



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO  
ESCUELA DE INGENIERIA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y  
GESTIÓN DEL RIESGO**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA  
EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

**TEMA:**

**“DETERMINACIÓN DE FACTORES GEODINÁMICOS Y SU RELACIÓN CON  
LAS FALLAS GEOLÓGICAS EN EL ÁREA URBANA DE GUARANDA  
PERIODO 2012-2013”**

**AUTORA:**

**JESSICA PATRICIA CARRILLO CHIMBO**

**DIRECTORA DE TESIS:**

**ING. EVITA GAVILÁNES B.**

**Guaranda - Ecuador**

**2013**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.*

*A mi madre, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. A mi Esposo, que con su paciencia y comprensión me ayudo a concluir este trabajo, a mi hijo Sebastián por ser el pilar más importante y la razón de mi vivir.*

**JESSICA PATRICIA C:**

## *AGRADECIMIENTO*

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a ti Dios y a mi Mami Nati del Huayco por bendecirme cada momento y llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la **“UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR”** por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional.

A mi directora de tesis, Ing. Evita Gavilanes por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional por que todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial a mis profes Ing. Abelardo Paucar e Ing. Patricio Medina por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida; algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

***MIL GRACIAS.....***

***JESSICA PATRICIA C.***

## INDICE GENERAL

### PARTE INTRODUCTORIA

TEMA	1
INTRODUCCION	2
JUSTIFICACION	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES	5-7

### CAPITULO I MARCO TEORICO

1.1	UBICACIÓN GEOGRAFICA, LIMITES Y SUPERFICIE DEL CANTON	8
	Ubicación Geográfica	8
	Limites	9
1.1.2	Aspecto Histórico del Cantón	9
	Antecedentes Históricos	
1.1.3	Aspectos Políticos- Administrativos y extensión del Área de influencia	10
	División política	
1.1.4	Aspectos físicos Zonas de Vida	10
	Altitud – Relieve	11
	Clima Precipitación	12
	Hidrología, Orografía, Riquezas, Minerales	13
	Geomorfología	
	Mesetas, Colinas, Lomas	14-15
	Geología	16
1.1.5	Aspectos Demográficos	17
	Población, Grupos, Étnicos, Idiomas	18
1.1.6	Aspectos Económicos	19
	Situación económica	19-21
1.1.7	Aspectos de infraestructura y servicios	22
1.1.7.1	Servicios Básicos	22
	Agua, Electricidad, Alcantarillado, desechos sólidos	23
1.1.7.2	Servicios Generales	24
	Salud, Morbilidad Educación, Analfabetismo	25-26
1.1.7.3	Infraestructura	
	En el Ámbito privado	27
	En el Ámbito Público, Ambiente, Área Cultural, Área de Justicia, Área deportiