cabecera Cantonal; sin olvidar el aspecto ecológico, de particular importancia para preservar nuestro hábitat, así como plantear medidas de mitigación de impacto.

Los datos que han servido de base para éste estudio, han sido obtenidos de varias fuentes oficiales, tales como: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos -INEC-; Junta de

Recursos Hidráulicos - JRH-; Ilustre Municipalidad de Jipijapa; Instituto Geográfico Militar –IGM-

Es necesario destacar, la falta de preocupación de los diversos niveles del estado, encargados de velar por el bienestar de la comunidad y normar el desarrollo de la ciudad a fin de prever, acontecimientos que afecten el buen vivir y la seguridad de la comunidad tanto a lo que se refiere al aspecto de las vidas de los habitantes así como de los aspectos materiales.

Esta investigación, fue realizada, con el fin de presentarlo como tesis de grado, requisito indispensable previa a la obtención del Título de Ingeniera Civil y el Tema lo escogí al ver la Vulnerabilidad de diversos sectores de nuestra ciudad y que se evidencia en la afectaciones en sus estructuras como arriba indique de diversa índole.

Espero que el desarrollo de esta tesis, sirva para lograr concientizar a estos estamentos del Gobierno seccional, de nuestra ciudad a fin de que tome medidas conducentes a la preservación y la armonía y equilibrio entre el ser humano, la naturaleza y su entorno, evitando así ser impactados por eventos naturales que nos afecten

### **3.- ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

#### **3.1.- Antecedentes**

El área de proyecto está ubicada en la región tropical del país, en la Provincia de Manabí ocupando la zona sur de ésta provincia y abarcando la zona urbana de la ciudad de Jipijapa.

La ciudad de Jipijapa geográficamente se encuentra entre las coordenadas son: 1° 20' Latitud Sur y 80° 35' Longitud Oeste, altura 245 m S.N.M.

Los límites políticos del Cantón de Jipijapa en el cual se asienta la ciudad del mismo nombre son los siguientes:

Al Norte: Con los cantones: Montecristi, Portoviejo y Santa Ana.

Al Sur: Con el cantón Paján y la provincia del Guayas.

Al Este: Con el cantón 24 de Mayo y Paján.

Al Oeste con el cantón Puerto López y el Océano Pacífico.

La ciudad de jipijapa está ubicada en una zona en la que predomina:

- FORMACION GEOLOGICA TOSAGUA (OLIGOCENO SUPERIOR – MIOCENO INFERIOR)
- FORMACION GEOLOGICA CHARAPOTO
- FORMACION GEOLOGICA ANGOSTURA (MIOCENO)
- DEPOSITOS ALUVIALES CUATERNARIOS.

### **3.2.- Justificación**

Como podemos apreciar este proyecto está acompañado con una topografía muy particular sobre la cual se ha levantado la ciudad y que al sumársele otros factores, como el hidrológico hacen que los procesos erosivos incidan sobre las diversas estructuras de la ciudad, tales como las de saneamiento ambiental, viales y urbanística en general; impactando en diversos grados, determinándose la necesidad de tomar acciones encaminadas a prevenir los indicados impactos y prever acciones de mitigación.

El presente estudio lo realizo como requisito indispensable para la obtención del título de Ingeniero Civil que otorga la Carrera: Ciencia de la Construcción de la Universidad Estatal Del Sur de Manabí en la ciudad de Jipijapa constituyéndose por lo tanto en mi tesis de grado.

## **4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **4.1 Problematización**

Durante el desarrollo urbanístico de la ciudad el cual se da en un crecimiento desordenado de la misma, generalmente por un progreso de asentamiento espontáneos, sin control, por parte de los diversos estamentos que deberían regular estos procesos; constituyéndose estos procedimientos en acciones de tipo antrópico que impacta en el medio ambiente, alterándose la estabilidad del hábitat siendo necesario considerar estudios serios a fin de terminar acciones, tareas, obras que permitan retornar a esa condición de estabilidad original, que concienciar al hombre tener una relación muy íntima con su entorno y la naturaleza le sea amigable, evitando de esta manera catástrofes naturales que impacten con alto costo de vidas humanas y/o costo materiales.

### **4.2 Delimitación del Problema**

Contenido : Estudios para el control de erosión en las colinas que circundan la zona urbana de la ciudad de Jipijapa.

Clasificación : Geotecnia

Espacio : Zona Urbana de la Ciudad de Jipijapa

Tiempo : Periodo Invierno 2010 - 2011

### **4.3 Formulación del Problema**

¿Porque se inician procesos erosivos serios en las diversas laderas de la ciudad, que activan afectaciones a sus habitantes y a la infraestructura de la Urbe?

## **5.- OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General**

- ❖ Realizar los estudios para el control de erosión en las colinas que circundan la zona urbana de la ciudad de Jipijapa.

### **5.2 Objetivo Específico**

- ✓ Investigar la geología, geomorfología y tectónica de la ciudad de Jipijapa y sus colinas.
- ✓ Determinar la información hidrológica necesaria para la aplicación de la metodología para la medición de la erosión de suelo.
- ✓ Obtener parámetros relativos a la precipitación y el escurrimiento que sirven como insumo para el análisis de riesgo a la erosión, deslizamientos de suelo, protección de cauces.
- ✓ Realizar una revisión de las laderas y de ser posible unos inventarios de las mismas en la ciudad de Jipijapa.
- ✓ Correlacionar la información existente y generar aquella que sea necesaria para establecer la pérdida de suelo estimada en metros cúbicos.
- ✓ Establecer el riesgo por erosión de las laderas pobladas ante la presencia de lluvias intensas y continuas y las posibles medidas de control de mitigación de su efecto.

## **6.- MARCO TEÓRICO**

### **6.1.-La erosión del suelo**

El suelo es la capa superficial de la superficie terrestre constituida por materiales orgánicos e inorgánicos. Los suelos residuales, es decir, aquellos que se desarrollan sobre plena roca madre, poseen un corte que muestra de arriba hacia abajo cuatro horizontes esenciales:

- a) hojarasca,
- b) capa mineral con humus,
- c) capa mineral sin humus y
- d) roca madre en proceso de meteorización.

Los edafólogos (especialistas en el estudio de los suelos) afirman que un suelo es profundo cuando supera los 100 centímetros. El término suelo, según la edafología, se aplica entonces a la capa superficial donde se sustentan las plantas, puesto que las raíces de los árboles tienden a extenderse más lateralmente que en profundidad.

Una de las particularidades de los suelos es que están conformados por materiales no consolidados, bien sea arcillas, limos, arenas, gravas, etc. Y es precisamente esta característica la que los hace susceptibles a la erosión, especialmente a la erosión hídrica.

En la naturaleza se tienen dos modelos de erosión, a saber:

**1.-Modelo de erosión geológica:** Ocurre en vertientes en estado de equilibrio ambiental, donde debe haber una capa de vegetación efectiva, como es el caso del bosque. Las gotas de lluvia se estrellarán primero contra las ramas de los árboles, antes de alcanzar la superficie; de esa manera podrán disminuir la velocidad y la fuerza del impacto. Sin

embargo, a los pocos instantes de comenzar a llover, el goteo sobre el piso del bosque será inevitable, pero ya el impacto de las gotas no tendrá la misma fuerza, de no ser por la previa amortiguación ejercida por las ramas y troncos de las plantas. El impacto de dichas gotas se hará casi nulo, a causa de la existencia de una especie de alfombra representada por el mantillo de hojarasca. Aunado a esto, el poder de arrastre o socavación de las aguas de arroyada se reduce notablemente a causa de los innumerables obstáculos representados por las raíces, los tallos de los árboles y el mismo mantillo de hojarasca. Bajo estas condiciones, la pérdida de suelo se hace mínima, aunque muchas sustancias minerales serán evacuadas en solución hacia los cauces ubicados al pie de las vertientes. Es de recalcar que en los suelos ricos en arcilla la escorrentía es mayor que la infiltración y, por lo tanto, se estima que el desgaste o la pérdida de materiales es superior que en aquellos suelos de texturas arenosas, sobre los cuales la infiltración supera a la escorrentía. De la misma manera, el grado de inclinación de las vertientes influye en la mayor o menor velocidad del agua de arroyada; por lo tanto, el desgaste de los suelos será superior en los lugares más empinados.

2.-Supóngase que el hombre interviene una zona boscosa, ya sea porque necesita madera o porque desea explotar los minerales existentes. En caso de que el suelo quede enteramente desnudo y expuesto ante los agentes erosivos, uno de los primeros procesos encargados de remover los materiales es la salpicadura; es decir, el efecto de remoción del suelo ante el impacto de las gotas de lluvia sobre un suelo empapado. En vertientes inclinadas, la mayor parte de los materiales arrojados alrededor del pequeño cráter formado por una gota de agua, se dirigirán ladera abajo. En consecuencia, el impacto de millares de gotas de lluvia se encargará de remover toneladas de suelo. Los ambientes así afectados tenderán a

desarrollar surcos; dichos surcos al pasar el tiempo se convertirán en cárcavas. Estas condiciones favorecen también la formación de pirámides de tierra (para los geomorfólogos franceses: "señoritas ensombreadas"), las que consisten de una elevación más o menos cónica, constituida por materiales sueltos y en cuya cúspide debe haber un bloque, el cual hace las veces de un escudo protector ante el impacto de las gotas de lluvia. Estas formas pueden medir desde unos pocos centímetros hasta varios metros de altura. La erosión acelerada no sólo es producida por el hombre, también puede ser generada a partir de eventos naturales catastróficos, como, por ejemplo, durante poderosas tormentas y huracanes.

Las cárcavas son canales o zanjas producidas por la erosión hídrica. En la terminología universal, las áreas con cárcavas reciben el nombre de "badlands". Una de las condiciones para que se formen las cárcavas o barrancos es que los materiales deben ser blandos o no consolidados. Los climas más propicios para la formación de barrancos son los áridos o semiáridos. Las cárcavas evolucionan creciendo longitudinal, vertical y lateralmente. En planta, poseen una forma digitada, es decir, que poseen entrantes en forma de dedos, los cuales le ganarán espacio al terreno durante las épocas de lluvias fuertes. Es en esas circunstancias cuando se habla del retroceso de las cárcavas. Dicho retroceso es el responsable muchas veces de arruinar terrenos agrícolas, carreteras y el de hacer colapsar viviendas y otras infraestructuras. El crecimiento de las cárcavas se puede combatir mediante la puesta en práctica de medidas no necesariamente tan costosas, tales como la concientización de las comunidades, el corte escalonado de taludes y su reforestación. Las medidas más caras incluyen la construcción de muros, alcantarillas y canales disipadores de energía.

## 6.2.-MEDICIÓN DE LA EROSIÓN DEL SUELO

Existen muchos métodos para medir la erosión del suelo, parte de ellos sofisticados y asociados particularmente a los cálculos matemáticos; sin embargo, hay métodos sencillos como es el caso de las chapas. Este método sólo es aplicable en zonas de escasa vegetación, como en áreas de suelos desnudos empleados en actividades agrícolas. La idea es colocar tapas de refresco al revés, enterrándolas a ras del terreno. Se deben colocar siguiendo una cuadrícula con distancias no muy amplias como para obtener valores más exactos, por ejemplo, cada 5 metros. Después de ocurrido un aguacero se acudirá a la zona y se medirá la altura del pedestal formado por debajo de cada chapa (ocurre lo mismo que en las pirámides de tierra). Se determina el promedio de la altura de los pedestales y, por último, se multiplica por el área de la zona en estudio. El resultado será la pérdida de suelo estimada en metros cúbicos. Si se conoce el peso promedio del suelo, el resultado podrá expresarse también en kilogramos o en toneladas. Veamos un ejemplo:

Sea una zona de una hectárea, es decir de 10.000 metros cuadrados, donde obtuvimos un espesor promedio de 3 centímetros, es decir de 0,03 m. Aplicando la fórmula:

$$\text{Pérdida de suelo} = \text{Área} \times \text{Espesor}$$

$$\text{P.S.} = 10.000 \text{ m}^2 \times 0,03 \text{ m} = 300 \text{ m}^3$$

Cuando se trate de una zona muy lluviosa los pedestales bajo las chapas se vendrán abajo, y entonces será necesario emplear estacas graduadas.

En áreas cubiertas de vegetación se pueden utilizar bandejas o recipientes colocándolas al pie de las vertientes en estudio, justo donde desemboquen las aguas de arroyada. Al cesar el flujo, se procede a determinar la cantidad de materiales atrapados en dichos recipientes.

### 6.3.-MEDICIÓN

Hasta la fecha, todos los estudios que han sido realizados para conocer la cantidad de material erosionado dentro de una cuenca fluvial, se han fundamentado en métodos analíticos, cuyos resultados son imposibles de contrastar debido a la no existencia en nuestro país de estaciones turbio-métricas.

Debido pues, a la falta de datos reales del material erosionado, creemos es muy arriesgado utilizar un método analítico, cualquiera que sea, dando por buenos unos resultados no comprobables.

La gran mayoría, por no decir la totalidad, de los trabajos efectuados con el fin de evaluar la cantidad de material erosionado en una cuenca durante un periodo de tiempo determinado, se han basado en los estudios efectuados por Fournier, con algunas excepciones

El empleo del método Fournier no se debe a que los resultados sean los que más se ajustan a la realidad que, ya hemos dicho, son improbables por falta de datos experimentales, sino por ser un método de aplicación sencilla y fundamentado en la cantidad de precipitación que tiene lugar en la cuenca, variable que, a priori, parece fundamental y directamente relacionada con la cantidad de material erosionado.

La expresión que propone Fournier para el cálculo de la erosión, es del tipo:

$$\text{Log Me} = 2,65 \log (p2/P) + 0,461 \log (H2IS) - 1,56$$

En donde:

Me es el material erosionado en Tm/Km<sup>2</sup>/año;

$p^2/P$  es el parámetro pluviométrico,

y  $H^2/S$  el parámetro orográfico.

Esta fórmula, es sin duda muy útil para evaluar la erosión a escala mundial, pero, si lo que deseamos conocer es la erosión a escala local, en una pequeña cuenca de drenaje, no nos será válida al no tener en cuenta otra serie de factores de importancia decisiva en los procesos de erosión a una escala mucho menor.

Al comparar dos pequeñas cuencas vecinas, con superficie y altura semejantes, que tengan distinta litología o que, simplemente por distinta orientación, una tenga una cubierta vegetal extensa y en la otra prácticamente no exista, podremos decir, sin miedo a equivocarnos, que la entidad de la erosión en una y otra, será muy distinta. No obstante, si aplicamos la fórmula de Fournier, es posible que obtengamos una erosión similar si para el cálculo del parámetro pluviométrico sólo contamos con una estación que sea común para ambas cuencas. Evidentemente, para una escala local, debemos desechar la fórmula de Fournier.

Pero ¿de qué depende la entidad de la erosión? A nuestro entender, además de los factores climáticos y orográficos que ya se contemplan en la expresión de Fournier, dependerá también de la litología, cubierta vegetal, pendiente, etc. Al no poder controlar todos estos parámetros, debemos buscar una característica determinada de la cuenca que sea, dentro de lo posible, fácil de evaluar y síntesis del mayor número posible de factores que, de una manera u otra, intervengan en los procesos de erosión.

#### **6.4.-DESARROLLO DEL MÉTODO**

Se ha llegado a la conclusión, luego de descartar varias hipótesis, de que el parámetro que mejor se ajusta a las características que precisamos para una mejor evaluación del material erosionado, es el de la *densidadde drenaje*, ya que a la vez que es un fiel reflejo del clima de la zona, está influido por la litología y la cubierta vegetal, al igual que nos da una idea de la cantidad de cursos de agua existentes, que es en donde los fenómenos erosivos se desarrollan mayoritariamente, por unidad de superficie.

Existen muchas expresiones matemáticas que evalúan la cantidad de material erosionado en función directamente relacionado, como pueden ser la pendiente media de los cursos o la anomalía jerárquica de la propia red de drenaje. No obstante, al no contar con datos experimentales de la cantidad de material erosionado, nos encontramos con el problema de no poder conocer cuál de las expresiones que podemos utilizar se ajusta mejor a las características de la cuenca en la que se quiere evaluar dicho proceso erosivo.

Con el fin de salvar esta dificultad, efectuaremos el cálculo para determinar la cuantía del material erosionado, mediante 6 ecuaciones distintas para, finalmente, calcular el valor medio de los seis resultados obtenidos, siendo este valor el que consideramos como el total final de material erosionado.

Este valor medio calculado, no obstante, lo es para todo el conjunto de la cuenca y, a buen seguro, existirán zonas de la misma en que los procesos erosivos serán mucho más intensos que en otras, por lo que, si la cuenca es de cierta extensión, sería interesante conocer en qué lugar la erosión incide más y en qué zona apenas afecta.

Para ello, dividiremos la cuenca a estudiar en sub-cuencas, de tal forma que cada afluente del curso principal que alcance como mínimo el orden 2 de la clasificación de Strahler, forme una unidad en la que podamos evaluar la intensidad del proceso erosivo. De esta forma, llegaremos al conocimiento de la erosión por sub-cuencas, a excepción de los cursos de orden 1 que drenen directamente en el curso principal, quedándonos así una zona a todo lo largo de dicho curso en la que consideraremos que no existe erosión, sino que sólo habrá transporte o sedimentación del material previamente erosionado.

Una vez sea conocida analíticamente la entidad de la erosión en cada una de las sub-cuencas en que habremos dividido la zona objeto de estudio, nos encontraremos, no obstante, con el mismo problema que evidenciábamos anteriormente: desconoceremos en qué medida se acercan a la realidad los resultados obtenidos, al carecer de datos experimentales con los que confrontarlos y, en consecuencia, no podremos indicar con certeza el valor absoluto de la erosión.

Ahora bien, si todos los valores medios hallados para cada una de las sub-cuencas, los dividimos por el menor de ellos, obtendremos una serie de valores relativos que nos indicarán el valor de la erosión de cada una de las sub-cuencas con relación a una en particular a la que, por definición, le daremos el valor unidad en cuanto al proceso erosivo se refiere.

Este sistema goza de una doble ventaja ya que, por un lado, no precisa de la comparación con datos reales, de los cuales se carece, puesto que se trata de valores relativos de erosión y, por otro, si dispusiéramos del instrumental necesario para el cálculo experimental de la erosión, sólo sería necesario efectuarlo en la sub-cuenca elegida como unidad. Finalmente,

con el método propuesto, sin necesidad de conocer el valor absoluto de la entidad de la erosión, conoceremos las zonas de la cuenca objeto de estudio en las que este fenómeno será más acusado, con todas las ventajas que este conocimiento implica.

Igualmente, al calcular la erosión referida a una sub-cuenca que tomamos como unidad, queda obviado el problema que se origina al utilizar la densidad de drenaje ya que, al tener que calcularse ésta sobre el mapa topográfico, su valor varía según sea la escala del mapa utilizado, así como también puede variar el orden de los cursos. En el cálculo de la erosión relativa, no importa la escala del mapa utilizado, siempre y cuando la globalidad de la zona estudiada sea tratada a la misma escala.

## **6.5.-LOS MOVIMIENTOS EN MASA (DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES)**

Lo ocurrido:

El mapa N°9 presenta el número de deslizamientos registrados en las provincias desde 1988 (DesInventar).

La provincia de Manabí parecería ser la que ha sufrido la mayor cantidad de deslizamientos (más de 40 eventos). Le siguen Pichincha (25 desmoronamientos) y, en tercer lugar, Guayas y de Esmeraldas y varias provincias del centro y sur de la Sierra. En cambio, en la parte amazónica (bastante plana) y en el norte de la Sierra se registraron pocos deslizamientos.

Varios criterios influyen en los movimientos en masa, entre ellos el grado de pendiente, la extensión de las vertientes, las formaciones geológicas subyacentes, las precipitaciones (cantidad y repartición anual), la presencia de fallas, la ocurrencia de sismos, y también el uso antrópico de los suelos.

Al igual que las inundaciones, el exceso excepcional de precipitaciones durante los meses del fenómeno de “El Niño” produce un sinnúmero de deslizamientos aislados en toda la Costa. Es importante destacar que no son siempre los mismos sectores los afectados ya que cada episodio de “El Niño” tiene características peculiares. La provincia de Esmeraldas fue, por ejemplo, mucho más afectada por los derrumbes en 1997-98 que en 1982-83.

Cabe notar también que algunos movimientos en masa de gran magnitud no son asociados a “El Niño”. El gigantesco derrumbe del Cerro Tاهual (La Josefina)<sup>12</sup> ocurrido el 29 de marzo del 1993 provocó el represamiento del río Paute amenazando la represa de Amaluza río abajo (instalación que produce alrededor del 60% de la energía eléctrica del país). Este evento causó la muerte de 50 personas y los daños directos fueron estimados en US\$ 147

millones (Cadieret al. 1996). De igual manera, el sismo de 1987 contribuyó a la desestabilización de 12 No se lo ha representado en el mapa.

## **6.6.-PELIGRO DE DESLIZAMIENTO**

El nivel de amenaza por deslizamiento fue también calificado en una escala de 0 a 3 o cuatro categorías según la cartografía de deslizamientos y derrumbes potenciales (véase el Mapa N°10 “Zonas de deslizamientos y derrumbes potenciales en el Ecuador”, elaborado a partir de la información recopilada por el INFOPLAN y tomando en cuenta las pendientes mayores).

Los cuatro tipos corresponden a:

1. Cantones con mayor peligro (grado 3). Son aquellos ubicados en zonas de alto potencial de deslizamientos y zonas de mayor pendiente.
2. Cantones con peligro relativamente alto (grado 2). Son aquellos que tienen más del 30% (aproximadamente) de su superficie expuesta a deslizamientos potenciales.
3. Cantones con peligro relativamente alto (grado 1), o aquellos que tienen menos del 30% (aproximadamente) de su superficie expuesta a deslizamientos potenciales.
4. Cantones con bajo peligro de deslizamientos o derrumbes (grado 0), o aquellos que aparentemente no están expuestos.

<b>Deslizamientos</b>	<b>Valor</b>
Potencial con mayores pendientes	3
Potencial bien representado	2
Potencial poco representado	1

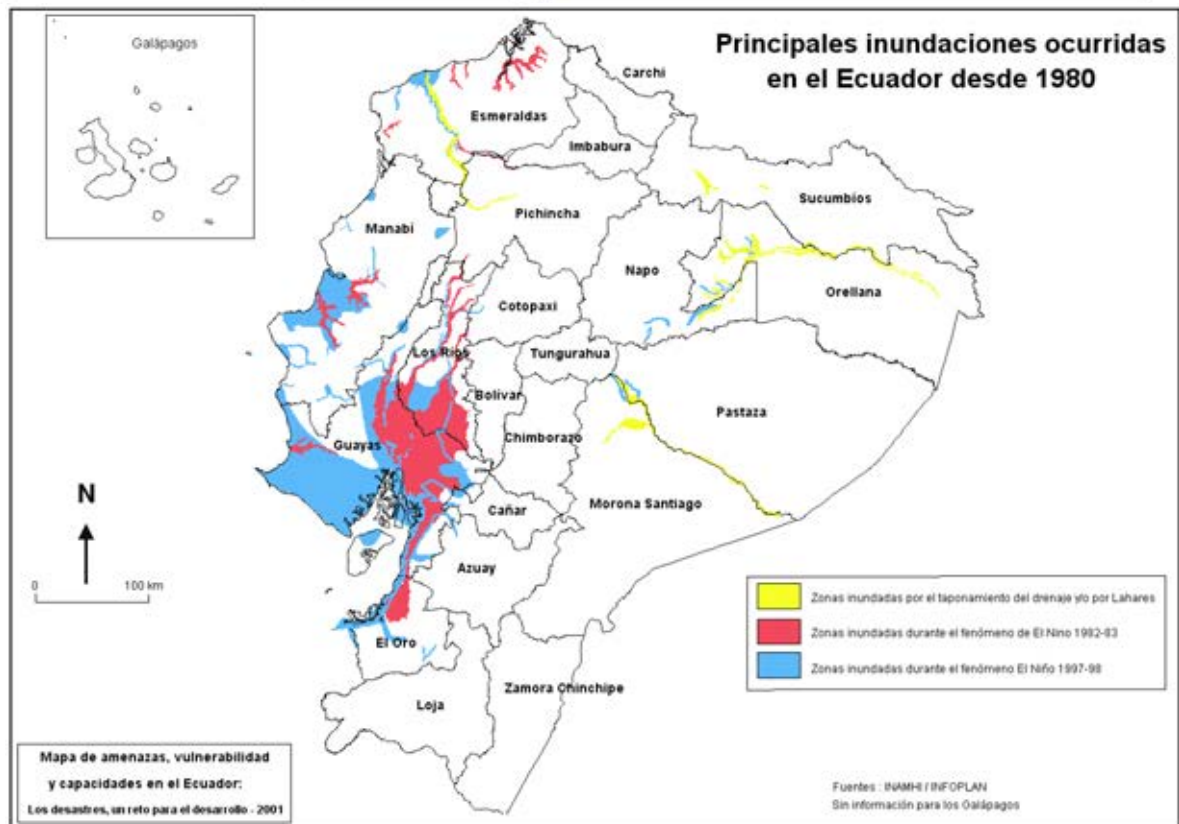
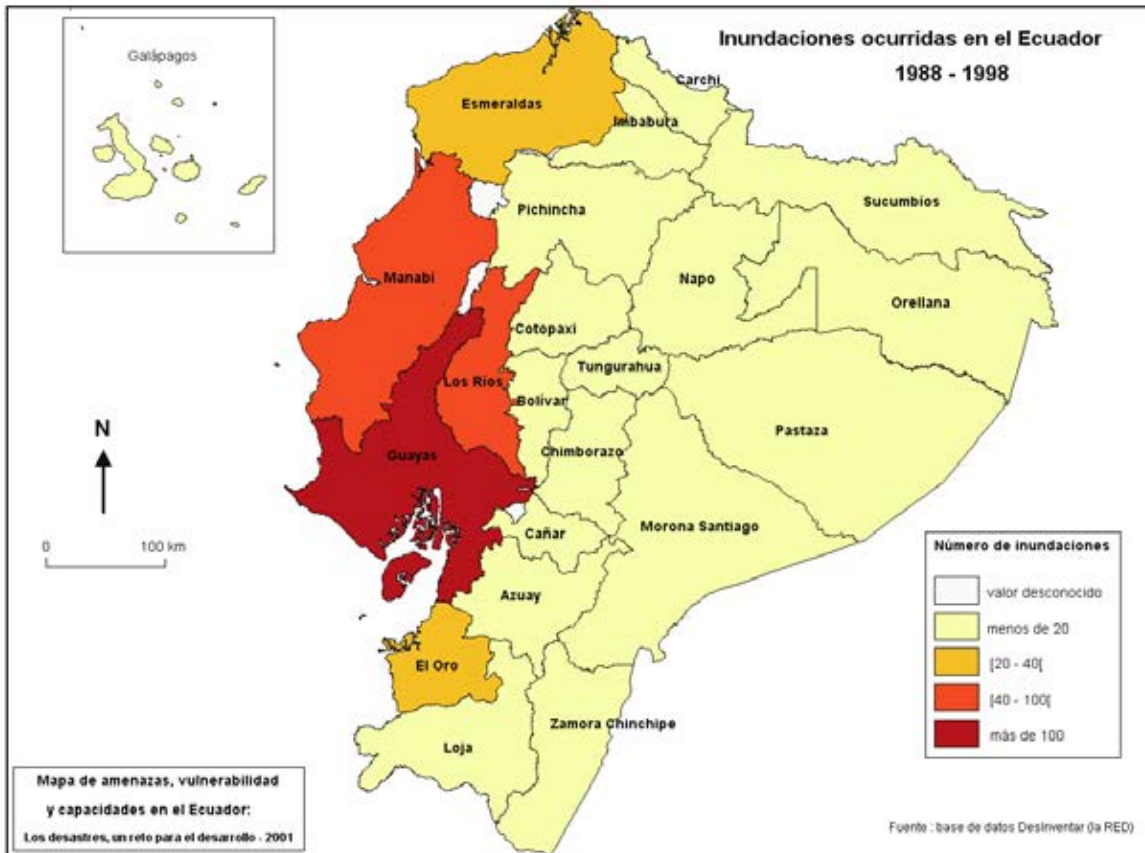
El resto	0
Máximo	3
Mínimo	0

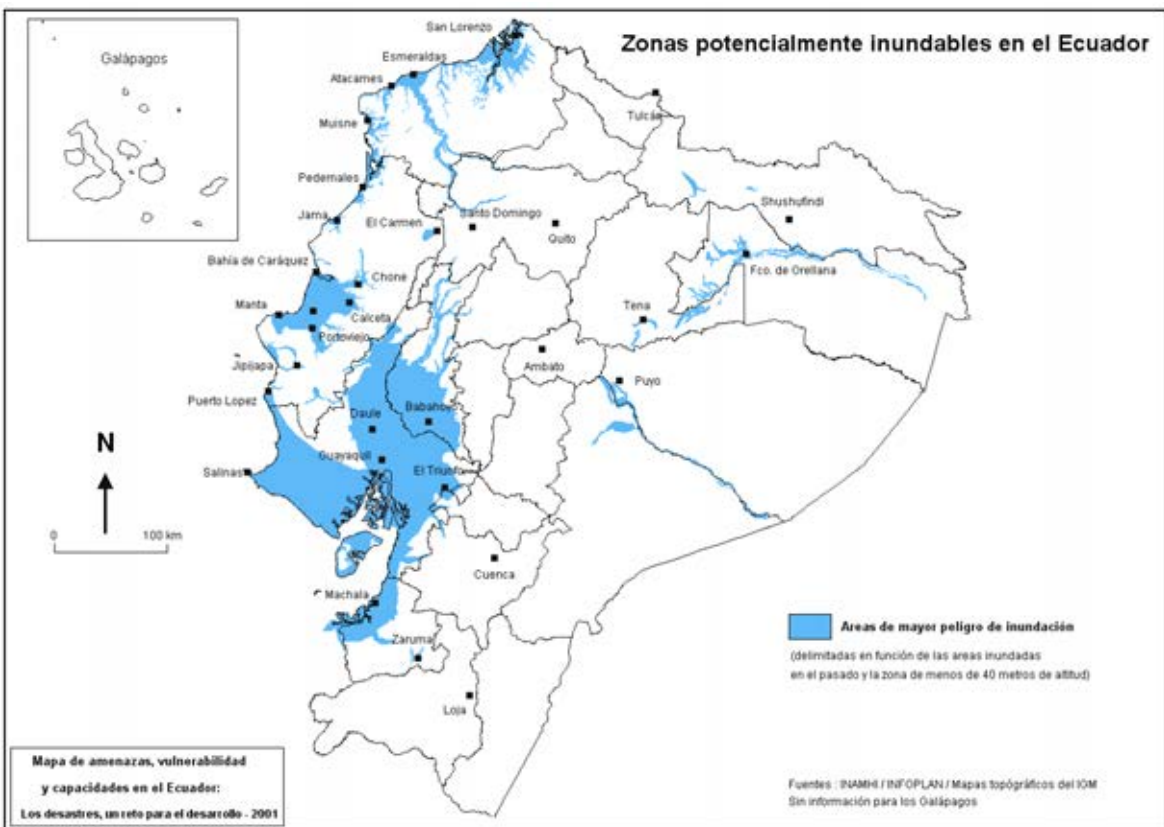
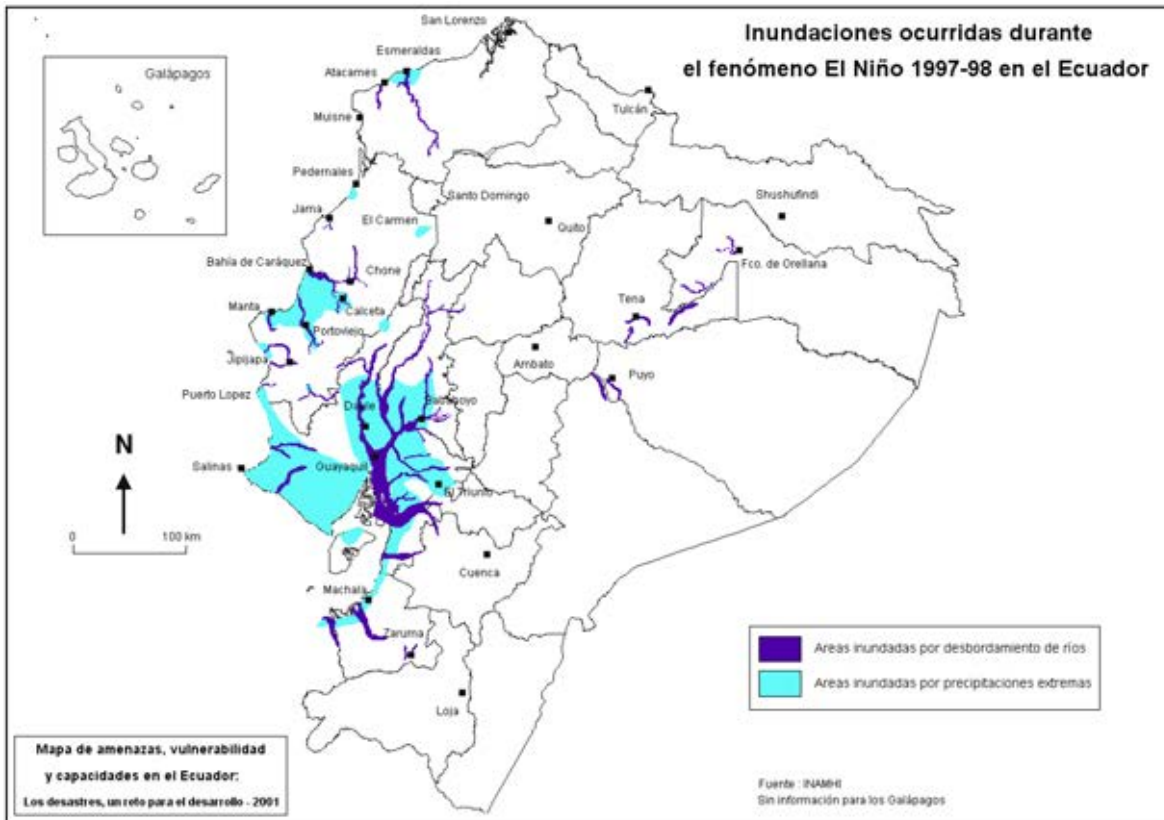
El Mapa E “Nivel de amenaza por deslizamiento por cantón en el Ecuador” representa la clasificación anterior. La Sierra está expuesta a los mayores peligros. Los cantones de Manabí y Esmeraldas también tienen un peligro relativamente alto.

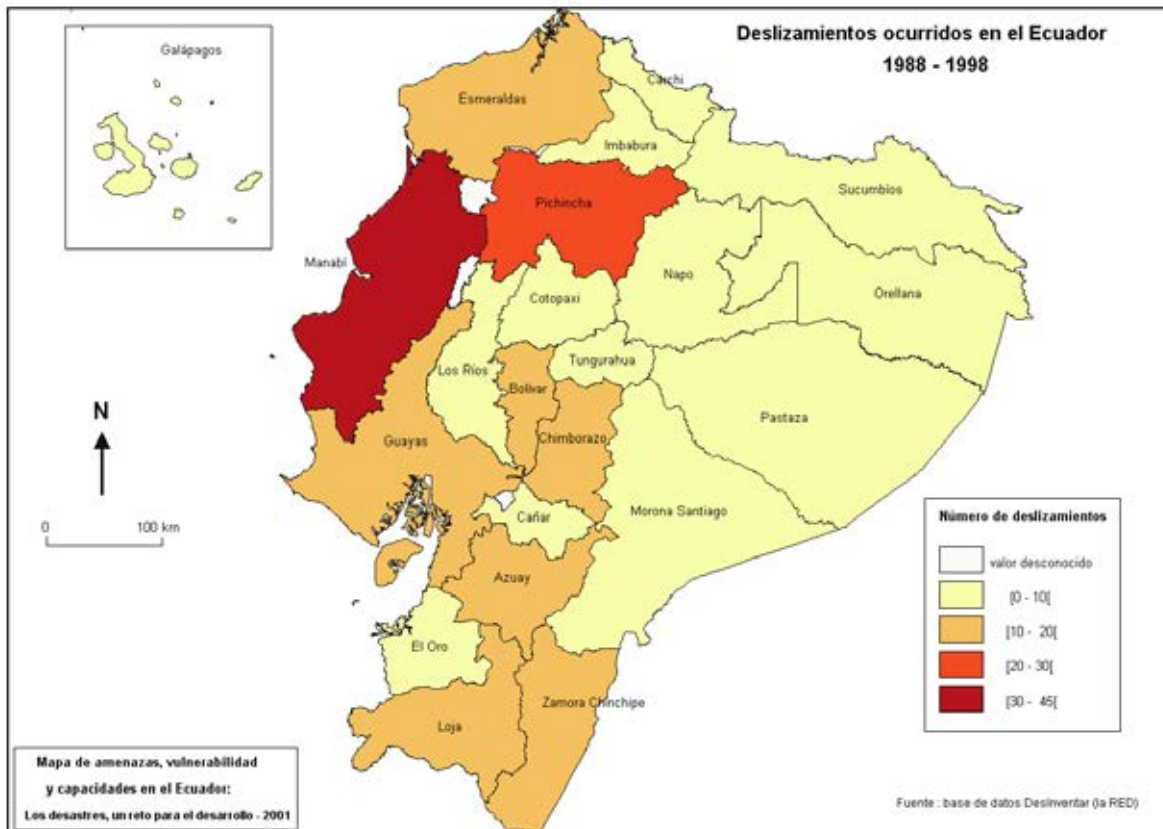
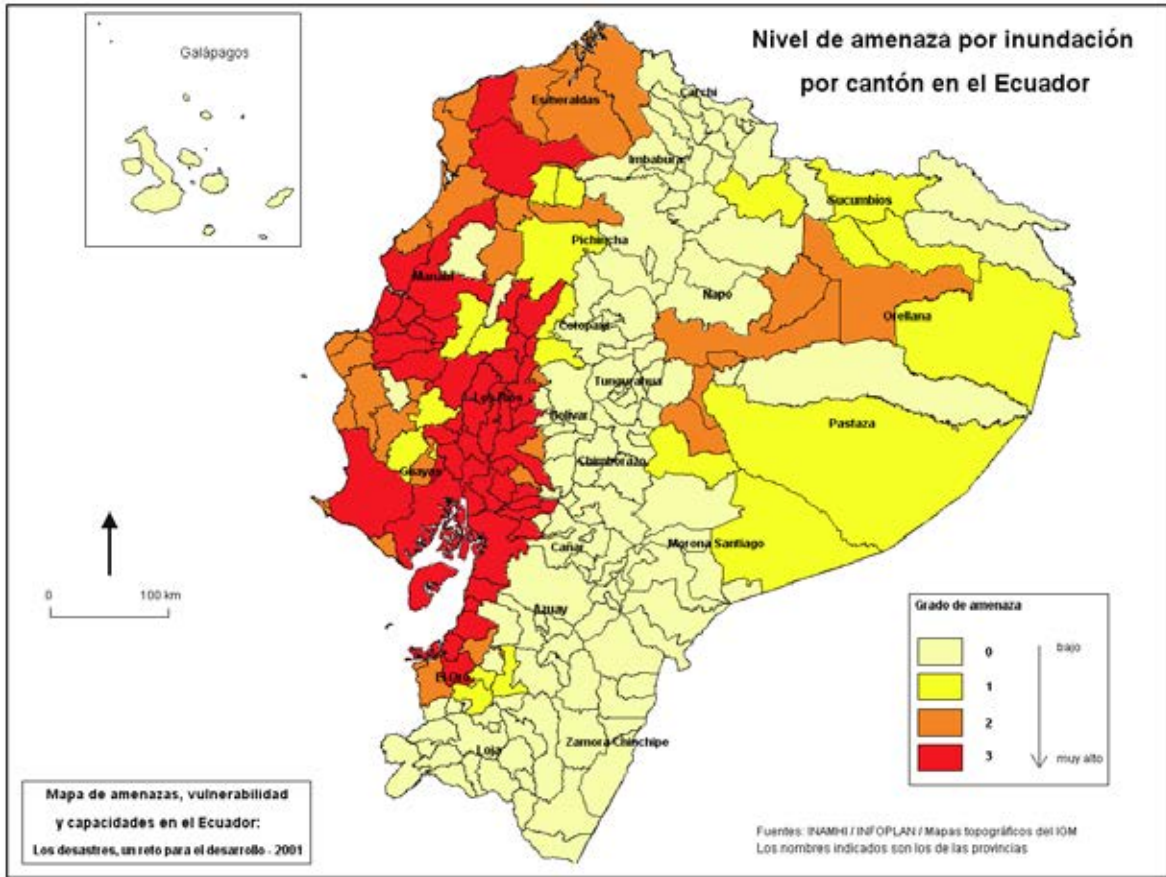
### 6.6.1.-Resumen de las amenazas: determinación del nivel sintético

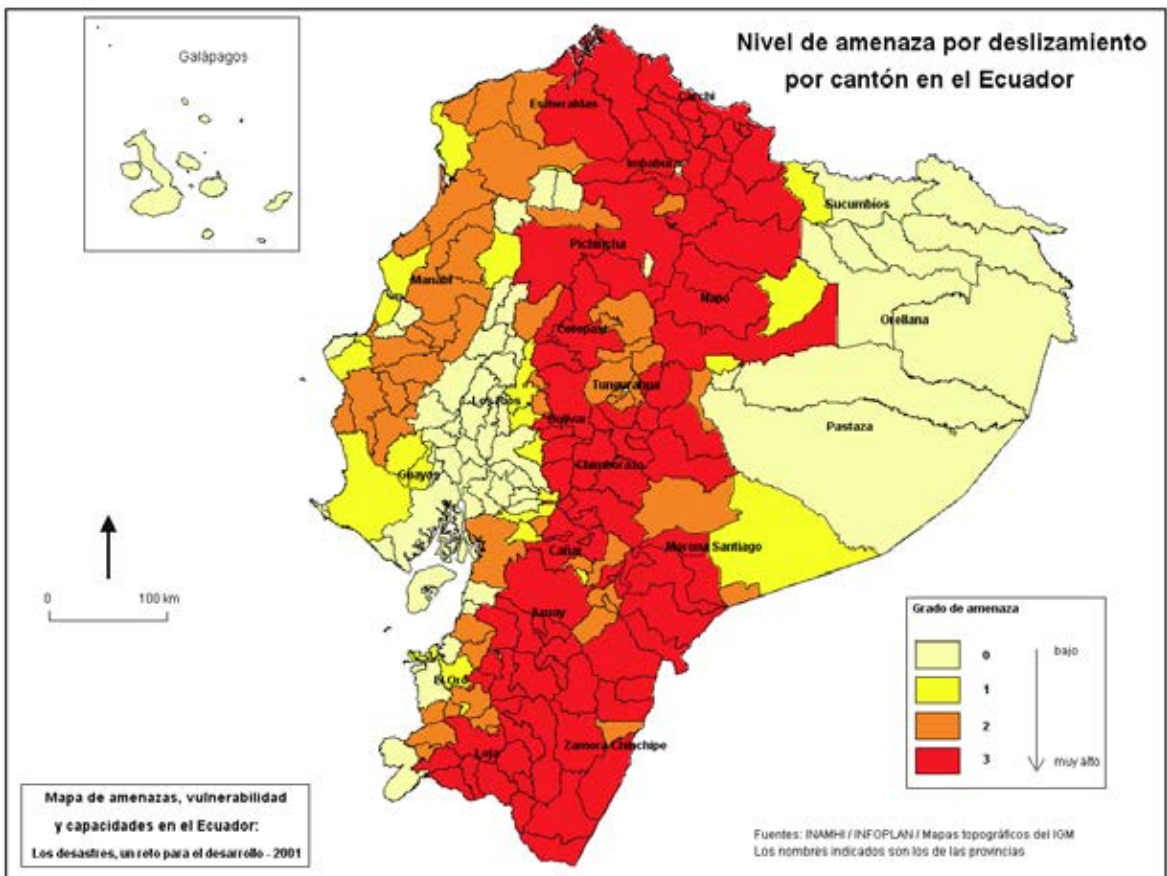
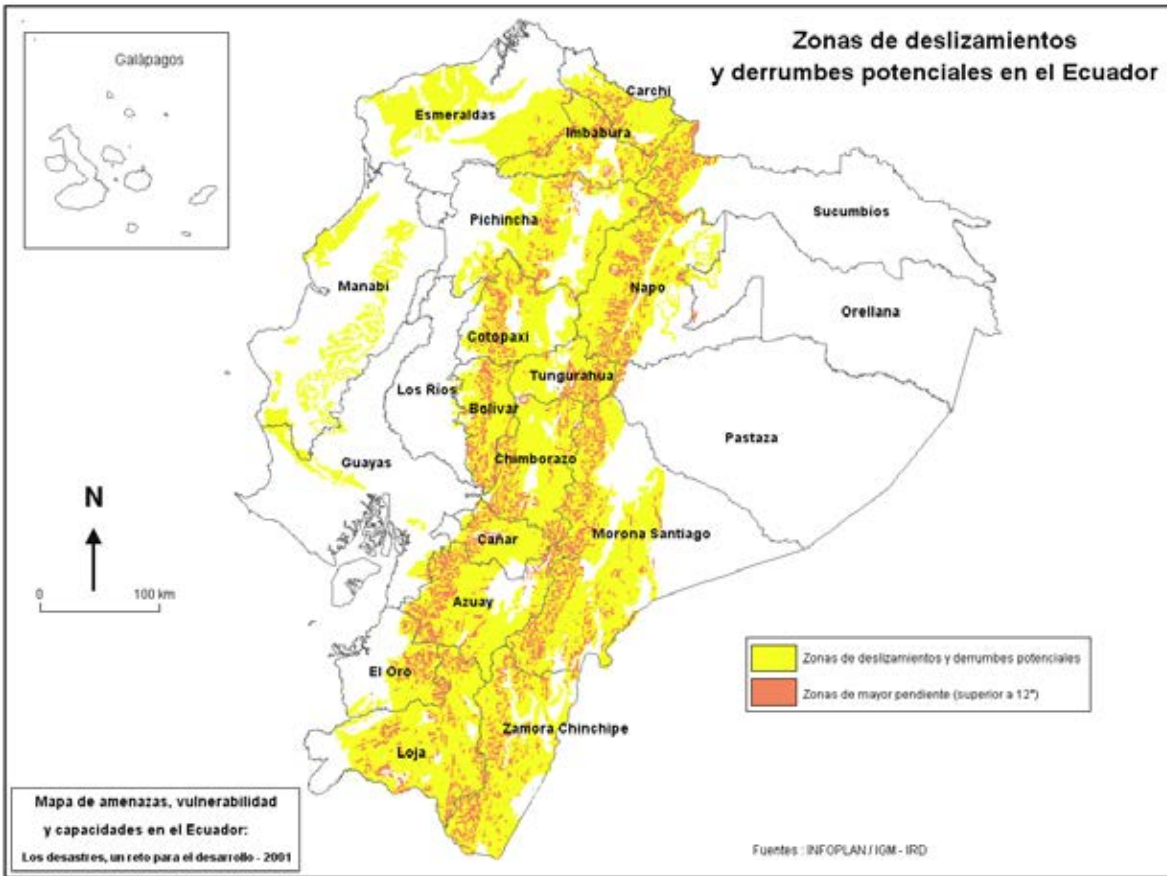
Luego de establecer el grado o nivel de amenaza para cada uno de los seis peligros de origen natural considerados en este análisis, la medida cantonal resumen de peligros naturales se calculó sumando cada uno de dichos valores (grados) para cada cantón. El Mapa N°14 “Nivel sintético de amenaza de origen natural por cantón en el Ecuador” muestra, en una escala de cinco categorías, que los cantones de la franja litoral de las provincias de Esmeraldas, Manabí y Guayas tienen los niveles los más altos de exposición a varias amenazas naturales. En la tabla siguiente aparecen los cantones que están en la categoría de muy alto peligro (valores sumados superiores a 10):

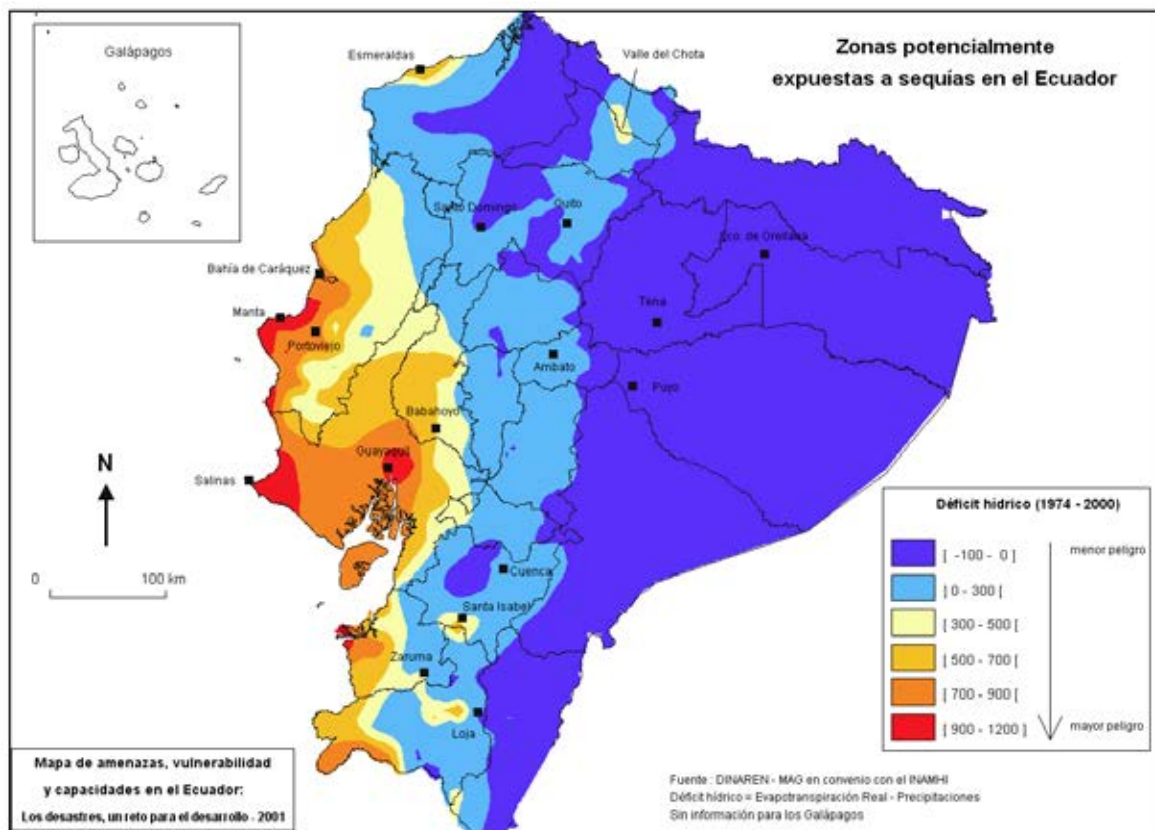
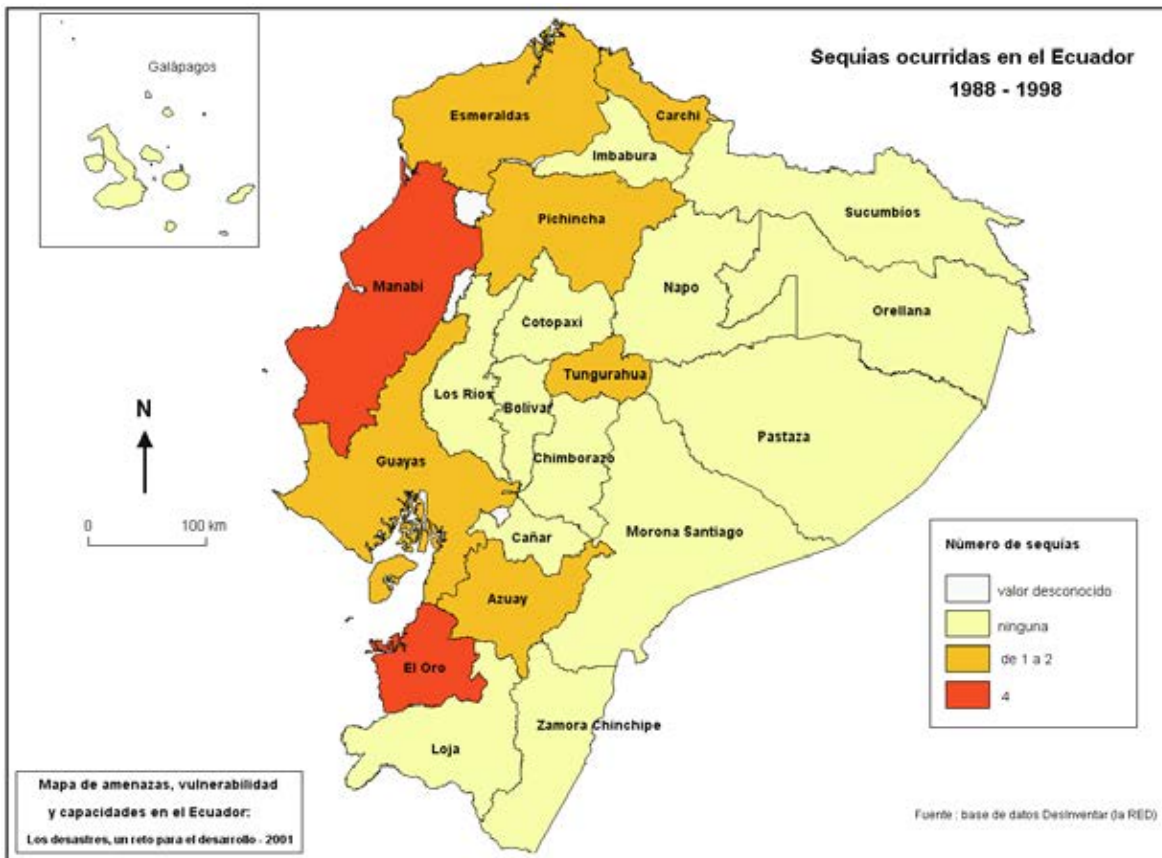
Cantón	Provincia		sísmico	volcánico	tsunami	inundación	sequía	deslizamiento
<b>total</b>								
Portoviejo	Manabí	3	0	2	3	2	2	12
Esmeraldas	Esmeraldas	3	0	2	3	1	2	11
Santa Elena	Santa Elena	3	0	2	3	2	1	11
Sucre	Manabí	3	0	2	3	2	1	11
Puerto López	Manabí	3	0	2	2	2	2	11
Eloy Alfaro	Esmeraldas	2	1	2	2	0	3	10
San Lorenzo	Esmeraldas	2	1	2	2	0	3	10
Atacames	Esmeraldas	3	0	2	2	1	2	10
Rioverde	Esmeraldas	3	0	2	2	1	2	10
Jipijapa	Manabí	3	0	2	2	1	2	10
Montecristi	Manabí	3	0	2	2	2	1	10
Pedernales	Manabí	3	0	2	2	1	2	10
Jama	Manabí	3	0	2	2	1	2	10
Jaramijó	Manabí	3	0	2	2	2	1	10

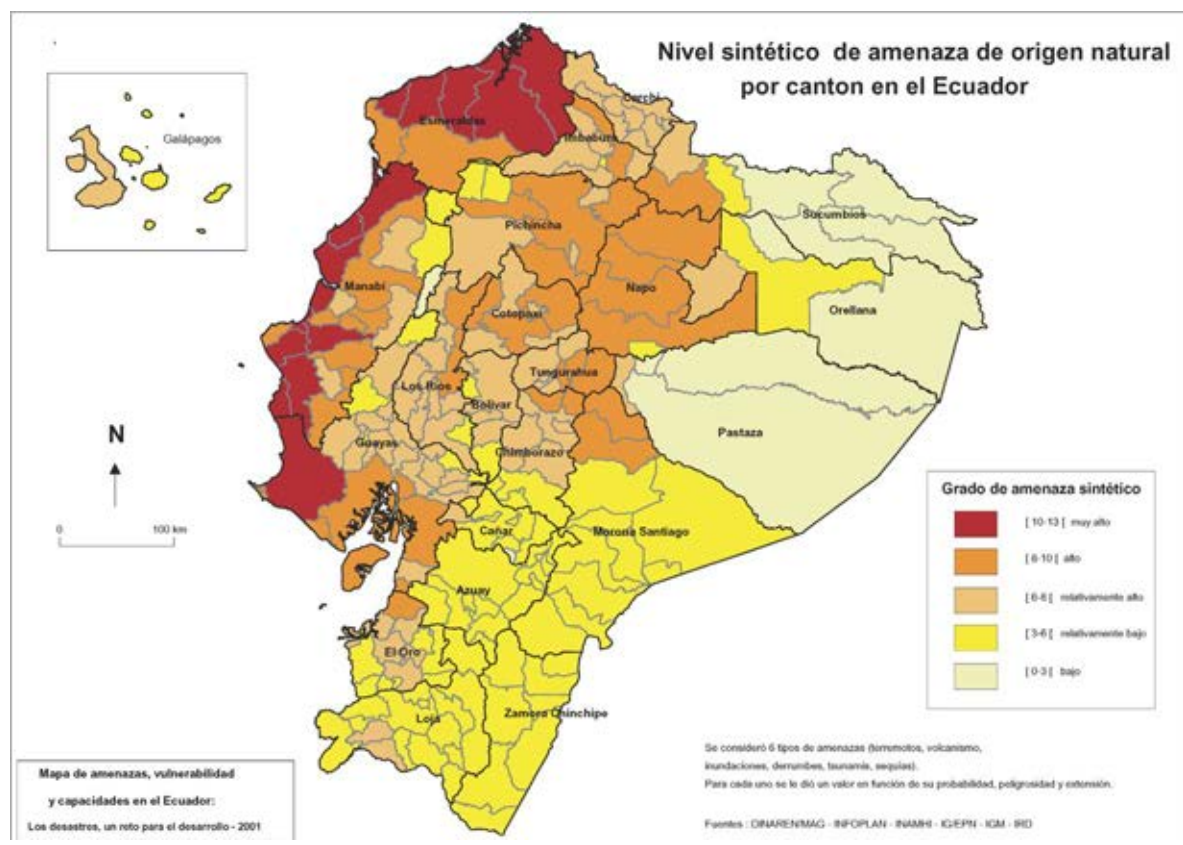
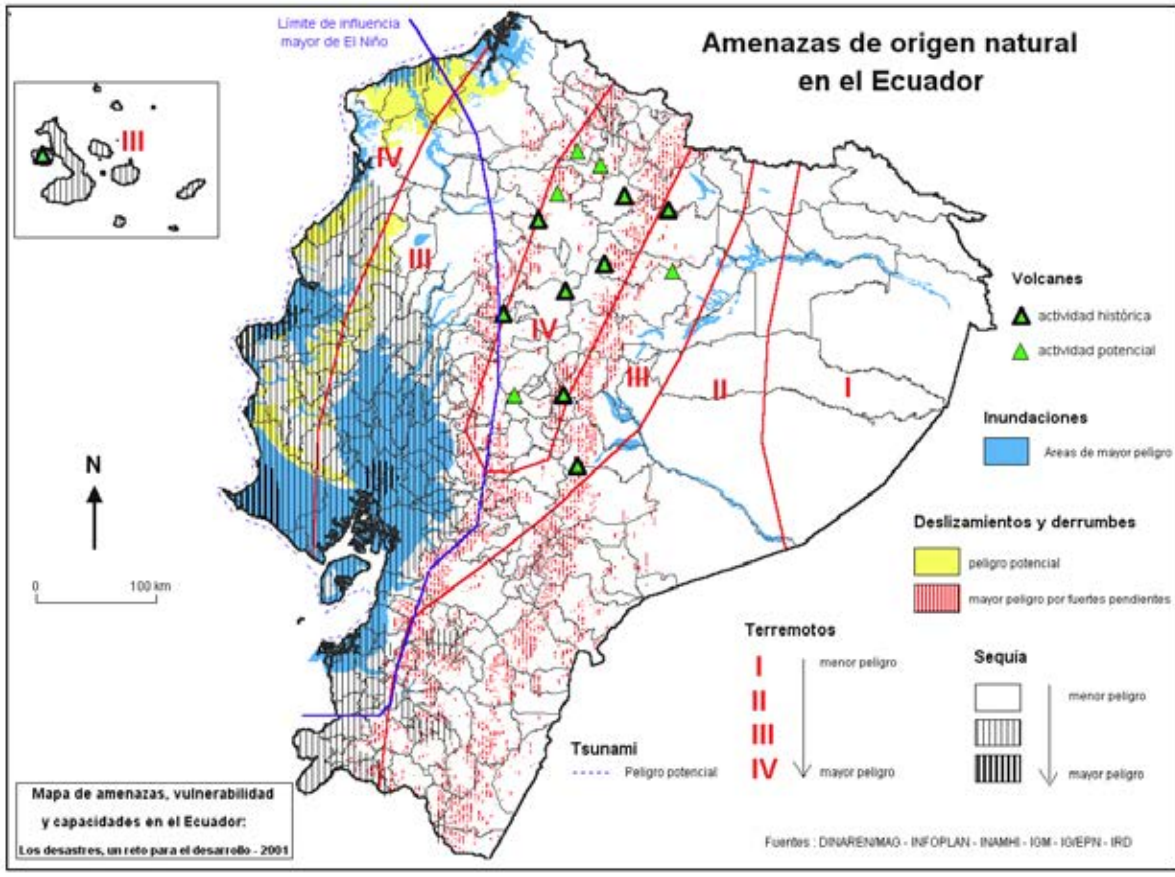












## **6.7. CONSIDERACIONES HIDROLOGICAS E HIDRAULICA DE LA SUBCUENCA DEL RIO DE JIPIJAPA A PARTIR DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE DE LA ZONA.**

Características Generales de la cuenca.- Describe su hidrografía, dimensiones, forma, altitudes, pendientes, geología y suelos, vegetación, clima, temperatura, humedad, etc.

**Pluviometría.** - Presenta una recopilación de datos pluviométricos de las estaciones ubicadas en la zona de proyecto a partir de los anuarios y registros del INAMHI.

Consideraciones sobre la red de estaciones pluviométricas. Verificación de la adecuada distribución espacial de las estaciones pluviométricas, respecto de los objetivos de este trabajo. Las series son cortas y existe coincidencia en lo que falta entre las diversas estaciones, dificultando el relleno de los datos existentes. Las estaciones básicas utilizadas son Santa Ana, El Anegado, Jaboncillo, Campozano. El estudio informa que Guayaquil y Portoviejo tienen las series más largas pero no se las puede utilizar, por no representar de manera adecuada los regímenes de lluvia en las cuencas de interés para el estudio.

### **6.7.1. CLIMA E HIDROLOGIA.**

Para el análisis de las características climatológicas del área, se ha recurrido a la información de cuatro estaciones meteorológicas localizadas dentro del sector que abarca el cantón de Jipijapa. La temperatura media oscila alrededor de 24° y 25°C.

La temperatura varía 1°C, cada 200 metros de diferencia sobre el nivel del mar. Las temperaturas mínimas se hallan alrededor de los 1°C y las máximas en los 31° y 32°C. El clima predominante es cálido-seco con lluvias desde la costa entre 200 y 300 mm.

Tiene 4 meses lluviosos de Enero a Mayo y los ocho restantes como meses secos, considerándose secos aquellos en los cuales la pluviosidad expresada en mm, es inferior a dos veces la temperatura expresada en grados. Los vientos prevalentes en casi todo el año son aquellos del sur que vienen desde el mar, siguiendo desde el valle o sabana. Los vientos que soplan en otras direcciones son producto del cambio de temperaturas, vientos calientes que ascienden de los valles y fríos que descienden. La velocidad es mayor en la tarde, los meses de mayor velocidad son los de agosto y septiembre, con vientos desecantes influenciados por la corriente de Humboldt. Teniendo una velocidad de 2.8 m/s. La nubosidad tiene un valor medio mensual de 7 octavos. Jipijapa tiene un clima cálido seco y bastante agradable durante el año.

Las precipitaciones de esta zona fluctúan en los 500 mm por año. Comprende el valle de Jipijapa - Julcuy- Pedro Pablo Gómez y el resto del territorio del cantón que queda al oeste de esta línea. Según la división de las 4 zonas marcadas por las cordilleras de Chongón y Colonche, correspondería a la segunda, tercera y cuarta fajas, que vendrían a ser: El valle o sabana situada a pie de las montañas, la faja costera y la pequeña cadena de montañas situada entre estas dos zonas. En esta zona hidrológica no es posible el cultivo de vegetales de ciclo corto, sujetos a la época lluviosa; tampoco se pueden realizar cultivos perennes: los bosques naturales existentes tampoco han progresado. Los trabajos que se realizan en agricultura deben estar sujetos a irrigación sin embargo actualmente no existen sistemas de riego. Es posible el establecimiento de irrigación sujeta a almacenamiento de agua en época lluviosa, en base del agua de escorrentía que va a desembocar en el mar, utilizando para ello presas, albarradas y tapes de agua. Por las condiciones del suelo, también es posible el establecimiento de acuíferos.

## **6.7.2.-CARACTERISTICAS HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS QUE ACTIVAN LOS DESLIZAMIENTOS EN GENERAL.**

Considerando los deslizamientos de origen Hidrometeorológico los eventos geodinámicos externos, se ha propuesto tres modelos de deslizamiento en relación a los agentes morfodinámicos, (Marín-Nieto, L., 2009), siguientes:

### **A. REPENTINOS.**

Generalmente en laderas muy deforestadas sobre suelos débiles, o canteras abandonadas formando taludes, laderas de rocas muy inclinadas o muy meteorizadas, cubiertas de suelo residual. El caso más trágico del Siglo XX ocurrió en el Estado de Vargas, Venezuela, en 1999, luego de una lluvia acumulada de 1000mm en una semana. A comienzos del año 2010 ocurrió este tipo en Isla Grande muy cerca de Río de Janeiro, Brasil.

En Guayaquil ocurrió este tipo de evento el 25 de marzo de 1997 en el Barrio Mirador San Eduardo al W de Guayaquil, construido sobre una antigua cantera, donde una Lluvia previa acumulada de 336,8 mm se produjo durante los días 23, 24 y 25 de marzo de 1997 (Lluvia Normal de Enero 281mm, en Guayaquil).

### **B. FORMATIVOS.**

Requieren tiempo para saturación de la roca generalmente blanda y con estratos arcillosos.

Durante El Niño de 1997-98, en la Península de Santa Elena, ocurrió en laderas secas formadas por rocas del Terciario, estratificadas, Formación Progreso caracterizadas por Lutitas duras, areniscas débiles y limolitas. También se produjeron deslizamientos en la Formación Tosagua caracterizada por Lutitas duras.

El proceso demora mientras las lluvias durante semanas saturan y penetran en el macizo hasta encontrar las discontinuidades favorables y vías rápidas de filtración. Este proceso

requiere un volumen de lluvia muy importante a lo largo de meses que solamente El Niño en esa región puede suministrarlo.

Canal Cerecita - Playas. 1992, 1997-1998. y Canal Chongón-Sube y Baja y Azúcar - Río Verde en 1998.

**Este es el caso de Jipijapa.**

### **C.TARDÍOS.**

En grandes macizos de roca meteorizada, cuya resistencia residual requiere mucho tiempo para penetrar y saturar la superficie potencial de falla aumentando las presiones de poros, por lo que se presenta solamente por causa de lluvias continuas e intensas durante meses, en un clima relativamente seco.

## **6.8.-GEOLOGIA DEL AREA DE LA ZONA DONDE SE ASIENTA LA CIUDAD DE JIPIJAPA.**

La zona de estudio se encuentra ubicada en el Litoral Ecuatoriano. La cordillera costera que atraviesa esta región, está constituida por terrenos cuyas elevaciones fluctúan entre los 200 y 600 m de altura, conformadas en su mayoría por rocas sedimentarias terciarias y cuaternarias, poco consolidadas y con una estratificación indefinida.

Los principales tipos de rocas que se encuentran son: lutitas arcillosas, lutitas y limolitasobáceas, arenisca pobremente cementadas y en ocasiones, en pocos sectores, extrusivos de rocas ígneas-basálticas. Los suelos residuales son arcillas muy plásticas y expansivas, también existen grandes áreas cubiertas de limos con un alto grado de colapsibilidad y dispersión; materiales estos que por sus características son muy fáciles de

movilizar y que al poco tiempo de ser excavados pierden sus propiedades de resistencia, por lo que son fácilmente erosionables, en particular por los efectos de las corrientes de agua.

### **6.8.1 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS GENERALES.**

Las formaciones geológicas reconocidas son de edades Mesozoicas y Terciarias, subyaciendo a depósitos cuaternarios. El levantamiento de los andes occidentales, que comenzó en el mesozoico y continuó a través del cenozoico, fue evidentemente acompañado por el hundimiento del cinturón de la costa y la formación de grandes fallas cruzadas del cinturón sedimentario, representadas por un número menor de fracturas con direcciones NW-SE y NE-SW. El norte de la cordillera Chongón y Colonche es de amplia región, la cual acciona como un elemento de plataforma, con un rígido substrato compuesto por rocas piroclásticas, lavas básicas y delgritas, correspondientes al complejo Ígneo-Volcánico de edad aproximada jurásico superior cretácico inferior.

En transgresión a ella se encuentran formaciones sedimentarias del cretácico superior o terciario, finalizando el ciclo durante el mioceno medio con las arcillas y arenisca de la formación Charapotó. La dirección predominante de las fallas regionales es N-S, las mismas que son paralelas a la alineación de las grandes estructuras de los Andes, existiendo un número elevado de fracturas menores con dirección NE-SW y NW-SE. La ciudad de Jipijapa está atravesada por una fractura de dirección NE-SW, con disposición paralela al río, que sólo aparece en la fotografía aérea, no habiéndose comprobado en el campo. Apenas otras 2 fracturas NW-SE cortan el río Jipijapa y limitan el barrio Parrales y Guale al este de la ciudad. Se observan también zonas de fuertes escapes en las partes altas, en los contactos entre sedimentos del mioceno inferior y superior, compuestas por lutitas tobáceas gris-café con niveles calcáreos.

## **6.8.2- GEOLOGÍA REGIONAL**

La ciudad de Jipijapa está ubicada en los terrenos que pertenecen a la Cuenca de Manabí, los mismos que se fueron depositados a lo largo del tiempo geológico sobre una roca ígnea de composición básica que formaba el piso del océano en aquel entonces a fines del cretácico. Existe una secuencia sedimentaria que fueron rellenando la depresión oceánica de manera secuencial siendo las principales la Formación Cayo, Formación San Pablo, Formación Socorro, Formación Delicias, Formación Tosagua, Formación Angostura, Formación Borbón, Formación Balzar y sedimentos de Cuaternario Diferencial.

De toda la secuencia estratigráfica de la Cuenca de Manabí en el área de Influencia de la ciudad de Jipijapa afloran las Formaciones Tosagua, Angostura y Depósitos cuaternarios.

## **6.8.3.- GEOLÓGICO**

Este estudio establece que la ciudad se asienta en su totalidad sobre materiales arcillosos definidos visualmente en el campo, como lutitas fisiles de variados colores y afectados por un elevado proceso de meteorización física o mecánica y química. Por efecto del proceso químico de alteración resultan sustancias arcillosas con plasticidad media-alta. El drenaje presente en esta área es otro factor de riesgo sobre la infraestructura tales como

Reservorios, acueductos, sobre todo en época de avenidas, por ser un agente erosivo muy efectivo. La falla Cascol origina inestabilidad en materiales de varios sectores a lo largo de su longitud, identificándose los más críticos como El Paramo, Los Pocitos y La Badea.

Existen varios estudios geológicos sobre las Formaciones de la cuenca de Manabí cuya descripción principal es la siguiente:

### **6.8.3.1.- Formación Cayo (Turoniano – Maestrichtiano)**

Definida por Olsson en 1942, cuya localidad tipo se encuentra en la orilla sur de la Bahía de Cayo localizado al SW de Puerto Cayo (hoja Jipijapa)

Se ha diferenciado en la Cuenca de Manabí dos miembros de la Formación Cayo y no tres, como ocurre hacia el sur, en la Provincia del Guayas:

Un miembro inferior, muy probablemente equivalente al Cayo s.s. constituido por capas de grauvacas menos importantes que las series aflorantes en la región sur.

Un miembro superior, equivalente al Miembro Guayaquil, constituido por capas de areniscas finas y lutitas-tobáceos, en el lugar de capas de chert, características de las ocurrencias cerca de Guayaquil.

El sector que comprende este sector, solo ocurre el miembro inferior antes mencionado el cual representa la siguiente litología.

Miembro inferior (Senoniano k6).- Equivalente al Miembro Cayo s.s. de la provincia del Guayas. Secuencia repetitiva de capas masivas, de espesores variables de grauvacas, de grano medio, relleno de canales, alternan con capas finas de lutitas-tobáceos a veces algo silíceas. La potencia total de este miembro se estima en 600 metros. La ocurrencia de chert no es común en las lutitas, como se observa en las vecindades de Guayaquil.

Formación Tosagua (Miembro Villingota) (Mioceno inferior M2-3V).

Esta formación aflora un poco, en unos de los escalones del sistema de Fallas Casco, en el extremo oeste del mapa y se continúa más frecuentemente en las hojas Pedro Pablo Gómez y Guanábano. Su litología consiste en lutitas laminadas diatomáceas, consobreyacida transicionalmente por la Formación Borbón (M4 PI) y descansando concordantemente o transicionalmente sobre la Formación Angostura por lo general en los valles de la región, en gran parte cubierta por extensos aluviones cuaternarios.

Su litología se caracteriza por limolitas de color gris azul, que imtenperizada con café amarillentas. Algunas capas de arenisca finas alternan con limolitas, sin constituir esto un rasgo realmente importante, salvo la dificultad que los afloramientos presentan, para detectar la posición real de las capas, pues por lo general son masivas y de difícil lectura. Sin embargo algunos estratos, señalan una inclinación general hacia el oeste.

La formación Onzole ha sido datada, en base a su micro fauna, como Mioceno medio (Bristow, 1976) y su espesor entre 10 y 550m

#### ***6.8.3.2.-Formación Borbón (Mioceno Superior – Plioceno M4. PI)***

Nombre dado por Callagler (1944) y publicado por Stainforth – (1948). La localidad tipo descrita por Olsson (1942) está en el curso inferior del Río Santiago (1°5' N y 78°50' W), al este de la provincia de Esmeraldas.

Litológicamente, la formación Borbón en el área de estudio, se caracteriza por capas masivas de areniscas de color gris azulado, de grano medio o grueso, con algunas intercalaciones de lutitastobáceos y abundantes mega fósiles, en lentes irregulares. Aunque los moluscos dan una edad Mioceno superior (Bristow y Hoffstetter, 1977), los foraminíferos indican una edad Plioceno (Bristow, 1976) Esta formación aflora en el tope de los cerros del área, al este de las fallas Cascol, ampliamente, tanto al norte como al sur de la hoja, que constituye la parte más hundida de la zona.

Está constituido por arenas, arcillas y cantos rodados, que rellenan los cauces de los ríos de la región, los mismos que por emigración, han dado lugar a terrazas pequeñas muy comunes.

#### ***6.8.3.3.-Principales estructuras.***

El área correspondiente a la hoja Paján, se encuentra geológicamente ubicada, en el borde sur-occidental de la Cuenca de Manabí. Al oeste del sistema de Fallas cascol, hace una

aparición la Formación Cayo, en un pilar tectónico que corta la Formación Angostura. Al Este del área, los depósitos mio-oligocénicos presentan un espesor que se estima alrededor de 500 metros. La Formación Borbón, se la encuentra generalmente a mayores alturas (280 – 540 metros), en la región occidental del área, que hacia el este (100 – 320 metros), a pesar de presentar un buzamiento general hacia el oeste.

El sistema de fracturas de la región de Paján, puede considerarse formado por tres grandes grupos: uno, de rumbo NNW – SSE, aproximadamente paralelo al sistema de Fallas Cascol y por ende más antiguo que estas y un tercer sistema, el menos incidente, posiblemente más joven que los otros dos, cuyo rumbo es N-S. Los dos primeros se encuentran enmascarados por los sistemas de terrazas aluviales desarrollados.

#### **6.8.4.-GEOLOGÍA LOCAL**

Las rocas que afloran en la ciudad de Jipijapa y sus laderas corresponden a la Formación Tosagua, Formación Angostura y Depósitos Aluviales Cuaternarios.

La Formación geológica Tosagua, está identificada como Oligoceno Superior – Mioceno inferior. Las rocas que forman parte de esta Formación Geológica son arenisca, lutitas y arcillas que afloran en estratos disimétricos a centimétricos muy fracturados. Debido al origen marino de los materiales las fracturas han sido rellenadas con betas delgadas de yeso.

Durante el Oligoceno la cuenca Progreso en este sector geográfico de Jipijapa sufrió varios esfuerzos estructurales de compresión y tensión, comportamiento mecánico tectónico responsable del grado de fracturamiento que tienen estas rocas. En la zona de estudio la Formación Tosagua aflora en las colinas de la ciudad Jipijapa excepto en el bloque Suroeste básicamente en el cerro donde está localizado el Tanque de Reserva Mirador San Antonio.

La Formación Angostura, Mioceno medio (M3), se extiende en el sector Suroeste de la ciudad. Su litología consiste en un conglomerado basal sobre el cual se depositaron areniscas calcáreas, condición que indica que los materiales se depositaron en un ambiente de carácter transgresivo y sublitoral. Capas de arenisca calcáreas poco consolidadas y algunas capas de lumaquelas y lutitas calcáreas, son comunes en esta formación.

Está constituido por arenas, arcillas y cantos rodados, que rellenan los cauces de los ríos del sector, los mismos que al conducir las aguas lluvias erosionaron transportando los materiales dando lugar a pequeñas terrazas.

#### **6.8.5.- ESTRUCTURA**

El sector geológico de la ciudad de Jipijapa regionalmente se encuentra localizado en el sector centro sur de la Cuenca de Manabí, emplazado en la región Este de la Cordillera Chongón Colonche. La tectónica del sector ecuatoriano de esta región posterior al cretácico sufrió levantamiento y hundimientos diferenciales donde las formaciones Tosagua y Angostura se depositaron y en la actualidad depósitos cuaternarios de origen aluvial cubren en parte estas formaciones litológicas.

Regionalmente la Formación Tosagua (O2 – M2) tiene una estratigrafía tipo rampa (monoclinal) que tiene una orientación predominante N – W y de buzamiento entre 20 y 30° N – E.: En el área de estudio presenta un plegamiento formando un sinclinal cuyo eje axial sigue el cauce del río Jipijapa.

##### **6.8.5.1.-Estructura Local**

Debido a la tectónica y al tipo de roca existente en la ciudad de Jipijapa hay varias familias de fracturas que fueron registrados durante el trabajo de campo, las principales se desarrollan en dirección N 30° E, N 40° E, NS y todos estos sistemas con buzamiento

variable de 12° hasta 30° como promedio, que marcan claramente la dirección regional predominante de una estructura tipo sinclinal cuya orientación se define claramente en el mapa geológico adjunto.

## **6.9.-GEOMORFOLOGIA REGIONAL**

Basándose en la observación de campo y utilizando la información disponible sobre los grandes paisajes naturales y geomorfología regional que hace referencia a las estribaciones y vertientes de la prolongación Este de la cordillera Chogón – Colonche y específicamente en la cercanía de la ciudad de Jipijapa la zona de influencia ampliada del sector Oeste, forma parte de las colinas de altura media donde prevalece el gran paisaje dominado por la formación Tosagua que constituyen un conjunto de colinas de material granular en la base pasando a arenisca y arcillas en el tope.

El dominio Geomorfológico que interviene el área del proyecto, responde a una definición bio-geográfica intervenida, que está dominada por una vegetación secundaria y muy poca conservación del bosque primario.

En el sector del terreno asignado a la zona de influencia, objeto del presente estudio, el paisaje que se describe próximo a la ciudad de Jipijapa es el de unas colinas de media a baja altura, luego es seguido por otro paisaje definido como tipo pie de colina caracterizado por la frecuencia de pendientes de mediana inclinación, suavemente ondulada y rebajadas en ciertos sectores.

La zona de influencia de la ciudad de Jipijapa, consta de dos unidades geomorfológicas que se han desarrollado por la erosión de las colinas y sus laderas y por los depósitos aluviales formados por efecto de la erosión, transporte de sedimentos y que han sido ayudados por las grandes precipitaciones y por la roca sedimentaria de la Formación Tosagua.

La primera unidad corresponde a suelos arcillosos localmente arenosos producto de la acumulación de los sedimentos transportados por los ríos Caña Brava y Río La Pita y se reconocen por la presencia de piedras y el horizonte es poco profundo.

En la primera unidad geomorfológica descrita anteriormente, se han desarrollado cárcavas y surcos algo profundos, resultado de la erosión provocada en los terrenos arcillosos superficiales que no tienen protección vegetal alguna y que cuando se presentan las lluvias estos suelos son arrastrados con facilidad durante las épocas de invierno y que se desarrollan a lo largo de las colinas dirección NE – SW.

#### **6.9.1.-Geomorfología Local**

El terreno asignado para el proyecto tiene un área formada por dos triángulos.

En las laderas de las colinas de la ciudad de Jipijapa se encuentran materiales arcillosos muy deleznable que se erosionan con facilidad durante la estación lluviosa. Debido a la erosión la pendiente original ha cambiado y en las condiciones actuales los movimientos de masa y deslizamientos son frecuentes. En la primera unidad geomorfológica corresponde a este tipo de terreno y el movimiento de los suelos superficiales pone en riesgo a zonas habitadas pie del cerro o incluso a viviendas construidas en esta unidad.

La segunda unidad geomorfológica que corresponde a terrazas aluviales el terreno es más estable y las construcciones civiles se ven poco afectadas por deslizamientos y movimientos de masas.

Los torrenciales aguajeros que ocurren en los distintos inviernos provocan la erosión en las laderas de las colinas, debido al deterioro de la capa de protección del suelo natural, ya sea por el corte de la vegetación o y por el retiro de material al pie de la ladera que realizan los habitantes del sector para construir sus viviendas.

### **6.9.2.-CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICOS DE JIPIJAPA.**

La característica Geomorfológica del proceso de erosión del Río Jipijapa que se han adoptado para la Zonificación de Laderas con Riesgo de Deslizamientos, se apoyan en el Estudio Geológico realizado en el presente proyecto y cuyo informe confirma que regionalmente la Formación Tosagua tiene una estratigrafía, rampa monoclinal predominante N-W y el buzamiento entre 20<sup>o</sup> y 30<sup>o</sup> NE, y en el área de estudio presenta un plegamiento formando un sinclinal cuyo eje axial sigue el cauce del río Jipijapa.

En otras palabras, el anticlinal y el meandro del Río Jipijapa ocasionan que haya dos zonas de debilidad de las laderas incrementada por la socavación del río en el pie de la ladera, la erosión de ellas por las lluvias y la intervención del hombre. Estas zonas han sido definidas como Cerro de la Mona, Avenida del Café y Cerro del Cristo del Consuelo, Barrio 8 de Enero.

Esta premisa plantea un modelo mecánico general para las laderas de Jipijapa que drenan hacia el Río, sea por la margen izquierda hacia el NW, o por la derecha al SE, como son los casos de Avenida del Café y el Barrio 8 de Enero.

En estos dos ejemplos se unen dos características Geodinámicas, una, el buzamiento hacia el Río, y otra, el rumbo de la ladera hacia el Río, ambas desfavorables para la estabilidad del talud.

### **6.9.3.- SUELOS**

Los suelos del sector de la ciudad de Jipijapa se clasifican en dos tipos básicamente:

**Tipo 1** son los suelos arcillosos de la Formación Tosagua que están expuestos al medio Ambiente, pobremente consolidados, expansivos y deleznable y cuando sufren saturación tienden a desplazarse con facilidad siguiendo la inclinación de la ladera.

**Tipo 2**, son los suelos aluviales de origen granular como grava, arenas y limos que se acumularon en la llanura de inundación del Río Jipijapa formando terrazas aluviales sobre la cual se ha desarrollado la ciudad.

## **6.10.-SISMICIDAD**

De la revisión de los documentos cartográficos y del mapa geológico de Jipijapa, escala 1:50.000, no se identifica la presencia de fallas geológicas activas sin embargo esta cercana Falla Cascol y Montecristi.

### ***6.10.1.-Tectónica***

La ubicación del Ecuador en la parte noroccidental de Sudamérica es una causa de la particular disposición tectónica a la que se encuentra sujeto nuestro territorio, dando lugar a fenómenos de volcanismo y sismicidad muy activos.

Los rasgos fisiográficos más importantes como resultado del proceso de subducción de la Placa Nazca bajo la Placa Sudamérica en el Ecuador, están determinados por la presencia de una fosa tectónica paralela a la línea de acosta aproximadamente a 100 km del perfil litoral con rumbo aproximado norte-sur, y en la parte continental, por la cadena andina con las cordilleras Occidental y Oriental separadas por la depresión interandina.

Los materiales del sector continental están afectados por fallas geológicas que cortan los materiales que forman el piso oceánico que se alinean con el Golfo de Guayaquil y mantienen una dirección hacia el norte comprometiendo terrenos de la cuenca del río Guayas.

### ***6.10.2.-Actividad Sísmica de la Región***

Como referencia sísmica se ha revisado el Catálogo de Terremotos del Ecuador elaborado por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (1990), el mismo que incluye los datos más actualizados de sismos históricos para el país. (INAM-OTECO, 1994).

Los eventos que constan en el catálogo muestran los epicentros de los sismos históricos registrados en el área de influencia utilizada para el presente estudio, notándose una gran concentración de epicentros en el lado occidental de la zona de Puerto López y Bahía de Caráquez.

Por la cercanía de la ciudad de Jipijapa a la zona alta sismicidad existe riesgo de movimientos de laderas en las colinas de la ciudad de Jipijapa por lo que será necesario tomar en consideración en la construcción de obras civiles este tipo de riesgos.

### **6.11.-ESTUDIO GEOLÓGICO**

El estudio determina que este tramo tiene como base materiales litológicamente homogéneos definidos como lutitas arcillosas fisiles, identificándose además pequeñas variaciones muy localizadas de limo arcillosas, arcillas de elevada plasticidad. El efecto expansivo de las unidades arcillosas se intensifica en épocas de avenidas, por efecto de la reacción que presentan los minerales constituyentes de la roca al contacto con el agua. Se observan fallas geológicas superficiales que inciden sobre el acueducto destacándose los que merecen especial atención, Beldaco, Los Esteros, Francisco de Orellana.

#### ***6.11.1.-Geotecnia***

El objetivo prioritario de los reconocimientos geotécnicos iniciales, fueron el de obtener información física, histórica, social y ambiental de las laderas que habían sufrido deslizamientos en el pasado. Se llevaron a cabo dos reconocimientos de campo, los días 28, 29, 30, 31 y de Octubre del 2010, a los sitios donde se encuentran la infraestructura de

reserva de la J.R.H., y a los que geotécnicamente tengan antecedentes de deslizamientos vinculados a lluvias intensas y/o agravadas por la intervención antrópicas:

- 1.- Reservoirio Mirador San Antonio
- 2.- Reservoirio Eloy Alfaro
- 3.- Reservoirio El Calvario
- 4.- Reservoirio La Mona
- 5.- Reservoirio San Vicente
- 6.- Reservoirio Cristo de Consuelo

Se inspeccionaron sitios en los cuales se habían presentado deslizamientos, generalmente localizados en laderas que drenan con rumbo N-NE.

**1: Avenida Del Café**, a un lado del puente (sitio del deslizamiento).

Coordenadas: 547300E – N985090

**2: Ciudadela el Café** – hacia el Este del Puente está el lugar del deslizamiento producido en El Niño del 1997.

Coordenada: 547500 E – N9850900.

**3: La Mona**, arriba de una loma, donde se encuentra colocado geomembrana y barras pasivas luego del Niño de 1998, hacia el Sur de la Avda. Del Café.

Coordenadas: 547300E – N9850700.

**4: Mirador San Antonio** – Vía a Puerto Cayo. Frente a la Escuela Sta. María Madre e Iglesia de igual nombre a un lado.

Coordenada: 544750E – N9849500.

**5: Ciudadela Ricardo Loor, 2da etapa**. Cantera abandonada, casa al pie de un drenaje natural.

Coordenada: 548400 E – N9851600.

**6: Barrio Bellavista.** Inicio vía a Manta, ladera Oeste. Deslizamiento al parecer provocado por una excavación en corte (Frente al Choclo).

Coordenada: 546500E- N9850700.

**En la Avenida del Café,** un deslizamiento de unos 26 m de alto, que se está activado en la margen derecha del Río Jipijapa, a lo largo de una ladera, arriba de lo cual se existen casas desde hace mucho tiempo, al pie de un cerro de unos 47 m de alto. En total, desde el cauce hasta la cima del cerro puede haber más o menos unos 50 m.

**En la Ciudadela el Café** – hacia el Este del Puente e corresponde a una ladera poblada igualmente, donde se observa anomalías de la topografía, y que nos informaron los residentes que ocurrió un deslizamiento durante el Niño de 1997.

**La Mona,** cerro arriba del cual se encuentra estructura de la JRH., y en una de sus laderas se aprecia infraestructura antigua del sistema de abastecimiento y la que debió ser estabilizada la parte superior con anclajes de acero cubriendo la parte inferior de lo ya estabilizado de la ladera con esta geomembrana.

**El Mirador San Antonio** – Vía a Puerto Cayo es un antiguo deslizamiento en un afloramiento al parecer de la Formación Cayo muy meteorizada, que ocurriera en 1998.

**En la Ciudadela Ricardo Loor,** 2da etapa es una ladera a la que se accede por un camino que se bifurca en dos, un tramo sigue a media ladera y el otro ingresa a una quebrada. No existen deslizamientos ni se tiene referencia, ya que es un sitio agreste. Sin embargo, el corte realizado para efectos de construir el camino es una probable causa de inestabilidad, durante una lluvia intensa y como consecuencia se presenten procesos erosivos a nivel de socavación.

Salvo el Barrio Bellavista, que buza al N-NE, al parecer el buzamiento de la F. Tosagua tiene rumbo NW en la mayoría de los deslizamientos, siendo favorable al rumbo de las laderas cuyo talud es igualmente al N y NW. Este es un aspecto muy importante para la zonificación y para los parámetros más susceptibles al deslizamiento

El Barrio Bellavista. Inicio vía a Manta, ladera Oeste al parecer ocurrió luego de un corte excavado al pie de ladera, con el objeto de construir un tanque de agua en la excavación. En las calicatas realizadas se encontró superficialmente un delgado relleno de Lutitas blancas de la F. Charapotó y bajo de ella Lutitas café húmedas de la F. Tosagua.

Resumiendo, los factores físicos y sociales que al parecer tienen una gran incidencia en los métodos de determinación vulnerabilidad o riesgos de deslizamiento, luego de las visitas de campo son:

- Características mecánicas y estructurales de la Formación que subyace en las laderas que rodean la ciudad.
- Intensidad de la lluvia de Jipijapa.
- Rumbo de las laderas.
- Factores antrópicos que agravan el deterioro de las laderas.

Las características naturales y sociales más susceptibles a aumentar o disminuir rápidamente el riesgo de una región dada, son la lluvia, el buzamiento de las rocas, calidad de la roca, profundidad del lecho rocoso, el sismo histórico y el deterioro de la ladera causado por el hombre.

**En definitiva estos aspectos hacen que se aceleren procesos erosivos que se agregan a estos factores y que influyen notablemente en las manifestaciones de amenazas que**

**hace vulnerable sectores de la ciudad y que ameritan se consideren obras de mitigación de impacto.**

#### **6.12.-EVALUACION CUALITATIVA.**

Conforme se ha mencionado en el párrafo anterior, hay 4 centros de almacenamiento de agua potable en Jipijapa - La Mona, Eloy Alfaro, Cristo del Consuelo y el tanque del sistema Lodana Jipijapa. En la presente instancia la evaluación cualitativa de los tanques de almacenamiento abarcará los siguientes aspectos:

- Condiciones de las estructuras de hormigón armado.
- Condiciones de los dispositivos de operación y de los accesorios.
- Condiciones del área de implantación de los tanques.
- Ubicación planimetría y altimétrica

#### **La Mona-parte alta.**

Hay dos tanques en La Mona - parte alta, siendo uno de 300 m<sup>3</sup> de capacidad y otro de 600 m<sup>3</sup>. El tanque de 300 m<sup>3</sup> presenta buenas condiciones estructurales, sin fisuras, fugas de agua y tampoco señales de inestabilidad geotecnia. Los dispositivos de de operación consisten de las válvulas de entrada, salida, desagüe de fondo y rebose, las mismas que funcionan satisfactoriamente. El tanque está provisto de algunos accesorios sugeridos por la Norma, como son, escaleras, tapa, orificios de ventilación. Es necesario mencionar que los orificios de ventilación permiten la entrada de insectos, murciélagos y pájaros; por lo cual sería conveniente la instalación de mallas. No hay indicador de nivel y tampoco medidores en la entrada o en la salida. El área donde se ubica el tanque está prevista de cerramiento, lo mismo que está en condiciones razonables. No hay iluminación. En lo que concierne a la ubicación planimetría se puede afirmar que es bastante conveniente con relación al

abastecimiento del área asignada. El tanque de 600 m presenta buenas condiciones estructurales, a la excepción de la entrada de acceso al interior la misma que se encuentra dañada o hay señales de fisuras, fugas de agua y tampoco de inestabilidad geotécnica. Los dispositivos de operación consisten de las válvulas de entrada, salida, desagüe de fondo y rebose, las mismas que funcionan satisfactoriamente. El tanque está provisto de escaleras de acceso, pero no tiene entrada de aire, y tampoco indicador de nivel o medidores. La tapa de acceso al interior está en mal estado y no tiene candado. El área donde se ubica este tanque está provista de cerramiento, el mismo que se encuentra en buenas condiciones, el área necesita de una limpieza. Este tanque lo utiliza la Junta de Recursos Hidráulicos para almacenamiento de emergencia y alimentación de los tanqueros.

En lo que concierne a la ubicación planimetría, está en situación similar al tanque de 300 m es decir, satisfactoria, lo mismo se podría afirmar de la ubicación altimétrica. En lo concerniente a la ubicación altimétrica, se puede afirmar que es conveniente, pues esta próximo al recorrido de la línea de conducción y al área abastecida. La cota del N.A, máximo es 355.3 y las cotas en la Zona IV varían entre 280 m. y 340 m., lo que significa que la presiones estáticas máximas podrían variar entre 15,3 m. y 75.3 m., mientras que las dinámica podrían estar en el rango de 10 m. hasta 60 m., valores aceptables. Sería conveniente un tanque rompe presión, para reducir las presiones en las partes más bajas.

### **La Mona -parte baja.**

En la Mona parte baja hay dos tanques gemelos de 600 m<sup>3</sup>., los mismos que están en buenas condiciones estructurales, no presentando fisuras, grietas o señales de fuga de agua. Tampoco se observan o asentamiento en las cimentaciones, las mismas que están construidas sobre colchones de arena. Los dispositivos de operación existentes consisten en los válvulas de entrada, salida, desagüe y en el rebose funcionan bien. Los tanques son

previstos de escaleras de acceso tapas, las mismas que no tienen candados; por otra parte no hay entradas de aire, indicadores de nivel y tampoco medidores de caudales. El área donde se ubican los tanques cuenta con un cerramiento que está en condiciones aceptables, el área necesita limpieza y los drenes de aguas lluvias están parcialmente azolvadas.

En lo que concierne a la ubicación planimetría y altimétrica se puede afirmar que se conveniente, pues las cotas del área asignada a este tanque varían entre 256 y 290.

Considerando que el KA, máximo esté en la cota 334,8 podrían resultar presiones estáticas máximas variando entre 44.8 m., y 78.8 m., y presiones dinámicas mínimas en el rango de 35 m. a 70 m. En realidad, sería deseable que las presiones fuesen un poco más bajas, de tal manera reducir fugas en conexiones, desperdicios. etc. Eventualmente, sería una buena medida de implantación de tanques rompe presión en la red, de manera que se tengan presiones estáticas máximas más bajas.

### **Eloy Alfaro.**

En este centro de reservación hay dos tanques, siendo uno de ellos de 600 m<sup>3</sup> de capacidad y el otro de 800 m<sup>3</sup> de capacidad. El tanque de 600 m<sup>3</sup> está en buenas condiciones estructurales, no presentando fisuras, grietas e señales de fuga de agua. Tampoco se observan señales de inestabilidad geotécnica, de hinchamiento o de asentamiento de la cimentación, la misma que está construida sobre colchón de arena. Los dispositivos de operación existentes consisten en las válvulas de entrada, salida y desagüe, y en el rebose, las válvulas funcionan satisfactoriamente pero la tubería del rebose está rota. Este tanque está provisto de escaleras de acceso y tapa, la misma que no está provista de candado. No hay entrada del aire, indicador de nivel y tampoco medidores de caudales. El cerramiento del área donde se ubica el tanque no está completo, y además, necesita una limpieza. El tanque de 800 m<sup>3</sup> está también en buenas condiciones estructurales, no presentando fisuras,

grietas o señales de fuga de agua. Tampoco se observan señales de inestabilidad geotécnica, de hinchamiento o asentamiento de la cimentación. Los dispositivos de operación existentes constan de las válvulas de entrada, salida, desagüe y del rebose. Según se pudo averiguar, las válvulas funcionan satisfactoriamente, el rebose 150 mm. tiene diámetro inferior a la entrada (200 mm.) lo que no es aceptable. Este tanque está provisto de escaleras de acceso al interior, y de tapa, la misma que tiene candado. No hay entrada de aire indicador de nivel y tampoco medidores de caudales. El área donde se ubica este tanque no está provista de cerramiento y necesita corte de la maleza. En lo que concierne a la ubicación planimétrica y altimétrica de esos tanques, se puede afirmar que es conveniente, pues están próximos al recorrido de la línea de conducción y a las áreas que abastecen; el tanque de 800 tiene cota del KA, máximo de 343.5 m., y las cotas del terreno en el área abastecida varían entre 247 m. y 320 m., se debe señalar, que existen algunas viviendas vecinas a los tanques - invasiones-. Las presiones estáticas en esa área podrán alcanzar valores entre 23.5 m. 96.5 m., y las dinámicas entre 18 y 85 m, se recomienda tanques rompe presión en esta zona. El tanque de 600 m, cuyo NA máximo es 343.2, abastece un área cuyas cotas van entre 27 m y 320 m, las presiones estáticas de 23,5 a 66.2 y dinámicas de 18 a 55, valores aceptables.

### **Cristo del Consuelo.**

En este centro de reservación hay un tanque existente de 300 m<sup>3</sup>, y un tanque de 800 m<sup>3</sup> en construcción. El tanque de 300 m<sup>3</sup> presenta buenas condiciones estructurales, no se observan fisuras, grietas o señales de fugas de agua; tampoco se observan señales de inestabilidad geotécnica, o de hinchamiento o asentamiento de la cimentación, la misma que está construida sobre colchón de arena. Los dispositivos de operación existentes constan de las válvulas de entrada, salida, desagüe y del rebose. Todos funcionan de manera satisfactoria. Este tanque está provisto de escalera de acceso y tapa, la misma que no tiene

candado. Las entradas de aire constan de orificio horizontales. No hay indicadores de nivel y tampoco medidores de caudales. El cerramiento del área donde se ubica este tanque está desmantelado, en consecuencia de las labores para construcción del tanque de 800 m<sup>3</sup>. En lo que concierne a la ubicación planimétrica y altimétrica se puede afinar que es satisfactoria, estando próximo del área abastecida. La cota del N.A. máximo es 356 m., y las cotas en la Zona II varían entre 286 m. y 342 m. lo que podrían resultar las presiones estáticas máximas entre 14 m. y 70 m., y presiones dinámicas mínimas entre 10 m. y 58 m., aproximadamente, valores aceptables.

### **6.13.- CAUSAS GEOTECNICAS EN LOS DESLIZAMIENTOS Y EROSION DE TALUDES.**

Un deslizamiento de origen Hidrometeorológico, es el movimiento masivo de los materiales que conforman un talud sobre la pendiente, sea esta roca, suelos naturales o rellenos, o una combinación de ellos, que ocurre principalmente por la saturación del terreno por el agua. Los materiales que conforman el talud se desprenden total o parcialmente, caen a gran velocidad y arrastran consigo lo que encuentren a su paso.

Se conocen varios tipos de deslizamientos:

- **DERRUMBES**, los más rápidos, entre los que se incluyen la caída de fragmentos de roca, vuelcos, etc. También se incluyen los desprendimientos de la capa vegetal junto a la roca alterada, que yace sobre la roca más sana.
- **FLUJOS**, entre los que se encuentran la Reptación, las Avalanchas, Lahares, Coladas y Derrubios, con duración variable, de pocos minutos hasta años.

- **DESLIZAMIENTOS**, propiamente dichos, que se subdividen según el modelo de falla, en Traslacionales, Rotaciones y Superficiales.

Generalmente las lluvias intensas y continuas son el detonante más común de los deslizamientos y avalanchas de lodo. Los más grandes eventos en Ecuador se producen durante el Fenómeno El Niño; sin embargo los sismos pueden acentuar el movimiento de las laderas, cuando coinciden con lluvias intensas.

La Erosión es otros fenómenos externos de la Geodinámica, el que por causa de las lluvias moldea las laderas para drenarlas, formando canales más o menos profundos, volviéndolas muy deleznable, según la resistencia del terreno, la intensidad de las lluvias, el grado de deforestación o la intervención del hombre. La erosión fuerte también puede agravarse por las fugas de agua de tuberías y otras descargas sobre las laderas, volviéndolas inestables activando todo tipo de deslizamiento impactando de esta manera en la infraestructura de la ciudad y la mayoría de veces cobrando vidas.

#### **6.14.- CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS y MORFOLÓGICAS DE LADERAS FALLADAS Y ESTABLES.**

Durante las inspecciones y encuestas realizadas durante este estudio, se encontraron los siguientes sitios fallados recientemente, de los cuales hemos evaluado la causa y establecido por retro análisis sus propiedades Geomecánicas más probables que ocasionar la falla, señalando las causas.

##### **6.14.1.-Laderas falladas recientes.**

Deslizamientos Producidos a Fines del 2009:

1. Bellavista.
2. Avenida Del Café.

3. Barrio 8 De Enero.

**6.14.2.-Laderas falladas más antiguas.**

4. Cerro de La Mona.

5. Barrio 8 de Enero.

6. Mirador San Antonio

En pocos sitios se observan grietas al parecer de tensión en las carreteras que cruzan por la parte alta de la ciudad, como es el caso de las Vías del Oeste, Cristo del Consuelo, o zonas escarpadas que morfológicamente aparentan deslizamientos muy antiguos, generalmente en zonas despobladas, donde no se han expandido los caseríos de las laderas.

En general, de las visitas realizadas, hemos encontrados deslizamientos, en los barrios periféricos de la ciudad y otros recientes en laderas con pendientes suaves, que han sido deforestadas, o que han sufrido cortes y desalojos sobre sus laderas, etc., que han hecho vulnerable su estabilidad frente a lluvias intensas.

**6.15.-TALUDES EN APARENTE ESTADO DE REPTACIÓN.**

La reptación es un término adoptado en la Geología para explicar un tipo de flujo en la un estrato superficial del terreno natural, extremadamente lento, sin alcanzar el estado límite a la falla. Se ha observado en taludes de suelos o rocas muy meteorizadas de poco espesor, donde el thalweg en la curva de un río socaba el pie de la ladera, provocando el movimiento de ese estrato más rígido respecto al inferior, sobre el cual tiende a deslizarse milímetros al año.

También ocurre en taludes de rocas blandas y arcillas residuales, muy plásticas y sensibles a cambios estacionales de humedad, o a la deforestación.

Este fenómeno puede causar agrietamiento a las viviendas, obras de infraestructura, tuberías enterradas, y en algunos casos se han reportado deslizamientos graves.

Al parecer este fenómeno se ha observado en la margen derecha del Río Jipijapa, en las laderas de un tramo de la Avenida del Café, Cerro de La Mona, así como en otras laderas como las del Cristo del Consuelo, en menor escala.

Cuando está activa la Reptación, el fenómeno se expresa en las zonas con árboles donde los troncos tienden a inclinarse durante toda su vida hacia la ladera. En las zonas pobladas con veredas, muros, o viviendas de hormigón o mampostería, toman una superficie ondulada o se agrietan. Esto es general en las Zonas Geotécnicas



Cerro La Mona. Se observa una inclinación de la superficie hacia la izquierda, probable indicadora de la Reptación de la ladera hacia la Avenida Café al pie del Río Jipijapa. (22.01.2010.)

## **6.16.- FACTORES ANTROPICOS QUE INCIDEN EN LOS DESLIZAMIENTOS.**

Si comparamos el Plano de Jipijapa levantado por el IGM en 1986, con el Plano Catastral de esta imagen elaborado en el año 2009, se observará que en estos 24 años Jipijapa se ha duplicado en extensión. En otras palabras, se ha extendido hacia las laderas en forma muy rápida, a la vez que se han construido nuevas vías perimetrales.

Tanto la Reptación como fenómenos erosivos o deslizamientos locales, siempre serán la respuesta a los impactos del Hombre sobre la Naturaleza.

Prácticamente todos los deslizamientos recientes o más antiguos en Jipijapa han ocurrido en los sitios donde los asentamientos humanos sin ninguna regulación técnica, han ocasionado impactos que las laderas arcillosas de alta plasticidad no pueden resistir.

He aquí una lista donde se enumeran algunas de los impactos del hombre (factor antrópico):

- Deforestación de las laderas.
- Excavaciones en las laderas.
- Botaderos de materiales de excavación sobre las laderas.
- Excavaciones para patios de casa en laderas.
- Construcción de carreteras en el perímetro sin botaderos especiales.

Grandes rellenos con materiales al parecer inadecuados.

- Excavaciones en el cauce del Río Jipijapa, así como ampliaciones de las vías en sus riberas.
- Viviendas en laderas inestables
- Obras de Infraestructura muy cercanas a los bordes de los taludes.
- Drenajes y fugas de agua que drenan sobre los taludes

## **6.17.-RECOLECCIÓN Y REVISION DE INFORMACIÓN EXISTENTE**

Para efecto de los trabajos a realizarse se ha considerado la información existente en los archivos de la Junta de Recursos Hidráulicos (JRH), el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el Instituto Geográfico Militar (IGM), Dirección Nacional de Geología y el Consejo provincial de Manabí, entre las instituciones más representativas que guardan relación con los trabajos a realizarse.

Entre la información extraída constan:

- Carta Geográfica MV-C2 Jipijapa 3489-I, que contienen curvas de nivel con intervalos de 40m y curvas de nivel suplementarias de 20m, a escala 1:50000.
- Mapa Geológico Hoja N° 3 Jipijapa, de la Dirección General de Geología y Minería (DGGM), que contiene las formaciones geológicas, a escala 1:100000.
- Registros pluviométricos estaciones del INAMHI.
- Planos de Isoyetas y Déficit hídrico de Manabí.

Con la recopilación de la información indicada, se procedió a realizar la verificación de dicha información, a través del reconocimiento de campo con los especialistas que conforman el equipo técnico del proyecto. Se anexan fotos de las laderas inspeccionadas.

Con la información recopilada, se procederá a la planificación de la investigación, así como de los trabajos de campo pertinentes que permitan establecer la metodología más adecuada para la determinar la vulnerabilidad de las laderas por los efectos erosivos provocados por lluvias intensas y por ende la desestabilización de laderas en la ciudad de Jipijapa.

### ✓ HIDROLOGIA

Tablas para cálculo de las curvas intensidad-duración-frecuencia de las diversas estaciones.

Tablas de ecuaciones pluviométricas de las estaciones.

Hidrograma de creciente para diferentes periodos de retornos.

Tablas de lluvias máximas diarias anual.

(VER ANEXO)

✓ CARTOGRAFIA

Planos

(VER ANEXO)

## 6.18. SINOPSIS DE MÉTODOS DE FÁCIL APLICACIÓN PARA MEDIR Y/O

### ESTIMAR EROSIÓN HÍDRICA

Métodos	Características	Ventajas Comparativas	Recomendaciones
<b>Clavos y rondanas</b>	Clavos o varillas enterrados en la superficie para medir la lámina de suelo erosionada	Sencillo, fácil de instalar y de tomar datos puede ser realizada por el productor. Las varillas pueden instalarse en cualquier pendiente y terreno. Materiales son reutilizables	Sobrestima pérdidas de suelo debido a la micro localización de los clavos. Debe cambiarse con otros métodos o validarse en el área específica para lograr una estimación, confiable.
<b>Transecto de Cárcavas</b>	Se mide longitud de la cárcava y se divide en transectos de igual dimensión.  Medición al menos en dos momentos, antes y al finalizar el período lluvioso.  Sección transversal es estimada de acuerdo a la forma de la cárcava: U ó V	Materiales para realizar la actividad de campo y de gabinete son sencillos y de bajo costo. Procedimiento matemático es simple y las formulas sencillas.	Puntos de referencia bien ubicados identificarlos al inicio y final de medición. Manejo ordenado de la información y hacer cálculos inmediatamente después de la recopilación de datos. Elaborar un esquema gráfico de la cárcava y de ubicación de cada transecto, evita confusión. Si no se diseña de acuerdo a períodos de retorno esperados puede sub-dimensionarse.
<b>Trampas de erosión</b>	Pequeñas estructuras para captar los sedimentos.	Necesita recolectar sedimentos con frecuencia de lluvia	
<b>Valoración del daño por erosión actual</b>	Parcelas delimitadas por barreras físicas.  Elaboración de mapa de daños de erosión. Toposecuencia de la erosión		

<b>Perfil de suelos</b>	Comparación de perfiles, con el propósito de estimar las pérdidas de los suelos por efectos de la erosión laminar (describe un perfil modal que servirá de patrón)	Fácil de aplicar, no requiere equipo costoso y rápida estimación. Evaluación a largo plazo de la erosión. Indica causas de la erosión en las condiciones donde se realiza. Práctico no necesita de datos de laboratorio. Puede ser ejecutado por técnicos que tenga conocimientos básicos de morfología de suelos, solamente se necesita de un palín y un barreno.	Estima pérdidas a nivel de finca y de cuenca. Precisión disminuye a mayor cobertura vegetal o complejidad de los rasgos. Sólo evalúa el daño actual no la degradación. Exactitud de los resultados dependen de la experiencia de campo del personal técnico que la realice. Debido a necesidad de contar con un perfil modal no alterado, puede ser difícil encontrarlo en todas las condiciones de campo.
<b>Métodos</b>	<b>Características</b>	<b>Ventajas Comparativas</b>	<b>Recomendaciones</b>
<b>Entrevistas con agricultores</b>	Estimación cualitativa a partir de la apreciación que el agricultor tiene al respecto de la erosión. La entrevista puede ser informal o formal (guía de preguntas).	Añade una dimensión social al estudio de la erosión, conocimiento de la actitud hacia la erosión por parte de los agricultores. Apreciación de la evolución de los fenómenos erosivos en las últimas décadas.	Usarse complementario con métodos de medición directa. Tener cuidado con introducción de sesgos en la formulación de las preguntas o en las interpretaciones de las respuestas. Es preferible entrevistar en el campo observando los fenómenos erosivos. Precisión de la información limita el uso en análisis científico. Tamaño de muestra debe de ser grande. Información obtenida es voluminosa por lo que se requiere disponer de equipos y programas de computación. Requiere multidisciplinario
<b>Rendimientos históricos</b>	Determina rendimientos de un cultivo o sistemas de cultivo a través del tiempo. Estima magnitud de degradación de suelos por erosión hídrica. Comparación de rendimientos entre agricultores que realizan o no conservación	Obtención de información en corto tiempo. Obtención de información real de costos de producción y de valor de la cosecha. Bajo costo y fácil aplicación Involucrar al agricultor permite sus apreciaciones directas de degradación. Mide la lámina de suelo pérdida por intervención humana. Cuando, está cubierto por vegetación no se determinan las pérdidas de suelo, las cuales a su vez se anulan cuando hay cobertura vegetal.	

<b>Micro relievimetro</b>	Mide los cambios en la microtopografía del terreno mediante evaluaciones sucesivas (semanal, mensual etc.) y los relaciona como láminas de suelo perdido en el período considerado.		Si se hace con marco metálico y varillas de aluminio es un poco costoso pero se puede hacer en madera. Estudia la evolución del proceso de erosión del suelo bajo diferentes manejos. Estudia el proceso de sedimentación de acequias de ladera o canales de desviación. Mide rugosidad del suelo
-------------------------------	---	--	--

- **Método mejorado**

Debido a las dificultades mencionadas al método se pueden realizar varias modificaciones para poder ser adaptado a las características topo gráficas de la región.

Se utilizan varillas de hierro liso de 3/8 de diámetro y 50 cm de largo, se marcan al centro (25 cm), con un anillo rojo de aproximadamente 10 cm. de ancho. La varilla marcada se introduce en la tierra hasta la marca de los 25 cm., de manera que la parte inferior del anillo toque ligeramente la superficie del suelo. Se colocan a distancias de 5 metros formando un transecto.

- **Materiales del método mejorado**

Los materiales para el montaje del método son fáciles de adquirir y de costo módico.

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Hierro liso de 3/8	1 qq
Pintura	1/2 galón (cualquier color menos verde)
Cinta métrica	1 de 10 mts
Tabla de campo	1 con papel

- **Cuantificación de pérdidas**

La cuantificación de los resultados se hace a través de la siguiente fórmula:

$$P = H * A * DAP$$

Donde:

**P**= pérdida de suelo

**H**= altura de la lámina pérdida

**A**= área medida

**DAP**= densidad aparente

Para complementar el análisis de los resultados se debe tomar en cuenta los registros de las precipitaciones que se dieron en el período que duró la investigación y correlacionarla con la cantidad de suelo perdido.

- **Ventajas del método**

- 1) Es un método sencillo y fácil de aplicar
- 2) La toma de datos es según la disponibilidad de tiempo del investigador
- 3) La toma de datos puede ser realizada por el mismo productor
- 4) Las varillas pueden instalarse en cualquier pendiente y terreno
- 5) Los materiales son reutilizables
- 6) El método puede combinarse con otros métodos con el mismo propósito

- **Recomendaciones del método**

- 1) Las varillas se deben instalar después de las primeras labores de siembra (cuando aún no han caído las precipitaciones más fuertes)

2) En fincas privadas la aplicación del método requiere de recomendaciones especiales al productor:

- a) Al momento del corte y deshierba se debe resguardar un radio de aproximadamente 10 cm, con el fin de no dañar los clavos al realizar labores agrícolas.
- b) El tráfico de personas al área de estudio debe ser limitada.
- c) Resguardar las áreas de estudio del pisoteo de animales pesados.

3) Se recomienda hacer las respectivas mediciones después de aguaceros fuertes, donde es más notorio las variaciones en los datos.

#### **6.18.1.-Aplicaciones**

El método por la sencillez y costos módicos en la instalación ha sido utilizado en diferentes países de Centroamérica (El Salvador, Costa Rica, y Honduras). Sin embargo, hasta el momento no se ha encontrado documentos sobre estudios concretos para valorar su efectividad en estos países.

Por lo tanto, nos basaremos en algunas investigaciones realizadas en Nicaragua donde se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Somarriba (1989) cuantificó la pérdida de suelo en ocho parcelas con pendientes diferentes y cultivos diversos.

**Cuadro 1. Riesgos de erosión laminar de acuerdo a las pérdidas de suelo propuesta por la FAO (1980).**

<b>Grado</b>	<b>Pérdida de suelo Ton/ha/año</b>	<b>Riesgo de erosión</b>
<b>1</b>	<b>&lt;0.5</b>	<b>Normal</b>
<b>2</b>	<b>0.5 – 5.0</b>	<b>Ligera</b>
<b>3</b>	<b>5.0 – 15.0</b>	<b>Moderada</b>
<b>4</b>	<b>15.0 – 50.0</b>	<b>Severa</b>
<b>5</b>	<b>50.0 – 200.0</b>	<b>Muy severa</b>
<b>6</b>	<b>&gt;200</b>	<b>Catastrófica</b>

Mendoza y Tinoco. 1994. Evaluaron la efectividad de las obras de conservación de suelos (Terrazas de bordos y Cultivos en curvas a nivel), utilizando el método de clavos y rondanas mejorado, obteniendo las siguientes conclusiones:

- ✚ El método es funcional para la cuantificación de la erosión.
- ✚ El método evaluado en lugares con terrazas demostró que éstas contrarrestan el proceso erosivo.
- ✚ Los resultados de la erosión fueron menores donde existían terrazas acompañadas con buenas prácticas agronómicas, en comparación con los lugares donde habían solo terrazas.
- ✚ Los resultados de la investigación fueron mejores donde el mantenimiento de las terrazas aseguran el buen funcionamiento de esta.
- ✚ En los sitios con cultivos anuales se incrementó el proceso erosivo.

A la vez Mendoza (1994), utilizando el mismo método mejorado evaluó la pérdida de suelos en terreno con pendientes diferentes, cultivos diversos, diferentes épocas y en terrenos protegidos con terrazas de bordos (Cuadro 3), llegando a concluir que: el método clavos y arandelas es efectivo para cuantificar la pérdida de suelo en terrenos con cultivos agrícolas.

Sobre las técnicas de CSA aplicadas se concluye:

- ✚ Los cultivos estudiados demuestran que son efectivos para utilizarse en la disminución de pérdidas de suelos, cuando son acompañados por algunas prácticas culturales y mecánicas (curvas a nivel, terrazas, etc.)
- ✚ En las pendientes más fuertes y cultivadas con piña y plátano la pérdida de suelo aumento en la época de postrera debido a que las precipitaciones fueron mayores y por qué el productor deshiera dejando los surcos descubiertos

- **TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA**

Para la cuenca del Río Jipijapa y sus aéreas circundantes existe la cartografía del Instituto Geográfico Militar, IGM, en escala 1:50000, dada por las cartas denominadas como Jipijapa y Membrillal.

Adicionalmente se cuenta con las cartas del mismo IGM en escala 1:250000, para este caso la denominada Portoviejo.

Considerando que el área aportante de la cuenca del Río Jipijapa (en la desembocadura al mar) es de aproximadamente  $216,25 \text{ km}^2$ , y de la subcuenca en el sitio de ingreso a la ciudad de Jipijapa de solo  $18 \text{ km}^2$ , resulta más práctico trabajar con las cartas en escala 1:50000, conforme se presenta en la Figura N° 1.

También se cuenta con un plano topográfico de la ciudad de Jipijapa, útil para el diseño de ciertas obras como las de protección de los bancos del río que actualmente se están implementando.



## **7.- HIPOTESIS**

### **7.1 Hipótesis General**

- ❖ Estudios para el control de erosión que han incidido en las colinas que circundan la zona urbana de la ciudad de Jipijapa.

### **7.2 Hipótesis Específica**

- ✓ La información geología, geomorfología y tectónica de la ciudad de Jipijapa y sus colinas, determinar la información hidrológica necesaria para la aplicación de la metodología para la medición de la erosión de suelo.
- ✓ Los parámetros relativos a la precipitación y el escurrimiento que sirven como insumo para el análisis de riesgo a la erosión, deslizamientos de suelo, protección de cauces.
- ✓ Las laderas pobladas de la ciudad de Jipijapa presenta problemas de erosión.

## 8.- DISEÑO METODOLOGICO

La erosión representa un peligro latente a la población del cantón Jipijapa, razón por lo que debemos iniciar revisando la clasificación que para el efecto realizo, COOPI (Italia) y OXFAM (Reino unido) a nivel País.

La vulnerabilidad de una comunidad depende de un conjunto variado de factores sociales, culturales y económicos (como por ejemplo, el tipo de construcción, la escolaridad de la población, etc.) y de su exposición a eventos potencialmente perjudiciales (como las amenazas de origen natural). Las capacidades locales (organizaciones comunitarias, organizaciones externas de apoyo como las ONG's, organismos científicos de monitoreo de las amenazas, etc.) también influyen directamente sobre la vulnerabilidad de una comunidad. Una comunidad vulnerable, expuesta a peligros y con pocas capacidades está en situación de RIESGO1. La información utilizada para caracterizar la vulnerabilidad de los cantones proviene del **SIISE** y el análisis de las capacidades locales de entrevistas a informantes calificados.

La información que tomamos se basa en seis amenazas naturales de importancia como son: terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, sequías, derrumbes y tsunamis. Tratándose de un análisis de todo el territorio nacional, no se tomaron en cuenta otros fenómenos cuya extensión es principalmente local (heladas, vendavales, granizadas, incendios forestales, salinización de tierra).

De este estudio revisaremos el Mapa de nivel de amenazas por cantón. Los cantones fueron categorizados en una escala en función de la probabilidad, peligrosidad y extensión de cada

uno de los peligros a los que están expuestos. Los valores de cada amenaza que varían de 0 a 3 ó de 0 a 2 fueron luego sumados para determinar un grado o nivel final de exposición de los cantones a peligros de origen natural. El mapa final retrata esta medida del grado sintético de amenazas por cantón.

La metodología a seguir para conseguir el objetivo propuesto, depende de las características fisiográficas de la zona bajo estudio y del tipo de información existente, la que en términos generales para el presente caso contempla lo siguiente:

- Recopilación de información existente relativa a: topografía y cartografía, hidrometeorología, tipo y uso de suelo, informes sobre estudios existentes.
- Análisis y procesamiento de información, particularmente pluviométrico.
- Elaboración de Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (I- D- F) de lluvias, para las estaciones seleccionadas., que se estima tienen influencia en el área de estudio, cuyos resultados constituyen la base para determinar el escurrimiento, ante la ausencia de datos registrados.
- Definir hidrógramas de crecientes para periodos de retorno seleccionados, utilizando métodos basados en la relación lluvia - escurrimiento.
- Análisis de la información recopilada y que es de diferente índole y muy variada en algunos aspectos, cuya disponibilidad en *la* mayoría de los casos a constituir un verdadero problema conseguirla obligando a ser ingenioso en la búsqueda de la misma.- Esta información tiene que ver con la topografía y cartografía, hidrometeorología, tipo y uso del suelo, etc.

### **8.1.-Plan de acción**

- Visita y reconocimiento de estudio. Área urbana de jipijapa
- Definición de la ubicación de la parcela de acuerdo a la metodología aplicarse
- Construcción de las parcelas de acuerdo a la metodología
- Captura de información in situ (parcelas)
- Equipo a utilizarse:
  - Materiales de oficina
  - Equipo: Computador, GPS, cinta, cuartones, tiras, clavos, arandelas
  - Software: AutoCAD
  - transporte para visita de campo (camioneta alquilada)
  - herramienta e insumo
  - 2 oficiales implementación experiencia en campo
  - otros gastos
- Proceso de información y aplicación de la metodología

## **8.2. DESARROLLO Y EJECUCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN**

### **8.2.1.- Reconocimiento de la zona de Estudio**

Para poder efectuar el reconocimiento de la zona e iniciar, la toma de información de campo que permita obtener datos que procesados nos den a conocer el efecto del fenómeno de la erosión en nuestra ciudad de Jipijapa. Iniciamos con recorrido e inspecciones y toma de datos de cada uno de las laderas de la zona urbana la misma que es la zona a ser

analizada para cuyo efecto se visitó cada ladera siendo identificada y ubicada las mismas en el plano IGM.

### **8.2.2.- Inventario de laderas**

Procesamiento de información de campo, geo-referenciación, compilación de información, y obtención de resultado en oficina.

Existe riesgo sísmico en la ciudad de Jipijapa corresponden a la Formación Tosagua que son de origen marino con altos, contenidos de sales, precipitados de yeso y problemas de expansibilidad.

Las laderas que forman parte los cerros de la ciudad de Jipijapa tienen pendientes variables, están poco protegidos con vegetación, expuestos a procesos ambientales, y sufren deslizamientos cuando se saturan en época lluviosa.

### **ANEXOS**

Plano con detalles de las laderas inspeccionadas (Rumbo y Buzamientos)

<b>CUADRO DE RUMBOS Y BUZAMIENTO DE ESTRATOS (LADERAS DE JIPIJAPA)</b>					
<b>SECTOR</b>	<b>RUMBO/BUZAMIENTO</b>	<b>COORDENADAS</b>		<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA</b>	<b>RUMBO LADERA</b>
		<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>		
SECTOR 1 RICARDO LOOR 1 S1-L25	N32°E/20°SE	548.550,00	9.851.844,00	TOSAGUA	N12°E
SECTOR 2 RICARDO LOOR 2 S1-L27	N25°E/12°SE	548.768,00	9.851.874,00	TOSAGUA	N80°W
SECTOR 1 <sup>ERO</sup> NOVIEMBRE S1-L35	N48°E/22°SE	548.422,00	9.852.412,00	TOSAGUA	N12°W
SECTOR JESUS DEL GRAN PODER S1-L31	N30°E/8°NE	548.254,00	9.852.076,00	TOSAGUA	N10°W
SECTOR BARRIO 8 DE ENERO S2-L01	N42°W/20°NE	546.559,00	9.851.164,00	TOSAGUA	N20°E
SECTOR PARRALES IGUALES S8-L07	N10°E/15°NW	545.660,00	9.849.792,00	TOSAGUA	N20°W
MIRADOR DE SAN ANTONIO S8-L10	SUR HORIZONTAL	545.765,00	9.849.588,00	ANGOSTURA	N10°E
SECTOR EL PARAISO S8-L10	N36°0/20°NW			TOSAGUA	
SECTOR EL BY-PASSES S9-L16	N28°E/20°SE	546.617,00	9.852.740,00	TOSAGUA	N80°W
SECTOR 70 PUÑALADA	N60°E/30°SE	546.876,00	9.852.536,00	TOSAGUA	

SECTOR	RUMBO/BUZAMIENTO	COORDENADAS		FORMACIÓN GEOLÓGICA	RUMBO LADERA
		ESTE	NORTE		
SECTOR TANQUE CDLA. BELLAVISTA S9-L02	N60°E/30°SE	546.739,00	9.853.624,00	TOSAGUA	N50°W
SECTOR CDLA. BELLAVISTA S9-L23	N50°E/15°NE			TOSAGUA	
SECTOR CRISTO DEL CONSUELO S9-L26	N74°E/15°NO	546.570,00	9.852.028,00	TOSAGUA	
SECTOR CRISTO DEL CONSUELO S9-L25	N50°W/30°NE	546.130,00	9.851.926,00	TOSAGUA	N10°W
SECTOR 3 S3-L13	N40°W/25°NE	548.430,00	9.851.360,00	TOSAGUA	N40°W
SECTOR 3 S3-L09	N40°E/25°NW	548.092,00	9.851.364,00	TOSAGUA	N70°E
SECTOR 3 S3-L04	N80°E/25°NW	547,833,00	9,851,054,00	TOSAGUA	N30°W
SECTOR 4 S4-L03	N80°E/25°NW	547,683,00	9,851,156,00	TOSAGUA	N70°E
SECTOR 1ER NOVIEMBRE S1-L45	N20°E/45°SE	548.399,00	9.852.574,00	TOSAGUA	N12°W
SECTOR MIRADOR SAN ANTONIO S8-L06	N40°-70°W/20°-24°N	545.404,00	9.849.736,00	TOSAGUA	N10°E
SECTOR RICARDO LOOR 2 S1-L27	N25°E/12°SE	548.768,00	9.851.874,00	TOSAGUA	N80°W

SECTOR RICARDO LOOR 1 S1-L25	N32°E/20°SE	548.550,00	9.851.844,00	TOSAGUA	N12°E
<b>SECTOR LADERA</b>	<b>RUMBO/BUZAMIENTO</b>	<b>COORDENADAS</b>		<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA</b>	<b>RUMBO LADERA</b>
		<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>		
SECTOR RICARDO LOOR 1 S1-L24	N12°E/18°SE	548.448,00	9.851.890,00	TOSAGUA	N80°W
SECTOR LAS CUMBRES S1-L20	N48°W/18°SW	547.930,00	9.852.124,00	TOSAGUA	N40°W
SECTOR CIUDADELA SAN VICENTE S1-L19	N-S/55°E	547.714,00	9.852.290,00	TOSAGUA	N-S
SECTOR CIUDADELA SAN VICENTE S1-L14	N-S/55°E	547.570,00	9.852.344,00	TOSAGUA	E-W
SECTOR CIUDADELA SAN VICENTE S1-L13	N-S/55°E	547.583,00	9.852.296,00	TOSAGUA	N10°E
SECTOR CIUDADELA SAN VICENTE S1-L15	N-S/55°E	547.570,00	9.852.344,00	TOSAGUA	N80°E
SECTOR CIUDADELA SAN VICENTE S1-L10	N-S/20°W	547.533,00	9.852.270,00	TOSAGUA	N-S
SECTOR CIUDADELA SAN VICENTE S1-L08	N30°W/24°NE	547.316,00	9.852.086,00	TOSAGUA	N33°E
SECTOR CIUDADELA RENATO BURGOS S1-L16	N60°E/22°N	547.678,00	9.852.690,00	TOSAGUA	N30°E
SECTOR CIUDADELA PARRALES Y GUALES S8-L09	N40°W/18°SW	545,822,00	9,849,810,00	CONTACTO ANGOSTURA TOSAGUA	N8°E

**8.2.3.- Inventario de estructura de hormigón armado con rejilla de hierro estructural ubicadas de manera generalizada en la zona urbana de la ciudad de jipijapa.**

Cuyo objetivo principal es la intercepción de flujos de lodos que se presentan durante la estación lluviosa en las diversas laderas de la ciudad con lo cual se mitiga el impacto sobre las diversas estructura existente.

(Anexo plano)

**8.3.-DEFINICIÓN DE LA UBICACIÓN DE LA PARCELA DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA APLICARSE**

Para efecto de iniciar el proceso de investigación y captura de datos se procedió escoger los sitios donde se ubicaron las parcelas o áreas a ensayarse y que son donde a continuación detallo:

By-Pass

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	3,80	1,30	0,44	0,55
2m	4,20	1,40	3,70	0,70
3m	4,39	1,20	0,99	0,64

Cdl. Eloy Alfaro

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,53	0,33	0,20	0,42
2m	2,30	0,20	0,20	0,28
3m	2,23	0,10	0,30	0,30

Av del Café

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,02	0,58	0,56	0,61
2m	2,07	0,30	0,77	0,62
3m	1,66	0,50	0,16	0,57





## 8.5.- CAPTURA DE INFORMACIÓN IN SITU (PARCELAS)

**Día Sábado 11 de Diciembre del 2010**

**hora de lluvia 9:30 - 9:45**

### By-Pass

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	3,80	1,30	0,43	0,55
2m	4,20	1,40	3,70	0,71
3m	4,39	1,20	0,99	0,65

### PARCELAS

1.-	0.5mm
2.-	_____
3.-	0.5mm

### PLUVIOMETRO

50ml

### Cdl. Eloy Alfaro

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,53	0,31	0,20	0,43
2m	2,30	0,19	0,20	0,26
3m	2,23	0,08	0,30	0,33

### PARCELAS

1.-	0,00
2.-	1mm
3.-	0,00

### PLUVIOMETRO

320 ml

### Av del Café

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,02	0,50	0,56	0,58
2m	2,07	0,30	0,77	0,64
3m	1,66	0,50	0,14	0,56

### PARCELAS

1.-	1mm
2.-	1mm
3.-	1mm

PLUVIOMETRO

400 ml

1° de Noviembre

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,00	0,15	0,40	0,26
2m	2,00	0,20	0,50	0,30
3m	2,00	0,25	0,50	0,28

PARCELAS

- 1.- 1mm
- 2.- 2mm
- 3.- 4mm- (3)3mm- 2mm

PLUVIOMETRO

400 ml

**día domingo 12 de Diciembre del  
2010**

**hora de lluvia 15:30 - 18:00 y 22:00 -**

By-Pass

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	3,80	1,20	0,40	0,65
2m	4,20	1,30	3,70	0,76
3m	4,39	1,20	0,99	0,66

PARCELAS

- 1.- 1mm
- 2.- observación: suelo a 3 mm sobre la cabeza del clavo
- 3.- 1 mm

PLUVIOMETRO

400 ml

Cdl. Eloy Alfaro

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,53	0,30	0,20	0,37
2m	2,30	0,00	0,20	0,25
3m	2,23	0,00	0,30	0,35

PARCELAS

- 1.- 0,00
- 2.- 1mm
- 3.- 0,00

PLUVIOMETRO  
320 ml

Av del Café

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,02	0,50	0,56	0,58
2m	2,07	0,30	0,77	0,64
3m	1,66	0,50	0,14	0,56

PARCELAS

- 1.- 1mm
- 2.- 1mm
- 3.- 1mm

PLUVIOMETRO  
400 ml

1° de Noviembre

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,00	0,15	0,40	0,26
2m	2,00	0,20	0,50	0,30
3m	2,00	0,25	0,50	0,28

PARCELAS

- 1.- 1mm
- 2.- 2mm
- 3.- 4mm- (3)3mm- 2mm

PLUVIOMETRO  
400 ml

**Día lunes 23 de enero del 2011**  
**hora de lluvia 12:30 - 15:00 y 18:00 - 19:00**

By-Pass

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	3,80	1,20	0,40	0,60
2m	4,20	1,30	3,70	0,73
3m	4,39	1,20	0,99	0,67

PARCELAS

- 1.- 0,00
- 2.- 2mm (1clavo)3mm
- 3.- 1 mm

PLUVIOMETRO

80 ml

Cdl. Eloy Alfaro

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,53	0,30	0,20	0,44
2m	2,30	0,00	0,20	0,31
3m	2,23	0,00	0,30	0,33

PARCELAS

- 1.- 1mm
- 2.- 1mm
- 3.- 0,00

PLUVIOMETRO

80 ml

Av del Café

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,02	0,50	0,55	0,54
2m	2,07	0,30	0,72	0,60
3m	1,66	0,50	0,14	0,52

PARCELAS

- 1.- 1mm
- 2.- 1mm (1clav)2mm
- 3.- 2mm

PLUVIOMETRO

140 ml

1  de Noviembre

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,00	0,10	0,40	0,23
2m	2,00	0,20	0,50	0,28
3m	2,00	0,25	0,45	0,27

PARCELAS

- 1.- 0,00
- 2.- 0,00
- 3.- 0,00

PLUVIOMETRO

220 ml

**Día lunes 29 de Enero del 2011**

**hora de lluvia 19:00 - 20:45 y 18:00 - 19:00**

**By-Pass**

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	3,80	1,20	0,40	0,54
2m	4,20	1,30	3,70	0,70
3m	4,39	1,20	0,90	0,65

**PARCELAS**

- 1.- 1mm (1clav)2mm
- 2.- 1mm (1clav)2mm
- 3.- 1 mm

**PLUVIOMETRO**

360 ml

**Cdl. Eloy Alfaro**

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,53	0,30	0,20	0,42
2m	2,30	0,00	0,20	0,30
3m	2,23	0,00	0,30	0,32

**PARCELAS**

- 1.- 1mm
- 2.- observación los moradores de este sitio retiraron la parcela
- 3.- 1mm

**PLUVIOMETRO**

550 ml

**Av del Café**

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,02	0,50	0,55	0,60
2m	2,07	0,30	0,72	0,60
3m	1,66	0,50	0,14	0,60

**PARCELAS**

- 1.- 1mm
- 2.- 1mm (1clav)2mm
- 3.- 1mm

**PLUVIOMETRO**

440 ml

1° de Noviembre

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,00	0,10	0,30	0,24
2m	2,00	0,20	0,50	0,28
3m	2,00	0,25	0,45	0,25

PARCELAS

- 1.- 1mm (1clav)2mm
- 2.- 1mm
- 3.- 1mm

PLUVIOMETRO

440 ml

**Día Martes 30 de Enero del 2010**  
**hora de lluvia 7:00 - 12:45 y 13:00 -**  
**19:00**

By-Pass

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	3,80	1,20	0,40	0,45
2m	4,20	1,30	3,70	0,75
3m	4,39	1,20	0,90	0,66

PARCELAS

- 1.- 1mm
- 2.- 1mm
- 3.- 1 mm

PLUVIOMETRO

2220 ml

Cdl. Eloy Alfaro

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,53	0,30	0,20	0,42
2m	2,30	0,00	0,20	0,30
3m	2,23	0,00	0,30	0,32

PARCELAS

- 1.- 1mm
- 2.- observación los moradores de este sitio retiraron la parcela
- 3.- 1mm

PLUVIOMETRO

1000 ml

Av del Café

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,02	0,55	0,50	0,52
2m	2,07	0,30	0,50	0,69
3m	1,66	0,50	0,10	0,69

PARCELAS

- 1.- 1mm
- 2.- 1mm
- 3.- 1mm

PLUVIOMETRO

1140 ml

1  de Noviembre

distancia	dist total del surco	margen izq	margen derech	altura (H)
1m	2,00	0,10	0,30	0,24
2m	2,00	0,20	0,50	0,28
3m	2,00	0,25	0,45	0,25

PARCELAS

- 1.- 1mm
- 2.- 0,00
- 3.- 0,00

PLUVIOMETRO

1240 ml

## 8.6.- MEDICIÓN DE EROSIÓN DEL SUELO

Aplicación del método para medición de erosión del suelo en zona de escasa vegetación.

Existen muchos métodos para medir la erosión del suelo, parte de ellos sofisticados y asociados particularmente a los cálculos matemáticos; sin embargo, hay métodos sencillos como es el caso de las chapas. Este método sólo es aplicable en **zonas de escasa vegetación**, como en áreas de suelos desnudos. La idea es colocar arandelas, dejándolas a ras del terreno o suelo. Se deben colocar siguiendo una cuadrícula con distancias no muy amplias como para obtener valores más exactos, por ejemplo, cada 5 metros. Después de ocurrido un aguacero se acudirá a la zona y se medirá la altura del pedestal formado por debajo de cada chapa (ocurre lo mismo que en las pirámides de tierra). Se determina el promedio de la altura de los pedestales y, por último, se multiplica por el área de la zona en estudio. El resultado será la pérdida de suelo estimada en metros cúbicos. Si se conoce el peso promedio del suelo, el resultado podrá expresarse también en kilogramos o en toneladas. Veamos un ejemplo:

Sea una zona de una hectárea, es decir de 10.000 metros cuadrados, donde obtuvimos un espesor promedio de 3 centímetros, es decir de 0,03 m. Aplicando la fórmula:

$$\text{Pérdida de suelo} = \text{Área} \times \text{Espesor}$$

$$\text{P.S.} = 10.000 \text{ m}^2 \times 0,03 \text{ m} = 300 \text{ m}^3$$

Cuando se trate de una zona muy lluviosa los pedestales bajo las chapas se vendrán abajo, y entonces será necesario emplear estacas graduadas.

En áreas cubiertas de vegetación se pueden utilizar bandejas o recipientes colocándolas al pie de las vertientes en estudio, justo donde desemboquen las aguas de arroyada. Al

cesar el flujo, se procede a determinar la cantidad de materiales atrapados en dichos recipientes.



**Sector 1° de Noviembre**



### **8.6.1.-Método aplicado**

#### *Métodos de clavos y rondanas*

El método de clavos y rondanas puede considerarse uno de los más sencillos y fáciles de aplicar para cuantificar las pérdidas de suelo ocasionadas por la erosión hídrica. Su efectividad ha sido validada en la Cuenca Sur del Lago de Managua, en terrenos con diferentes grados de pendientes y con cultivos diversos. El término rondana se toma como sinónimo de arandela, palabra más común en este país. Se utilizará la primera por estar reconocida desde el origen del método.

### **8.7.- PROCESO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN**

Proceso metodológico de la investigación que ejecutare tiene que ver con tecnología aplicable al medio, método que asido aplicado con éxito comprobado para este tipo de experiencia; la idea es colocar arandelas metálicas u otro tipo de material, enterrándolas a ras del terreno. Se deben colocar siguiendo una cuadrícula con distancias no muy amplias como para obtener valores más exactos, por ejemplo, cada 5 metros. Después de ocurrido un aguacero se acudirá a la zona y se medirá la altura del pedestal formado por debajo de cada chapa (ocurre lo mismo que en las pirámides de tierra). Se determina el promedio de la altura de los pedestales y, por último, se multiplica por el área de la zona en estudio. El resultado será la pérdida de suelo estimada en metros cúbicos. Si se conoce el peso promedio del suelo, el resultado podrá expresarse también en kilogramos o en toneladas.

### **8.8TIPOS DE ESTUDIO**

Este tipo de experiencia a aplicarse requiere de una logística de implementación y de toma de datos periódicos con especiales énfasis cuando los elementos que inciden sobre el fenómeno de erosión se presenten, lo que implicaría que el estudio a ejecutarse es de carácter Experimental.

## **8.9.-TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

Existen muchos métodos para medir la erosión del suelo, parte de ellos sofisticados y asociados particularmente a los cálculos matemáticos; sin embargo, hay métodos sencillos como es el caso de las chapas. Este método sólo es aplicable en **zonas de escasa vegetación**, como en áreas de suelos desnudos empleados en actividades agrícolas.

## **8.10.- DISEÑO ESTADÍSTICO**

- Datos pluviométricos dado en los eventos lluvias durante la experiencia
- Datos de alturas del material migrar durante eventos lluvias

## **8.11.-DISEÑO EXPERIMENTAL**

Ubicación geográfica de la investigación.

En la zona de la ciudad de Jipijapa geográficamente la que se encuentra entre las coordenadas son: 1° 20' Latitud Sur y 80° 35' Longitud Oeste

### **8.11.1.-Aplicación de la metodología en el campo y toma de información experimental.**

Procesamiento y obtención de resultados con los datos de campo y demás información compilada.

### **8.11.2-Métodos sencillos para medir la pérdida del suelo**

#### **Introducción**

La erosión hídrica causa pérdidas de suelo de gran magnitud que afecta el rendimiento de la producción agropecuaria. La información sobre los volúmenes de pérdidas de suelo es escasa, muy pocos esfuerzos se han destinado a la investigación en este campo.

Con la incorporación de nuevos actores en los procesos de validación y difusión de tecnologías ha surgido el interés por fundamentar de forma más precisa las acciones que están emprendiendo en la promoción de prácticas de Conservación de Suelo y su significado en términos económicos para los productores y para los países.

Se plantea como hipótesis que el impacto socioeconómico que se tendría al reducir la pérdida de suelos y aumentando sus niveles de fertilidad natural, sería significativo. Los costos de producción se reducirían al utilizar cantidades menores de fertilizantes sean químicos u orgánicos, la disponibilidad de alimentos y productos para el mercado se incrementaría y las fincas entrarían en una etapa dinámica hacia la capitalización.

El presente trabajo, pone a disposición los métodos más sencillos que se han encontrado, como opciones para que los técnicos que trabajan en la conservación de suelos puedan elegir el más adecuado a sus condiciones y capacidades técnicas y económicas. Conociendo la efectividad de las técnicas de conservación de suelo y agua que promueven y los índices de adopción de estas Técnicas se puede medir el impacto que se tiene a nivel de la producción de las áreas conservadas.

### **8.11.3.-Controlar**

- Tener métodos sencillos para medir las pérdidas de suelo ocasionadas por la erosión hídrica.
- Poner a disposición de la JRH y las Entidades que trabajan en Conservación de Suelos y Agua opciones metodológicas para medir la efectividad de las técnicas de CSA para reducir la erosión hídrica.
- **Tener control de la Erosión en las Laderas en las que se encuentran la infraestructura de La J.R.H tal como reservorios y acueductos para prevención de desastres naturales como consecuencia de lluvias intensas.**

- Contribuir con instancias de decisión con la generación de conocimiento de aplicación inmediata para la toma de decisiones en la conservación y manejo de las áreas vulnerables a través de la ejecución de obras que permitan la estabilidad permanente de las laderas con infraestructura de servicio sanitario.
- Disponer de un material para capacitación de técnicos y promotores que trabajan en ASEL. A fin de llevar registros que permitan tener información más completa del fenómeno erosivo de la zona y de esta manera poder realizar un mejor control del mismo. También puede ser utilizado con fines de docencia en universidades y escuelas técnicas.

## **9.- RECURSOS**

### **9.1 Materiales**

- Transportes
- Material de escritorio de oficina
- Herramientas menores

### **9.2 Recursos Humanos**

- Egresado de ingeniería
- Personal de apoyo
- Tutor

### **9.3 Recursos Institucionales**

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos -INEC-;
- Junta de Recursos Hidráulicos - JRH-;
- Ilustre Municipalidad de Jipijapa; Instituto
- Geográfico Militar –IGM-.

Recopilación de datos

### **9.4 Presentación de resultados.**

Para poner en práctica el método expuesto anteriormente, hemos escogido la cuenca del río Jipijapa, a la que hemos subdividido en 14 subcuencas, o unidades de estudio. El número de orden según la clasificación de Strahler oscila entre 2 y 4, llegando para todo el conjunto de la cuenca al orden 6.

La densidad de drenaje para la totalidad de la cuenca es de  $D = 3,15 \text{ Km/Km}^2$ , mientras que para cada una de las 14 subcuencas, la densidad de drenaje oscila entre 1,54 y 5,63  $\text{Km/Km}^2$ .

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo del valor medio de la erosión, son:

$$(1) \text{ Log Me} = 1,82818 \log D + 0,01769 \text{ ga} + 1,53034$$

$$(2) \text{ Log Me} = 2,7454 \log D + 0,006394\Psi + 1,55048$$

$$(3) \text{ Log Me} = 0,29561 D + 0,00743 \text{ ga} + 1,56102$$

$$(4) \text{ Log Me} = 0,33479 D + 0,15733 \Delta a + 1,32888$$

$$(5) \text{ Log Me} = 0,32474 D + 0,00794 \Psi + 1,43206$$

$$(6) \text{ Log Me} = 2,79687 \log D + 0,13985 \Delta a + 1,05954$$

En donde,

**Me**, cantidad de material erosionado (en  $\text{Tm/Km}^2/\text{año}$ )

**D**, densidad de drenaje (en  $\text{Km/Km}^2$ )

**ga**, densidad de anomalía jerárquica (sin unidades)

**$\Delta a$** , índice de anomalía jerárquica (sin unidades)

**$\Psi$** , pendiente media de los cursos (en %)

Queremos hacer constar que las seis ecuaciones que proponemos, han sido debidamente contrastadas con valores experimentales de la erosión en cuencas de características, tanto climatológicas como morfológicas, semejantes a la cuenca del río Jipijapa y, en

ningún caso, la correlación entre los valores calculados y los experimentados ha sido inferior a 0,9.

Antes de efectuar el cálculo de la erosión relativa para cada una de las 14 subcuencas en que hemos dividido la cuenca del río Jipijapa, vamos a realizar el cálculo para todo el conjunto de la cuenca, primero por el método propuesto por Fournier, basado fundamentalmente en el factor climático y luego, mediante las ecuaciones propuestas, basadas en la densidad de drenaje, con el fin de comprobar la magnitud de los resultados.

Recordemos que la ecuación propuesta por Fournier, es del tipo,

$$\text{Log Me} = 2,65 \log (p^2IP) + 0,461 \log (H^2IS) - 1,56$$

Para el cálculo del factor climático, hemos utilizado la estación pluviométrica de Sabadell, situada en el centro de la cuenca y de la que disponemos de datos abundantes (83 años), obteniendo un valor medio de

$p^2/P = 37,83$ . El factor orográfico, teniendo en cuenta que la superficie es de 221 Km<sup>2</sup> y la altura media son 400 metros, toma un valor de 723,98, por lo que el valor de la erosión, según el método de Fournier será de,

$$\text{Log Me} = 2,65 \log 37,83 + 0,461 \log 723,98 - 1,56$$

De donde  $\text{Me} = 8.701,65 \text{ Tm/Km}^2/\text{año}$

Si ahora efectuamos el cálculo basándonos en las ecuaciones dependientes de la densidad de drenaje, tenemos que los parámetros que precisamos, calculados sobre la cartografía a escala 1:50.000, toman los valores siguientes:

Densidad de drenaje:  $3,15 \text{ Km/Km}^2$

Densidad de anomalía jerárquica:  $g_a = 6,08$

Índice de anomalía jerárquica:  $\Delta a = 1,23$

Pendiente media de los cursos:  $\Psi = 9,98\%$

De donde:

$$Me_1 = 353,91 \text{ Tm/Km}^2/\text{año}$$

$$Me_2 = 386,26 \text{ Tm/ Km}^2/\text{año}$$

$$Me_3 = 344,64 \text{ Tm/ Km}^2/\text{año}$$

$$Me_4 = 377,56 \text{ Tm/ Km}^2/\text{año}$$

$$Me_5 = 342,16 \text{ Tm/ Km}^2/\text{año}$$

$$Me_6 = 421,96 \text{ Tm/ Km}^2/\text{año}$$

De donde  $Me = 371,08 \text{ Tm/ Km}^2/\text{año}$

Por los resultados obtenidos mediante la aplicación de los métodos, totalmente dispares, no es imposible conocer cuál de los dos es el que mejor se ajusta, o mejor dicho, cuál de los dos es el método válido para esta cuenca. Así pues, el método de calcular valores relativos de la erosión cobra fuerza al ser independiente del valor real de dicha erosión.

En el cuadro adjunto (Tab. 1), aparecen los datos utilizados para el cálculo de la erosión en cada una de las 14 sub-cuencas en que ha sido dividida la cuenca del río Jipijapa, así como los seis valores obtenidos para cada una de las seis ecuaciones propuestas, además del valor medio (Me)

y el valor relativo, que aparece en la última columna y que está calculado en base al valor medio de la erosión de la sub-cuenca reseñada con el número 30-H, que ha resultado ser la que ha dado un valor más bajo.

Cuadro 1. Pérdida de suelo en diferentes pendientes y cultivos

Parcela #	Cultivo	Pendiente %	Lámina perdida (mm)	Densidad aparente (dap)	Suelo perdido Ton/ha/año
1	Sin cobertura	10	14.5	1.11	160.95
2	maíz	15	11.5	1.18	135.7
3	Sin cobertura	5	9.4	1.1	103.4
4	Yuca	10	8.4	1.04	87.36
5	Maíz	7	7	0.99	69.3
6	Plátano	2	6.7	1.07	71.69
7	Maíz	4	6.6	1.06	69.96
8	frutales	5	0	-	0

En conclusión se puede decir que el método es aplicable a este tipo de condiciones. Si se observa el cuadro 2, y compara los resultados obtenidos con este método, se puede extraer que se trata de un método bastante confiable, los niveles de pérdida de suelo obtenidos son aceptables.

Cuadro 2. Riesgos de erosión laminar de acuerdo a las pérdidas de suelo propuesta por la FAO (1980).

Grado	Pérdida de suelo Ton/ha/año	Riesgo de erosión
1	<0.5	Normal
2	0.5 – 5.0	Ligera
3	5.0 – 15.0	Moderada
4	15.0 – 50.0	Severa
5	50.0 – 200.0	Muy severa
6	>200	Catastrófica

Con los resultados obtenidos ha sido confeccionado el mapa que aparece al final del presente trabajo y que es la síntesis del mismo. Para ello, hemos dividido el poder de erosión en seis categorías distintas. La primera, que designaremos como:

**Categoría A**, comprende las sub-cuencas en las que la erosión relativa oscila entre 1,01 y 2,99 veces la erosión de la cuenca 30-H; en este grupo aparecen 10 sub-cuencas todas ellas situadas prácticamente en la zona baja de la cuenca.

**En la categoría B**, la erosión relativa oscila entre 3,00 y 4,99, en la que se hallan 12 sub-cuencas situadas en la zona media baja de la cuenca.

**La categoría C**, entre valores de 5,01 y 6,99, está formada por 6 sub-cuencas situadas en su mayoría en la zona media y, finalmente, la **categoría F**, con una erosión relativa superior a 16,00 está integrada por una sola sub-cuenca, la número 11, como consecuencia del alto valor de su densidad de drenaje, que es el factor que más influye en conseguir valores elevados de erosión

#### **ÁREA DE DRENAJE:**

Es el área plana horizontal de la cuenca del río, incluida entre su divisoria topográfica.<sup>1</sup>

$$A = 50562148.48 \text{ m}^2 = 50.562 \text{ Km}^2$$

$$\text{Perímetro} = 39403.35 \text{ m} = 39.403 \text{ Km}$$

#### **Forma de la cuenca:**

Esta característica se relaciona con el tiempo de concentración, el cual es el tiempo necesario desde el inicio de la precipitación, para que toda la cuenca contribuya a la sección de la corriente de estudio.

- Coeficiente de compacidad (Kc): es la relación entre el perímetro de la cuenca u hoyo y la longitud de la circunferencia de un círculo de área igual a la de la cuenca.

$$Kc = 0.28 * P / A^{1/2}$$

$$Kc = 0.28 * 39.403 / (50.562)^{1/2}$$

$$Kc = 1.552$$

- Factor de la forma (Kf): es la relación entre el ancho medio y la longitud axial de la cuenca. La longitud axial de la cuenca se mide cuando se sigue el curso de agua más largo de la desembocadura hasta la cabecera más distante en la cuenca.

$$Kf = A / L^2$$

$$L = \text{longitud axial de la cuenca.} = 12953.79 \text{ Km}$$

$$Kf = 50.562 / (12953.79)^2$$

$$Kf = 0.3013 \text{ Está sujeto a crecidas}$$

### Densidad de drenaje:

Es la relación entre la longitud total de los cursos de agua de la cuenca y su área total.

$$Dd = L / A$$

$$L = \text{Longitud del drenaje}$$

$$A = \text{área de la cuenca}$$

$$Dd = 102.334 \text{ Km} / 50.562 \text{ Km}^2$$

$$Dd = 2.03 \text{ Km}$$

### Extensión media de la escorrentía superficial:

Es la distancia media en que el agua de lluvia tendría que escurrir sobre los terrenos de una cuenca.

$$l = A/4L$$

$l$  = extensión media de la escorrentía superficial en Km.

$L$  = longitud total de las corrientes de agua en la cuenca en Km

$A$  = área de drenaje total en Km<sup>2</sup>

$$l = 50.562 \text{ Km}^2 / 4 * 102.334 \text{ Km}$$








$$l = 0.1235 \text{ Km}$$

### Pendiente

Rangos de valores de las pendientes en grados y su clasificación:

#### RANGO EN GRADOS

#### CLASIFICACION

Pendiente entre 0 – 2	Plana o casi plana	
Pendiente entre 2 – 4	Suavemente inclinada	
Pendiente entre 4 – 8	Inclinada	
Pendiente entre 8 – 16	Moderadamente pendiente	
Pendiente entre 16 – 35	Pendiente	
Pendiente entre 35 – 55	Muy pendiente	
Pendiente mayor de > 55	Extremadamente pendiente	



Este método consiste en determinar la distribución porcentual de de las pendientes de los terrenos por medio de una muestra estadística de las pendientes normales a las curvas de nivel de un número grande de puntos dentro de la cuenca.

*Los pasos de este método son los siguientes:*

- Según el número de puntos que se quiera definir (por lo menos 7 puntos), trazar cuadrículas sobre el área de drenaje con espaciamiento adecuado. Cada uno de los puntos de intersección de dichas cuadrículas define una pendiente del terreno determinada.
- Trazar la línea de nivel correspondiente a dicho punto, por medio de las líneas de nivel inmediatamente inferior y superior. Dicho paso se ejecuta por interpolación.
- Trazar una tangente a la línea de nivel por ese punto sobre la proyección horizontal o área plana de la cuenca.
- Trazar una perpendicular a la tangente trazada anteriormente, también sobre la proyección horizontal o área plana de la cuenca.
- Sobre la perpendicular trazada en el punto anterior, trazar un perfil del terreno. Dicho perfil define la pendiente correspondiente al punto en consideración

Esquemáticamente la situación se aclara de la siguiente manera:

- Teniendo la pendiente de todos los puntos definidos por las cuadrículas, se clasifican dichos valores por intervalos de clase. El número de tales intervalos está en relación con el número  $n$  de puntos obtenidos, pero en general no debe ser menor de un valor comprendido entre 5 y 10. Según la ley de Sturges, el número de intervalos  $K$  de una muestra de tamaño  $n$  es:



Al valor de la pendiente menor encontrada corresponde el ciento por ciento de la frecuencia acumulada. Dicha frecuencia acumulada representa el porcentaje del tiempo en que una pendiente determinada es igualada o excedida. Al valor de la pendiente mayor encontrada corresponde un valor de frecuencia acumulada igual a uno dividido por el número de ocurrencias, y este valor expresado en porcentaje.

<b>TERRENO</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Plana o casi plana	20
Suavemente inclinada	15
Inclinada	16
Moderadamente pendiente	26
Pendiente	10
Muy pendiente	8
Extremadamente pendiente	5

Se acostumbra presentar la curva de distribución de pendientes de una cuenca teniendo como ordenadas las pendientes en escala logarítmica y como abscisas las frecuencias acumuladas en escala aritmética

La pendiente media se define como la pendiente que ocurre el 50% del tiempo.

Otro método para determinar la pendiente ponderada de una cuenca tiene como punto de partida sus curvas de nivel.

### **Pendiente media**

$$S = D * L_l / A$$

*Donde:*

$A = \text{área total de la cuenca en Km}^2$

$S = \text{pendiente promedio de toda la cuenca}$

$d_i = \text{ancho promedio de la banda en Km}$

$D = \text{diferencia de cotas de las curvas de nivel en Km}$

$L_L = \text{longitud total de todas las curvas de nivel en la cuenca en Km}$

$$S = .020 * 580.210 / 50.562$$

$$S = 22.95 \%$$

**CUADRO RESUMEN DE COEFICIENTES Y FACTORES PARA  
LA CUENCA DEL RIO JIPIJAPA**

**Área de drenaje**      50,56 Km<sup>2</sup>

**Perímetro**                      39,403 Km

**FORMA DE LA CUENCA**

**Coefficiente de compacidad (Kc)**                                      1,552

**Factor de forma (Kf)**    0,3013

**Densidad de drenaje (Dd)**    2,03 Km/Km<sup>2</sup>

**Extensión media de la escorrentía superficial**      0,1235 Km

**Pendiente media**    22,95%

## **10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **10.1.-CONCLUSIONES**

En base a los resultados antes descritos, se puede concluir que utilizando el método de clavos y rondanas se obtienen datos con alto grado de confiabilidad para cuantificar las pérdidas de suelo. El método se puede utilizar con otros métodos para establecer comparaciones en los resultados y el presente trabajo trata utilizar tecnología aplicada al medio o materiales de fácil obtención lo que posibilita el proceso de investigación.

Las características naturales y sociales más susceptibles a aumentar o disminuir rápidamente el riesgo de una región dada, son la lluvia, el buzamiento de las rocas, calidad de la roca, profundidad del lecho rocoso, el sismo histórico y el deterioro de la ladera causado por el hombre y su acción antrópica, lo que determinan procesos erosivos que afectan seriamente la estabilidad de las mismas generándose un desequilibrio del entorno natural, provocando un conflicto naturaleza – hombre.

Al producirse este conflicto, se requiere tomar medidas de remediación y mitigación que minimicen el impacto y su efecto sobre el hombre.

Este tipo de medidas de carácter ingenieril, en nuestro caso hemos determinado que es necesario emprender estudios puntuales y específicos para laderas que se han encontrado falladas y con deslizamientos activos, las que representan amenaza seria tanto al afectarse estructuras físicas de Sistemas de saneamiento, viales, viviendas y con el potencial costo de vidas humanas.

Por lo que es necesario, determinar soluciones definitivas que detengan estos procesos y que hagan de la zona urbana de la ciudad de Jipijapa áreas seguras para sus habitantes.

En tal virtud se concluye que es menester implementar por parte de los estamentos correspondientes, un plan de acción que considere un inventario de todos los sectores

vulnerables, su grado de riesgo para priorizar las soluciones, emprender estudios ingenieriles serios, que determinen el tipo de las mismas, las que pueden ser desde: la construcción de disipadores de energía, muros de contención, reforestación, sistemas de drenajes y evacuación de aguas lluvias en las zonas altas de las laderas, construcción de cunetas y demás obras de protección que estos determinen.

## 10.2.-RECOMENDACIONES

- Para la población se recomienda que en el futuro se realicen trabajos comunitarios para mejoramiento del entorno tales como reforestación de las fuentes de agua y embellecimiento de las vías, mejoramiento de taludes y drenajes para encausamiento de descargas de aguas lluvia, mantenimiento rutinario de los taludes y muros de protección.
- Para detener la erosión que causa deslizamientos evite quemas y talas, surcos en el sentido de la pendiente.
- **Recomendaciones para los sitios de posible mayor afectación los reservorios**
- **Estudios Geotécnicos puntuales para evaluar y determinar cualitativa y cuantitativamente el grado de riesgo y diseñar soluciones específicas para cada uno de los casos:** Durante el desarrollo del estudio se determinaron taludes afectados por acciones antrópicas que hacen que la manifestación de procesos erosivos por medianos que sean, activan potenciales deslizamientos, constituyéndose en eminente peligro para estas estructuras (Reservorios, acueductos y viviendas). Que pueden ser afectadas en su integridad física muy seriamente, al perderse la estabilidad de las terrazas que los sustentan, motivado esto por ser sus suelos muy poco competentes (poca resistencia).
- **La Mona.-** Hay dos Reservorios la parte más baja del Cerro La Mona. Deberá analizarse dicha ubicación del tanque más cercano a la orilla del talud, de tal manera que se determine el grado de seguridad al deslizamiento del terreno entre el borde del cerro y el tanque, y determinar de ser necesario las obras requeridas para dar seguridad a la estabilidad del mismo o la necesidad de reubicarlo.
- **Cristo del Consuelo.-** Debe investigarse las grietas que existen en la parte superior, en la calle que pasa frente a la Iglesia del Cristo del Consuelo, y otras que se observaron en el pavimento longitudinales a la vía.
- **San Vicente.-** El estudio geotécnico a realizarse en esta ladera (28° al SW) debe considerar la altura de relleno adecuado de acuerdo al análisis de su estabilidad y reconformar el mismo de acuerdo a lo que indique el estudio.-

Ladera en la cual se ve claramente que han depositado material de desalojo suelto. Este cerro San Vicente, está conformada por lutitas compacta de la Formación Tosagua similar a la de muchas otras aquí en Jipijapa sobre la cual hay un estrato superficial de la Formación. Charapotó que son Lutitas calcáreas, muy fracturadas y deleznales, y que de ninguna manera es adecuada para rellenos de infraestructuras de H.A. Estos desalojos tal como se vienen haciendo, deben ser controlados y prohibidos. Debe estudiarse y determinarse un botadero para estos tipos de materiales.

- **Debe ejecutarse con carácter de Urgente obras de Control de drenajes y de infiltración del agua, tanto en roca como en suelos, es imperativo construir el sistema de drenaje pluvial por parte de la JRH. En dichos sectores.**
- **La construcción de obras de encauzamiento, mantenimiento y operación de los taludes requerirá consideraciones especiales de prevención contra la inestabilidad de estos terrenos.**
- **A efectos de proteger los taludes del drenaje superficial, se recomienda un sistema compuesto de cunetas trapezoidales de hormigón, canales de hormigón (rápidas) y disipadores de energías convenientemente ubicados (estos sitios son donde la rápida vaya de pendiente mayor a mediante menor).**
- **Construcción de drenes horizontales que permitan encauzar el agua subterránea a las cunetas y cuyas longitudes dependerán de la ubicación del círculo de falla. Estas aguas serán evacuadas mediante tuberías de PVC. Ranuras.**
- **Planificación urbana por parte del Gobierno Seccional (La Muy Ilustre Municipalidad de Jipijapa), que incluya Normas para vías, calles, excavaciones, rellenos, botaderos para desalojo de excavaciones y manejo de la basura de la construcción.**
- **Planificación Urbana, que debe considerar además: códigos y normas de construcción para las laderas donde se encuentran enclavados Reservorios, Acueductos, y demás infraestructuras de servicios sanitarios (AA.PP. – AA.SS. y AA.LL), y potenciales áreas o en las que se proyecten obras de esta**

naturaleza, para evitar dentro del perímetro futuro de la ciudad o que en el proceso de crecimiento o desarrollo de la misma se den excavaciones y rellenos que erosionen y desestabilicen estas laderas

- ***Ordenanzas Municipales***, que surgirán o se originaran del estudio Urbanístico de la ciudad, donde se proyecte su desarrollo urbano futuro, incluyendo el manejo ambiental que considere la conservación de los bosques en los cerros, prohibiendo la deforestación en la frontera con el contorno urbano actual, fomentando la reforestación, aumentando mediante esta cultura ecológica significativamente el porcentaje de áreas verdes por habitante y privilegiando y considerando urgente y necesaria ***reforestación de las laderas donde se encuentren los reservorios***, así como en los patios, jardines, de las viviendas y por parte del La M.I. Municipalidad en las calles, etc., estimulando a los vecinos, para que tomen la iniciativa en sus barrios y residencias.
- ***Estudio Hidráulico del Río Jipijapa.-*** En el paso del Rio por la ciudad en la información de la JRH. Este estudio se ha realizado y a futuro permitirá determinar tramos críticos en los que se deberán construir defensas contra la socavación de los barrancos o taludes ubicados a las márgenes del mismo, y evitar cambios meandricos e inundación en estos tramos.. Durante el desarrollo de las tareas de campo se pudo apreciar que la JRH., ha emprendido obras en este sentido, las cuales se ven muy claramente durante el desarrollo de este estudio, tal como se vienen haciendo es necesario que esta actividad continúe.
- ***Divulgaciones de las amenazas naturales en las laderas de Jipijapa, de las medidas Preventivas y de Mitigación, impulsadas*** por la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos en conjunto con la M.I. Municipalidad de Jipijapa.

***Monitoreo permanente por parte de los entes encargados del manejo, control y mitigación de desastres naturales y d la M.I. Municipalidad de Jipijapa*** de los barrios y obras de infraestructura, para registrar y solucionar los problemas originados por la desestabilización de las laderas en especial aquellas que tengan viviendas y infraestructuras de servicios .

El objeto del presente trabajo es llegar a determinar las soluciones más adecuadas a fin de tener y mitigar los procesos erosivos serios y agresivos que pudieran afectar a las personas que viven en la zona urbana de la ciudad de Jipijapa así como la infraestructura física de vivienda, de vialidad y de saneamiento lo que permitirá al final plantear recomendaciones validas a los distintos estamento de decisión y de control de estos eventos de riesgo.

PRESUPUESTOS						
ITEM	CONCEPTO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	COSTO PARCIALES
1	MATERIALES DE OFICINA	50,00	50,00	50,00	50,00	200,00
2	EQUIPO	125,00	125,00	125,00	125,00	500,00
3	TRANSPORTE PARA VISITA DE CAMPO	120,00	120,00	120,00	120,00	480,00
4	HERRAMIENTA E INSUMO	150,00	150,00	150,00	150,00	600,00
5	2 OFICIALES IMPLEMENTACIÓN EXPERIENCIA EN CAMPO	0,00	100,00	100,00	100,00	300,00
6	OTROS GASTOS	50,00	50,00	50,00	50,00	200,00
	<b>TOTAL</b>	495,00	595,00	595,00	595,00	2280,00

## BIBLIOGRAFÍA

- AVENA, G. C; GIULIANO, G.; LUPIA PALMIERI, E. (1967).- **Sulla valutazione quantitativa della gerarchizzazione dei reticoli fluviali**. **Boil. Soc. It** **87, 781-786 Pp** (fuente del marco teórico)
- Agricultura de Conservación en Europa: aspectos medioambientales, económicos y administrativos de la UE. ECAF, 1999
- ARIAS, L. 1980. Diagnóstico de sistemas de producción. Herramienta de planificación de la investigación en la Estación Experimental del Norte-Oriente de Guárico. FONAIAP Valle de la Pascua. Estado Guárico. p. 36.
- CASANOVA, E., PÁEZ, M. y RODRÍGUEZ, O. 1989. Pérdida de nutrientes por erosión bajo diferentes manejos en dos suelos agrícolas. Revista de la Facultad de Agronomía de la UCV. Alcance 37:33-43.
- CiccAcí, 5.; PREDÍ, 1'; LUPIA PALMIERE, E.; PUGUESE, E. (1981.- « **Contributo dell'analisi geomorfológica quantitativa alla valutazione dell'entità dell'erosione nei bacini fluviali**». **Bul. Soc. Geol. It. 99, PP. 455-516**(fuente del marco teórico)
- MARTÍNEZ MARTÍNEZ, It (1980).- « **la erosión hídrica en la vertiente mediterránea andaluza: el caso de la Sierra de la Cuntraviesa**». **Cuad. Geog. Granada. 9, pp.151-183**(fuente del marco teórico)
- QUIRANMS, J.; SIERRA, M . C (1981): <**Estimación cuantitativa de los procesos erosivos en la cuenca del río Verde (Almuñécar. Granada)**>. **Cuad. Geog. Granada. 10, pp. 97-'16**(fuente del marco teórico)
- FAO, 1967. La erosión del suelo por el agua. Cuadernos de fomento agropecuario. N° 81 Roma. 207 p.
- FUSAGRI, 1987. Noticias Agrícolas, Fundación Servicio para el Agricultor, Vol. XI:15.

- **JARDI, M (1983 a):**« Comparación morfométrica entre la riera de Les Arenes i el riu Ripolí (Vallés Occidental)». N. Geog. Fis 9, Pp. 5-13 (fuente del marco teórico)
- **JARDI, M (1983 b):** Hidrogeografía del riu Ripolí; la riera de Les Arenes (Vallés Occidental). Resumen Tesis Doctoral. Centro Public. Univ. Flama, 44 Pp. (fuente del marco teórico)
- **KIRKBY, M. 1.; CHORLEY, R.J (1967):**«Throughflow, overlandflow and erosión. Bull. Int. Ass. Hydrol. Ser. 12~Pp. 5-21. (fuente del marco teórico)
- LAL, R. 1975. Soil erosion problems on an Alfisol in Western Nigeria and their control. IITA. Monograph N° 1. 160 p.
- LOBO, D. 1987. Efecto de la aplicación superficial de residuos vegetales y emulsiones asfálticas sobre las pérdidas de suelo y nutrientes en un Alfisol con cultivos de sorgo. Tesis MSc, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. 35 p
- PÁEZ, M. 1980. Contribución al estudio de la precipitación como factor de erosión en condiciones tropicales. Chaguaramas (Edo. Guárico). Tesis MSc, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. 79p.
- PLA, I., A. FLORENTINO y D. LOBO. 1981. Regulación del régimen hídrico de suelos bajo agricultura de secano en Venezuela mediante la aplicación superficial de emulsiones de asfalto. Rev. Fac. Agron. UCV, Vol. 1-2: 137-163.
- SÁNCHEZ, R. 1984. Evaluación de herbicidas y procesos del suelo (Sorghum bicolor (L) Moench) bajo sistemas de labranza: Convencional y Mínima en Chaguaramas (Estado Guárico). Tesis MSc, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 153 p

- COM(2002) 179 final, Comunicación de la Comisión al Consejo, el Parlamento Europeo, el Comité Económico y Social y el Comité de las Regiones “Hacia una estrategia temática para la protección del suelo”
- Guidelines for erosion and desertification control management. Programa e las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2000
- Comisión de las Comunidades Europeas, 1991. CORINE-Soil erosion risk and land resources in the southern regions of the European Community) y Soil Erosion Risk in Europe. Oficina Europea del Suelo, Centro Común de Investigación, 2001
- Secretaría de Medio Ambiente (MOPU), Proyecto Lucdeme, 1991
- Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.1997. Datos Básicos sobre Medio Ambiente, 23, Sevilla, 1996
- Pimentel D., C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McNair, S. Crist,
- L. Shpritz, L. Fitton, R. Saffouri, R. Blair. 1995. Environmental and economic cost of soil erosion and conservation benefits. Science, 267, 1117-1123.
- National Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture.1998. Effect of Soil Erosion on Soil Productivity and Soil Quality, Technical Note no. 7, Soil Quality Institute, Auburn, Alabama, USA., p. 4.
- ICONA, 1991. Plan Nacional de lucha contra la erosión . Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, Madrid

# ANEXOS

**TABLA N°1**

**PRECIPITACIÓN ANUAL**

AÑO	LA NARANJA	JULCUY	PORTOVIEJO
	mm/año	mm/año	mm/año
1963	655.9		250.8
1964	1158.6		400.4
1965	1420.6		404.1
1966	1048.8		412.2
1967			
1968			
1969			
1970			
1971			
1972	1728.0	374.1	740.0
1973	1514.5	606.2	
1974			299.1
1975	1622.4	655.6	757.8
1976	1622.4	698.4	598.2
1977	1183.3	337.4	444.8
1978	1000.8	277.4	
1979		217.3	738.0
1980	665.5	223.7	234.0
1981			
1982	371.9	283.6	326.3
1983	1867.8	1480.2	1789.2
1984	594.5	447.5	1058.5
1985	291.0	268.2	327.8
1986	421.0	473.9	485.7
1987		679.6	685.4
1988		652.8	213.9
1989		443.7	655.9
1990		219.5	217.4
1991			258.9
1992			945.4
1993		587.2	373.5
1994		738.7	490.5
1995		286.5	414.2
1996		455.5	399.5
1997		546.0	1350.9
1998		582.3	1699.0
1999		624.5	647.4
2000			
2001		947.6	776.2
2002		406.0	710.4
2003		250.9	327.6
2004		284.9	357.8
2005			627.7
media	905.0	501.8	600.5
max	2401.0	1480.2	1789.2
min	382.2	217.3	213.9

**TABLA N° 2 LLUVIA MAXIMA DIARIA ANUAL (mm)**

AÑO	ESTACIONES					
	JOA JIPIJAPA	LA NARANJA	JULCUY	PORTOVIEJO	CAMPOZANO	EL ANEGADO
1963		47.4		80.3		
1964		64.5		37.3		737.7
1965		59.4		32.4		106.6
1966		42.9		47.4		74.1
1967		56.4		56.5		55.4
1968		33.3		38.0		36.0
1969		94.8		55.5	50.0	67.9
1970		53.4		64.0		70.0
1971		60.1	33.2	38.2	115.7	69.1
1972		65.5	27.6	88.1	116.0	58.0
1973		70.2	67.0	63.1	125.0	67.7
1974		82.0		33.1	81.5	
1975		66.6	66.1	130.9	90.4	65.1
1976					73.0	
1977		70.6	55.8	62.8	63.5	42.2
1978			40.0	19.6	96.2	63.3
1979			26.6	37.9	52.7	67.0
1980		67.0	77.3	17.8		18.0
1981		51.2	23.2	34.0		27.0
1982	29.5		37.6	48.9		20.2
1983	72.0		81.0	120.5	100.0	
1984	9.3		57.6	47.3		
1985			46.2	40.0	55.3	
1986				54.7	69.2	
1987			66.0	65.6	64.0	19.3
1988	45.0		44.1	18.3		19.6
1989	69.0		27.0	131.4	109.0	102.5
1990	40.0		29.6	37.8	93.0	18.1
1991	12.5		20.3	20.9	53.0	18.6
1992	90.3		71.9	69.7	75.6	
1993	50.3		47.0	25.3	95.4	
1994			58.0	66.5	95.2	38.2
1995	38.0		35.9	60.1	112.3	
1996				40.8	68.0	7.7
1997	80.4		49.0	131.1	71.8	34.3
1998				86.7	87.8	
1999			55.0	69.4	93.5	
2000				41.3	94.3	
2001			67.9	147.9	95.0	56.3
2002			61.6	50.8	116.6	
2003	120.6		82.7	38.4	109.0	
2004	25.2		43.6	57.9	74.2	
2005	30.8		45.3	79.7	70.5	
2006	27.8			56.7	90.7	
2007					62.0	
2008					48.2	

**TABLA N° 3.- CÁLCULO DE LAS CURVAS INTENSIDAD- DURACIÓN- FRECUENCIA ESTACIÓN: JOA**

Tr (años)	ALTURAS MÁXIMA DE LLUVIA (mm)								
	MINUTOS				HORAS				
	5	10	15	30	1	2	6	12	24
2	6,8	10,5	13,4	18,5	23,4	28,1	32,3	40,1	53,9
5	12,0	18,6	23,6	32,7	41,4	49,7	55,2	69,5	95,2
10	15,5	24,0	30,4	42,1	53,3	64,0	69,9	88,2	122,5
25	19,8	30,8	39,0	54,0	68,3	82,0	87,0	111,4	157,1
50	23,1	35,8	45,3	62,8	79,5	95,4	99,1	127,6	182,8
100	26,3	40,8	51,6	71,6	90,6	108,7	110,4	143,3	208,2

Tr (años)	INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/hora)								
	MINUTOS								
	5	10	15	30	60	120	360	720	1440
2	81,5	63,3	53,4	37,0	23,4	14,1	5,4	3,3	2,2
5	144,1	111,8	94,4	65,4	41,4	24,8	9,2	5,8	4,0
10	185,5	143,9	121,5	84,2	53,3	32,0	11,6	7,4	5,1
25	237,8	184,5	155,8	108,0	68,3	41,0	14,5	9,3	6,5
50	276,7	214,7	181,3	125,6	79,5	47,7	16,5	10,6	7,6
100	315,2	244,6	206,5	143,1	90,6	54,3	18,4	11,9	8,7

**TABLA N°4 CÁLCULO DE LAS CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA ESTACIÓN: LA NARANJA**

<b>Tr (años)</b>	<b>ALTURAS MÁXIMA DE LLUVIA (mm)</b>								
	<b>MINUTOS</b>				<b>HORAS</b>				
	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>24</b>
2	9,0	14,0	17,7	24,5	31,0	37,2	42,8	53,1	71,3
5	11,5	17,8	22,5	31,2	39,5	47,4	52,7	66,4	90,9
10	13,1	20,3	25,8	35,7	45,2	54,2	59,2	74,8	103,9
25	15,2	23,5	29,8	41,3	52,3	62,8	66,6	85,3	120,2
50	16,7	25,9	32,8	45,5	57,6	69,1	71,8	92,4	132,4
100	18,2	28,3	35,8	49,6	62,8	75,4	76,6	99,4	144,5

<b>Tr (años)</b>	<b>INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/hora)</b>								
	<b>MINUTOS</b>								
	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>360</b>	<b>720</b>	<b>1440</b>
2	108,0	83,8	70,7	49,0	31,0	18,6	7,1	4,4	3,0
5	137,6	106,8	90,2	62,5	39,5	23,7	8,8	5,5	3,8
10	157,2	122,0	103,0	71,4	45,2	27,1	9,9	6,2	4,3
25	182,0	141,2	119,3	82,6	52,3	31,4	11,1	7,1	5,0
50	200,4	155,5	131,3	91,0	57,6	34,6	12,0	7,7	5,5
100	218,7	169,7	143,3	99,3	62,8	37,7	12,8	8,3	6,0

**TABLA N°5 CÁLCULO DE LAS CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA ESTACIÓN: JULCUY**

Tr (años)	ALTURAS MÁXIMA DE LLUVIA (mm)								
	MINUTOS				HORAS				
	5	10	15	30	1	2	6	12	24
2	7,1	11,1	14,0	19,4	24,6	29,5	33,9	42,0	56,5
5	10,0	15,5	19,6	27,1	34,4	41,2	45,8	57,7	79,0
10	11,8	18,4	23,3	32,3	40,9	49,0	53,5	67,6	93,9
25	14,2	22,1	28,0	38,7	49,0	58,9	62,5	79,9	112,7
50	16,0	24,8	31,4	43,5	55,1	66,1	68,7	88,5	126,7
100	17,7	27,5	34,9	48,3	61,2	73,4	74,5	96,7	140,6

Tr (años)	INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/hora)								
	MINUTOS								
	5	10	15	30	60	120	360	720	1440
2	85,5	66,3	56,0	38,8	24,6	14,7	5,6	3,5	2,4
5	119,6	92,8	78,4	54,3	34,4	20,6	7,6	4,8	3,3
10	142,2	110,3	93,1	64,5	40,9	24,5	8,9	5,6	3,9
25	170,7	132,4	111,8	77,5	49,0	29,4	10,4	6,7	4,7
50	191,8	148,8	125,7	87,1	55,1	33,1	11,4	7,4	5,3
100	212,8	165,1	139,4	96,6	61,2	36,7	12,4	8,1	5,9

**TABLA N°6 CÁLCULO DE LAS CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA ESTACIÓN: PORTOVIEJO**

Tr (años)	ALTURAS MÁXIMA DE LLUVIA (mm)								
	MINUTOS				HORAS				
	5	10	15	30	1	2	6	12	24
2	8,2	12,7	16,1	22,3	28,3	33,9	39,0	48,4	65,0
5	13,1	20,3	25,7	35,7	45,2	54,2	60,2	75,8	103,8
10	16,3	25,3	32,1	44,5	56,3	67,6	73,8	93,2	129,5
25	20,4	31,7	40,1	55,6	70,4	84,5	89,7	114,8	161,9
50	23,5	36,4	46,1	63,9	80,9	97,1	100,8	129,8	186,0
100	26,5	41,1	52,0	72,1	91,3	109,6	111,2	144,4	209,9

Tr (años)	INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/hora)								
	MINUTOS								
	5	10	15	30	60	120	360	720	1440
2	98,4	76,4	64,5	44,7	28,3	17,0	6,5	4,0	2,7
5	157,1	121,9	102,9	71,3	45,2	27,1	10,0	6,3	4,3
10	196,0	152,1	128,4	89,0	56,3	33,8	12,3	7,8	5,4
25	245,1	190,2	160,6	111,3	70,4	42,3	15,0	9,6	6,7
50	281,5	218,4	184,5	127,8	80,9	48,5	16,8	10,8	7,7
100	317,7	246,5	208,2	144,2	91,3	54,8	18,5	12,0	8,7

**TABLA N°7 CÁLCULO DE LAS CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA ESTACIÓN: CAMPOZANO**

<b>Tr (años)</b>	<b>ALTURAS MÁXIMA DE LLUVIA (mm)</b>								
	<b>MINUTOS</b>				<b>HORAS</b>				
	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>24</b>
2	12,3	19,0	24,1	33,4	42,3	50,8	58,3	72,3	97,2
5	15,6	24,3	30,7	42,6	53,9	64,7	71,9	90,4	123,9
10	17,9	27,7	35,1	48,6	61,6	73,9	80,7	101,9	141,5
25	20,7	32,1	40,6	56,3	71,3	85,5	90,8	116,2	163,8
50	22,8	35,3	44,7	62,0	78,5	94,2	97,8	125,9	180,4
100	24,8	38,5	48,8	67,6	85,6	102,7	104,3	135,4	196,8

<b>Tr (años)</b>	<b>INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/hora)</b>								
	<b>MINUTOS</b>								
	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>360</b>	<b>720</b>	<b>1440</b>
2	147,2	114,2	96,4	66,8	42,3	25,4	9,7	6,0	4,1
5	187,5	145,5	122,9	85,1	53,9	32,3	12,0	7,5	5,2
10	214,3	166,2	140,4	97,3	61,6	36,9	13,4	8,5	5,9
25	248,0	192,4	162,5	112,6	71,3	42,8	15,1	9,7	6,8
50	273,1	211,9	178,9	124,0	78,5	47,1	16,3	10,5	7,5
100	297,9	231,1	195,2	135,3	85,6	51,4	17,4	11,3	8,2

**TABLA N°8 CÁLCULO DE LAS CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA ESTACIÓN: EL ANEGADO**

Tr (años)	ALTURAS MÁXIMA DE LLUVIA (mm)								
	MINUTOS				HORAS				
	5	10	15	30	1	2	6	12	24
2	6,9	10,8	13,6	18,9	23,9	28,7	33,0	40,9	55,0
5	11,2	17,4	22,0	30,5	38,6	46,4	51,5	64,8	88,8
10	14,0	21,8	27,6	38,5	48,4	58,1	63,4	80,1	111,2
25	17,6	27,3	34,6	48,4	60,7	72,8	77,3	98,9	139,5
50	20,3	31,4	39,8	55,2	69,8	83,8	87,0	112,1	160,5
100	22,9	35,5	45,0	62,3	78,9	94,7	96,1	124,8	181,4

Tr (años)	INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/hora)								
	MINUTOS								
	5	10	15	30	60	120	360	720	1440
2	83,2	64,0	54,5	37,8	23,9	14,3	5,5	3,4	2,3
5	134,5	104,3	88,1	61,0	38,6	23,2	8,6	5,4	3,7
10	168,4	130,6	110,3	76,4	48,4	29,0	10,6	6,7	4,6
25	211,2	163,9	138,4	95,9	60,7	36,4	12,9	8,2	5,8
50	243,0	188,6	159,2	110,3	69,8	41,9	14,5	9,3	6,7
100	274,6	213,0	179,9	124,7	78,9	47,3	16,0	10,4	7,6

**TABLA N° 9 ECUACIONES PLUVIOMÉTRICA DE LA ESTACIÓN JOA – JIPIJAPA**

<b>Tr</b>	<b>Ecuaciones Pluviométricas</b>	
<b>(años)</b>	<b>0 min &lt; t &lt; 30 min</b>	<b>30 min &lt; t &lt; 1440 min</b>
2	$y = 169,99 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 483,02 x^{-0,749}$ $R^2 = 0,9968$
5	$y = 300,4 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 863,02 x^{-0,752}$ $R^2 = 0,9955$
10	$y = 386,73 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1119,8 x^{-0,755}$ $R^2 = 0,9946$
25	$y = 495,82 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1449,1 x^{-0,758}$ $R^2 = 0,9932$
50	$y = 576,75 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1700,4 x^{-0,761}$ $R^2 = 0,992$
100	$y = 657,09 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1953,4 x^{-0,763}$ $R^2 = 0,9906$

**TABLA N° 10 ECUACIONES PLUVIOMÉTRICA DE LA ESTACIÓN LA NARANJA**

<b>Tr</b>	<b>Ecuaciones Pluviométricas</b>	
<b>(años)</b>	<b>0 min &lt; t &lt; 30 min</b>	<b>30 min &lt; t &lt; 1440 min</b>
2	$y = 225,05 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 639,48 x^{-0,749}$ $R^2 = 0,9968$
5	$y = 286,86x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 824,38 x^{-0,752}$ $R^2 = 0,9955$
10	$y = 327,77 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 949,1 x^{-0,755}$ $R^2 = 0,9946$
25	$y = 379,47 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1109 x^{-0,758}$ $R^2 = 0,9932$
50	$y = 417,83 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 12310,9 x^{-0,761}$ $R^2 = 0,992$
100	$y = 455,9 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1355,3 x^{-0,763}$ $R^2 = 0,9906$

**TABLA N° 11 ECUACIONES PLUVIOMÉTRICA DE LA ESTACIÓN JULCUY**

<b>Tr</b>	<b>Ecuaciones Pluviométricas</b>	
<b>(años)</b>	<b>0 min &lt; t &lt; 30 min</b>	<b>30 min &lt; t &lt; 1440 min</b>
2	$y = 178,25 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 506,48 x^{-0,749}$ $R^2 = 0,9968$
5	$y = 249,31 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 716,48 x^{-0,752}$ $R^2 = 0,9955$
10	$y = 296,36 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 858,13x^{-0,755}$ $R^2 = 0,9946$
25	$y = 355,8 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1039,9 x^{-0,758}$ $R^2 = 0,9932$
50	$y = 399,91 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1179 x^{-0,761}$ $R^2 = 0,992$
100	$y = 443,68 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1319 x^{-0,763}$ $R^2 = 0,9906$

**TABLA N° 12 ECUACIONES PLUVIOMÉTRICA DE LA ESTACIÓN PORTOVIEJO– UT M**

<b>Tr</b>	<b>Ecuaciones Pluviométricas</b>	
<b>(años)</b>	<b>0 min &lt; t &lt; 30 min</b>	<b>30 min &lt; t &lt; 1440 min</b>
2	$y = 205,19 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 583,04 x^{-0,749}$ $R^2 = 0,9968$
5	$y = 327,57x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 941,38 x^{-0,752}$ $R^2 = 0,9955$
10	$y = 408,6 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1183,1 x^{-0,755}$ $R^2 = 0,9946$
25	$y = 510,97 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1493,4 x^{-0,758}$ $R^2 = 0,9932$
50	$y = 586,92 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1730,4 x^{-0,761}$ $R^2 = 0,992$
100	$y = 662,31 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1968,9 x^{-0,763}$ $R^2 = 0,9906$

**TABLA N° 13 ECUACIONES PLUVIOMÉTRICA DE LA ESTACIÓN CAMPOZANO**

<b>Tr</b>	<b>Ecuaciones Pluviométricas</b>	
<b>(años)</b>	<b>0 min &lt; t &lt; 30 min</b>	<b>30 min &lt; t &lt; 1440 min</b>
2	$y = 306,82 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 871,83 x^{-0,749}$ $R^2 = 0,9968$
5	$y = 396,96 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1123,5 x^{-0,752}$ $R^2 = 0,9955$
10	$y = 446,66 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1293,3 x^{-0,755}$ $R^2 = 0,9946$
25	$y = 517,04 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1511,1 x^{-0,758}$ $R^2 = 0,9932$
50	$y = 569,25 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1678,3 x^{-0,761}$ $R^2 = 0,992$
100	$y = 621,08 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1846,4 x^{-0,763}$ $R^2 = 0,9906$

**TABLA N° 14 ECUACIONES PLUVIOMÉTRICA DE LA ESTACIÓN ANEGADO**

<b>Tr</b>	<b>Ecuaciones Pluviométricas</b>	
<b>(años)</b>	<b>0 min &lt; t &lt; 30 min</b>	<b>30 min &lt; t &lt; 1440 min</b>
2	$y = 173,49 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 492,97 x^{-0,749}$ $R^2 = 0,9968$
5	$y = 280,3x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 805,53x^{-0,752}$ $R^2 = 0,9955$
10	$y = 351,01 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1016,4 x^{-0,755}$ $R^2 = 0,9946$
25	$y = 440,36 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1287 x^{-0,758}$ $R^2 = 0,9932$
50	$y = 506,64 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1493,7 x^{-0,761}$ $R^2 = 0,992$
100	$y = 572,43 x^{-0,44}$ $R^2 = 0,9902$	$y = 1701,7 x^{-0,763}$ $R^2 = 0,9906$

**TABLA N° 15 CRECIMIENTO PARA  $T_r = 100$  AÑOS METODO DEL SCS**

<b>T</b>	<b>Q</b>	<b>T</b>	<b>Q</b>
<b>(Horas)</b>	<b>(<math>m^3/s</math>)</b>	<b>(Horas)</b>	<b>(<math>m^3/s</math>)</b>
0,000	0,000	4,532	79,952
0,283	0,526	4,815	73,114
0,566	2,630	5,098	67,854
0,850	7,890	5,381	59,438
1,133	19,462	5,664	44,710
1,416	51,458	5,948	28,930
1,699	128,345	6,231	18,410
1,903	214,083	6,514	10,520
2,266	244,065	6,797	6,312
2,549	225,655	7,081	4,208
2,832	193,043	7,364	2,630
3,115	162,535	7,647	2,104
3,399	137,287	7,930	1,578
3,682	117,825	8,213	1,052
3,965	101,519	8,497	0,526
4,248	88,895	8,780	0,000

**TABLA N° 16 HIDROGRAMAS DE CRECIENTE PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO**

<b>T (Horas)</b>	<b>CAUDALES (m<sup>3</sup>/s)</b>					
	<b>PERIODOS DE RETORNO (AÑOS)</b>					
	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
0	0	0	0	0	0	0
0,323	0,278	0,530	0,703	1,008	1,243	1,539
0,645	1,390	2,649	3,516	5,041	6,216	7,696
0,968	2,966	5,651	7,501	10,754	13,261	16,419
1,290	5,191	9,890	13,127	18,820	23,207	28,733
1,613	7,971	15,188	20,160	28,602	35,640	44,125
1,936	11,123	21,193	28,130	40,329	49,730	61,570
2,258	14,274	27,197	36,100	51,756	63,820	79,015
2,581	16,499	31,436	41,726	59,821	73,766	91,329
2,903	17,982	34,261	45,477	65,199	80,397	99,538
3,226	18,538	35,321	46,883	67,215	82,883	102,617
3,549	18,167	34,615	45,945	65,871	81,225	100,565
3,871	17,055	32,495	43,132	61,838	76,252	94,408
4,194	15,572	29,670	39,382	56,461	69,622	86,198
4,516	13,904	26,491	35,162	50,411	62,162	76,963
4,839	12,050	22,959	30,474	43,690	53,874	66,701
5,162	10,567	20,133	26,723	38,313	47,243	58,492
5,807	7,971	15,188	20,160	28,902	35,640	44,125
6,452	5,932	11,303	15,003	21,509	26,523	32,837
7,097	4,449	8,477	11,252	16,132	19,892	24,628
7,742	3,337	6,358	8,439	12,099	14,919	18,471
8,388	2,410	4,592	6,095	8,738	10,775	13,340
9,678	1,817	3,461	4,595	6,587	8,123	10,056
11,291	1,390	2,649	3,516	5,041	6,216	7,696
12,904	0,667	1,272	1,688	2,420	2,984	3,694
14,517	0,167	0,318	0,422	0,605	0,746	0,924
16,130	0,074	0,141	0,188	0,269	0,332	0,410

UBICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE INTERCEPTORES		
NOMCL.	UBICACIÓN	SUBC.
INT-01	CALLEJÓN DEL OBISPO Y AVNDA. DE LOS CHOFERES (CDLA. SAN VICENTE)	SC1
INT-02	AVNDA. DE LOS CHOFERES Y CALLEJÓN DEL OBISPO (CDLA. SAN VICENTE)	SC1
INT-03	CALLES 20 DE AGOSTO Y ESCOBEDO (CDLA. SAN VICENTE)	SC1
INT-04	CALLES 20 DE AGOSTO Y VILLAMIL (CDLA. SAN VICENTE)	SC1
INT-05	CALLES MARCOS MIRANDA Y CALLEJON 5	SC1
INT-06	CALLES VÍCTOR MANUEL RENDÓN Y 25 DE ABRIL	SC1
INT-07	CALLES 25 DE ABRIL Y ROCAFUERTE	SC1
INT-08	CALLES AMAZONAS Y VÍCTOR MANUEL RENDÓN	SC1
INT-09	CALLES VILLAMIL Y QUITO	SC4
INT-10	CALLES ANTEPARA Y ELOY ALFARO	SC4
INT-11	CALLES MONTÚFAR Y AMAZONAS	SC4
INT-12	CALLES AMAZONAS Y S/N (CDLA MARGARITA PONCE GANGOTENA)	SC3
INT-13	CALLE AMAZONAS (CDLA. MARGARITA PONCE GANGOTENA)	SC3
INT-14	CDLA. MARGARITA PONCE GANGOTENA	SC3
INT-15	CALLES TUNGURAHUA Y SAN MARTÍN	SC3
INT-16	CALLES SAN MARTÍN Y TUNGURAHUA	SC3
INT-17	CDLA. RICARDO LOOR I ETAPA	SC7
INT-18	CDLA. RICARDO LOOR I ETAPA	SC7
INT-19	CDLA. 10 DE AGOSTO	SC7
INT-20	CDLA.3 DE MAYO	SC7
INT-21	CALLES PARRALES Y GUALE Y SANTISTEVAN	SC4
INT-22	CALLES SANTISTEVAN Y PARRALES Y GUALE	SC4
INT-23	CALLES COLÓN Y PARRALES Y GUALE	SC4
INT-24	CALLES COLÓN Y PARRALES Y GUALE	SC4
INT-25	CALLES PARRALES Y GUALE Y RIOFRÍO	SC5
INT-26	CALLES PARRALES Y GUALES E IMBABURA	SC5
INT-27	CALLES FEBRES CORDERO Y 10 DE AGOSTO	SC8
INT-28	CALLES VILLAMIL Y ALEJO LASCANO	SC6
INT-29	CALLES ATAHUALPA Y ALAEJO LASCANO	SC6
INT-30	CALLES RICAURTE Y ALEJO LASCANO	SC6
INT-31	CALLES VISTOR MANUEL RENDÓN Y ALEJO LASCANO	SC6
INT-32	CALLES SANTISTEVAN Y ALEJO LASCANO	SC6
INT-33	CALLES AVILES Y SANTISTEVAN	SC11
INT-34	CALLES ATAHUALPA Y WASHINTONG	SC6
INT-35	CALLES COLÓN Y XIMENA	SC11
INT-36	CALLES XIMENA Y SANTISTEVAN	SC11
INT-37	CALLES MONTALVO Y OLMEDO	SC11
INT-38	CALLES 5 DE JUNIO Y COLÓN	SC11
INT-39	CALLES COLÓN Y 5 DE JUNIO	SC11
INT-40	CALLES SANTISTEVAN Y 5 DE JUNIO	SC11
INT-41	CALLES VICTOR MANUEL RENDÓN Y 5 DE JUNIO	SC11
INT-42	CALLES OLMEDO Y SANTISTEVAN	SC11
INT-43	CALLES SANTISTEVAN Y ABDÓN CALDERÓN	SC11
INT-44	CALLES VICTOR MANUEL RENDÓN Y ABDÓN CALDERÓN	SC11
INT-45	CALLES 5 DE JUNIO Y ATAHUALPA	SC11
INT-46	CALLES ABDÓN CALDERÓN Y ROCAFUERTE	SC11

INT-47	CALLES ATAHUALPA Y ABDÓN CALDERÓN	SC11
INT-48	CALLES FEBRES CORDERO Y ELOY ALFARO (CRISTO DEL CONSUELO)	SC5
INT-49	AVENDA. LA PRENSA Y CALLE COTOPAXI	SC11
INT-50	CALLES GUAYAS Y OLMEDO (PARQUE ELOY ALFARO)	SC11
INT-51	CALLES FEBRES CORDERO Y 5 DE JUNIO (LOS SILOS)	SC11
INT-52	CALLES 5 DE JUNIO Y 9 DE OCTUBRE	SC11
INT-53	CALLES ASDRÚBAL CHAVARRÍA Y AUGUSTO LUCIO (COLISEO ALEJO LASCANO)	SC11
INT-54	AVENIDA MARTINIANO DELGADO (FRENTE AL INNFA)	SC11
INT-55	CALLES RICAURTE Y CALVARIO	SC11
INT-56	AVNDA. MARTINIANO DELGADO (JUNTO A LA ESCUELA ESTHER VIVAR))	SC11
INT-57	CDLA. LA PRADERA	SC13
INT-58	CALLES WALTER ZAVALA Y OSWALDO SANTANA (CDLA. LA PRADERA)	SC13
INT-59	CALLE AUGUSTO LUCIO (ENTRADA A LA CDLA. LA FAE)	SC11
INT-60	AVNDA. ALEJO LASCANO	SC11
INT-61	AVNDA. ALEJO LASCANO	SC11
INT-62	CALLE 5 Y BY PASS (CDLA. LOS CEIBOS - FRENTE AL TERMINAL)	SC14
INT-63	CALLES 5 DE JUNIO Y EUGENIO ESPEJO (CDLA. PARRALES Y GUALE)	SC14
INT-64	CDLA. LUIS BUSTAMANTE - CALLE 5 Y S/N	SC12
INT-65	CALLES EUGENIO ESPEJO Y 1 DE MAYO (CDLA. PARRALES Y GUALE)	SC14
INT-66	CALLES PEDRO VICENTE MALDONADO Y 1 DE MAYO (CDLA. PARRALES Y GUALE)	SC14
INT-67	CALLES HONORATO VASQUEZ Y 24 DE MAYO (CDLA. PARRALES Y GUALE)	SC14
INT-68	CALLES MANUELA CAÑIZARES Y 24 DE MAYO (CDLA. PARRALES Y GUALES)	SC14
INT-69	CALLES JUAN LEÓN MERA Y 24 DE MAYO (CDLA. PARRALES Y GUALE)	SC14
INT-70	CALLES 12 DE OCTUBRE Y JUAN LEÓN MERA (CDLA. PARRALES Y GUALE)	SC14
INT-71	CALLES 5 DE JUNIO Y JUAN LEÓN MERA (CDLA. PARRALES Y GUALE)	SC14
INT-72	CALLES 5 DE OCTUBRE Y JUAN LEÓN MERA (CDLA. PARRALES Y GUALE)	SC14
INT-73	CALLES KENNEDY Y CALLEJÓN SAN LORENZO	SC2
INT-74	CALLEJÓN SAN LORENZO Y CALLEJÓN A	SC2
INT-75	CALLE MONTÚFAR Y AVNDA. DEL CAFÉ	SC9
INT-76	CALLES ABDÓN CALDERÓN Y SANTISTEVA (BARRIO LA GLORIA)	SC11

SUBCUENCAS				
SUBCUENCA N°1				
SC1				
NOMCL.	COORDENADAS			
SC1-L1	N	9853505,3273	E	546600,0000
SC1-L2	N	9853217,3495	E	546609,1096
SC1-L3	N	9853230,4243	E	546694,9835
SC1-L4	N	9853144,4843	E	546607,2360
SC1-L5	N	9853162,6157	E	546704,3253
SC1-L6	N	9853100,0000	E	546800,0000
SC1-L7	N	9853048,3313	E	546598,5596
SC1-L8	N	9852953,0566	E	546693,5075
SC1-L9	N	9852896,5617	E	546763,5715
SC1-L10	N	9852840,4126	E	546793,5100
SC1-L11	N	9852687,3331	E	547035,1766
SC1-L12	N	9852609,7678	E	546974,8233
SC1-L13	N	9852500,0000	E	546868,1377
SC1-L14	N	9852512,9653	E	547388,0777
SC1-L15	N	9852470,6317	E	547071,9741
SC1-L16	N	9852446,5098	E	547346,3267
SC1-L17	N	9852301,3428	E	547257,6446
SC1-L18	N	9852291,9036	E	547065,0874
SC1-L19	N	9852128,3052	E	547172,4022
SC1-L20	N	9852030,2434	E	547363,2507
SC1-L21	N	9851948,4734	E	547295,4061
SC1-L22	N	9851946,2132	E	547380,2401
SC1-L23	N	9851938,2930	E	547486,1319
SC1-L24	N	9851886,4597	E	547374,5913
SC1-L25	N	9851828,3307	E	547110,5617
SC1-L26	N	9851950,3238	E	546837,2547
SC1-L27	N	9851914,4239	E	546712,1969
SC1-L28	N	9852040,4589	E	546904,6658
SC1-L29	N	9852041,2350	E	546770,2754
SC1-L30	N	9852119,8349	E	546636,0845
SC1-L31	N	9852200,6306	E	546590,6296

<b>SUBCUENCA N°2</b>				
<b>SC2</b>				
<b>NOMCL.</b>	<b>COORDENADAS</b>			
SC2-L1	N	9852184,4986	E	546232,3387
SC2-L2	N	9852110,5951	E	546063,4632
SC2-L3	N	9852159,4435	E	545892,6150
SC2-L4	N	9851884,1448	E	546174,6064
SC2-L5	N	9851829,4926	E	546249,4620
SC2-L6	N	9851951,1733	E	546358,2002
SC2-L7	N	9852037,5399	E	546404,7771
SC2-L8	N	9852002,9633	E	546584,3942
SC2-L9	N	9851968,0386	E	546495,2798
SC2-L10	N	9851928,4140	E	546550,3105
SC2-L11	N	9851892,7459	E	546614,7893
SC2-L12	N	9851883,0518	E	546675,1466
SC2-L13	N	9851788,3959	E	546559,6179
SC2-L14	N	9851814,7791	E	546466,0422
SC2-L15	N	9851758,1905	E	546281,5786
SC2-L16	N	9851600,3793	E	546297,2039
SC2-L17	N	9851605,9924	E	546040,3444
SC2-L18	N	9851780,5182	E	546014,8322
<b>SUBCUENCA N°3</b>				
<b>SC3</b>				
<b>NOMCL.</b>	<b>COORDENADAS</b>			
SC3-L1	N	9852286,9757	E	548155,9649
SC3-L2	N	9852222,0033	E	548183,1309
SC3-L3	N	9852218,0475	E	548053,4523
SC3-L4	N	9852147,7412	E	548200,0000
SC3-L5	N	9852158,5419	E	548039,0157
SC3-L6	N	9852118,5005	E	548144,9784
SC3-L7	N	9852065,3189	E	548049,3018
SC3-L8	N	9852030,5082	E	548200,0000
SC3-L9	N	9851992,6883	E	548200,0000
SC3-L10	N	9851972,9750	E	548076,3039
SC3-L11	N	9851916,8784	E	548182,4913
SC3-L12	N	9851643,2255	E	614757,7151
SC3-L13	N	9851552,8754	E	548065,3560
SC3-L14	N	9851482,1452	E	548039,7811
SC3-L15	N	9851630,4582	E	547625,6919

<b>SUBCUENCA N°4</b>				
<b>SC4</b>				
<b>NOMCL.</b>	<b>COORDENADAS</b>			
SC4-L1	N	9851793,1336	E	547431,9072
SC4-L2	N	9851793,1805	E	547497,3974
<b>SUBCUENCA N°5</b>				
<b>SC5</b>				
<b>NOMCL.</b>	<b>COORDENADAS</b>			
SC5-L1	N	9851665,1722	E	546615,6888
SC5-L2	N	9851607,9542	E	546713,6421
SC5-L3	N	9851529,7801	E	546680,6760
SC5-L4	N	9851482,8179	E	546229,2664
SC5-L5	N	9851452,2515	E	546147,6812
SC5-L6	N	9851356,6359	E	546261,6050
SC5-L7	N	9851326,9537	E	546580,6696
SC5-L8	N	9851388,4383	E	546410,4018
<b>SUBCUENCA N°6</b>				
<b>SC6</b>				
<b>NOMCL.</b>	<b>COORDENADAS</b>			
SC6-L1	N	9850838,3353	E	547391,3703
SC6-L2	N	9850764,7178	E	547286,9133
SC6-L3	N	9850749,9969	E	547358,0837
<b>SUBCUENCA N°7</b>				
<b>SC7</b>				
<b>NOMCL.</b>	<b>COORDENADAS</b>			
SC7-L1	N	9851514,9143	E	548169,8651
SC7-L2	N	9851474,3543	E	548392,0497
SC7-L3	N	9851460,1606	E	548454,7214
SC7-L4	N	9851371,9601	E	548492,5832
SC7-L5	N	9851298,2712	E	548447,1307
SC7-L6	N	9851384,3465	E	548318,2501
SC7-L7	N	9851441,3577	E	548231,8252
SC7-L8	N	9851451,8216	E	548160,8448

<b>SUBCUENCA N°8</b>				
<b>SC8</b>				
<b>NOMCL.</b>	<b>COORDENADAS</b>			
SC8-L1	N	9851273,3821	E	546182,4684
SC8-L2	N	9851232,5564	E	546243,6182
SC8-L3	N	9851186,3062	E	546167,0549
SC8-L4	N	9851155,0449	E	546353,7085
SC8-L5	N	9851001,9228	E	546064,8162
SC8-L6	N	9850974,7173	E	546160,2047
SC8-L7	N	9850907,9013	E	546096,8412
SC8-L8	N	9850788,8249	E	546271,3153
SC8-L9	N	9850911,3522	E	545674,4561
SC8-L10	N	9850730,3399	E	545688,9664
<b>SUBCUENCA N°9</b>				
<b>SC9</b>				
<b>NOMCL.</b>	<b>COORDENADAS</b>			
SC9-L1	N	9851069,1102	E	547999,6360
SC9-L2	N	9851005,7998	E	548105,9221
SC9-L3	N	9850960,4185	E	548209,8238
SC9-L4	N	9851017,2031	E	547808,4786
SC9-L5	N	9851024,2319	E	547695,1442
SC9-L6	N	9850934,1385	E	547755,1494
SC9-L7	N	9850961,6169	E	547623,6617
SC9-L8	N	9850879,4580	E	547585,0967
SC9-L9	N	9850800,0000	E	547500,0000
SC9-L10	N	9850756,2297	E	547564,3212
SC9-L11	N	9850736,1470	E	547450,5853
<b>SUBCUENCA N°11</b>				
<b>SC11</b>				
<b>NOMCL.</b>	<b>COORDENADAS</b>			
SC11-L1	N	9850648,9684	E	547277,2795
SC11-L2	N	9850635,8186	E	547416,0161
SC11-L3	N	9850629,5631	E	547509,8163
SC11-L4	N	9850577,5228	E	547363,8306
SC11-L5	N	9850489,1373	E	547362,0992
SC11-L6	N	9850391,1876	E	547398,0762
SC11-L7	N	9850201,2890	E	546649,7995
SC11-L8	N	9850214,4297	E	546834,9059
SC11-L9	N	9850218,5432	E	546968,4616
SC11-L10	N	9850179,9651	E	547074,7924
SC11-L11	N	9850106,6818	E	546809,7680
SC11-L12	N	9850018,8254	E	546764,9245
SC11-L13	N	9850016,8610	E	547060,7697

SC11-L14	N	9849995,1714	E	547155,5880
SC11-L15	N	9849972,2187	E	547255,2761
SC11-L16	N	9849873,8882	E	547379,3225
SC11-L17	N	9849898,7646	E	547072,3611
SC11-L18	N	9849900,4859	E	547155,1799
SC11-L19	N	9849858,9636	E	547235,9021
SC11-L20	N	9849846,0525	E	547301,5963
SC11-L21	N	9849869,8879	E	546697,1872
SC11-L22	N	9849801,1348	E	546868,7816
SC11-L23	N	9849830,2998	E	547049,4073
SC11-L24	N	9849800,0000	E	547347,8117
SC11-L25	N	9849753,6588	E	547389,8670
SC11-L26	N	9849740,5521	E	547197,1139
SC11-L27	N	9849718,4564	E	547059,4514
SC11-L28	N	9849740,1273	E	546907,3602
SC11-L29	N	9849693,1800	E	546831,3049
SC11-L30	N	9849655,0232	E	546917,7881
SC11-L31	N	9849576,8744	E	546764,0278
SC11-L32	N	9849600,0000	E	547200,0000
SC11-L33	N	9849520,8379	E	547076,3897
SC11-L34	N	9849443,9846	E	546812,3036
SC11-L35	N	9850629,5631	E	547509,8163
<b>SUBCUENCA N°13</b>				
<b>SC13</b>				
<b>NOMCL.</b>	<b>COORDENADAS</b>			
SC13-L1	N	9849482,1339	E	546340,1164
SC13-L2	N	9849485,8771	E	546386,8865
SC13-L3	N	9849319,0476	E	546430,1891
SC13-L4	N	9849310,0225	E	546493,6516
SC13-L5	N	9849251,1039	E	546443,3746
SC13-L6	N	9849252,1063	E	546639,5104
SC13-L7	N	9849162,5168	E	546563,4978
SC13-L8	N	9849120,3299	E	546610,8423
SC13-L9	N	9849095,2300	E	546515,2779
SC13-L10	N	9849054,5160	E	546444,1485
SC13-L11	N	9848947,7444	E	546412,0746
<b>SUBCUENCA N°14</b>				
<b>SC14</b>				
<b>NOMCL.</b>	<b>COORDENADAS</b>			
SC14-L1	N	9849500,0000	E	546200,0000
SC14-L2	N	9849310,6070	E	546255,3441
SC14-L3	N	9849287,1195	E	546189,4999
SC14-L4	N	9849285,2524	E	546098,8680

SC14-L5	N	9849190,0507	E	546071,0943
SC14-L6	N	9849185,0530	E	546248,8173
SC14-L7	N	9849046,2157	E	546307,7115
SC14-L8	N	9849469,3485	E	545658,6991
SC14-L9	N	9849438,5228	E	545563,3693
SC14-L10	N	9849184,4033	E	545541,8758
SC14-L11	N	9849385,6183	E	545365,4696
SC14-L12	N	9849385,6183	E	545296,0020
SC14-L13	N	9849343,1238	E	545136,6189
SC14-L14	N	9849223,0593	E	545032,6321
SC14-L15	N	9848794,8941	E	545164,9694
SC14-L16	N	9848856,1904	E	545071,1798
SC14-L17	N	9848911,8083	E	544983,6345
SC14-L18	N	9849459,3565	E	544802,1946

## SECTOR CDLA. ELOY ALFARO



## UBICACIONES DE PARCELAS



## UBICACIONES DE ARANDELAS



## MEDICIONES



## MEDICIONES



## PLUVIOMETRO



## SURCOS Y MEDICIÓN



## SECTOR AVENIDA DEL CAFÉ



## SURCOS Y MEDICIONES



## PLUVIOMETRO



## SECTOR AVENIDA LA PERIMETRAL



## SURCOS Y MEDICIONES



## SECTOR 1° DE NOVIEMBRE





## INVENTARIO DE LADERAS DE JIPIJAPA







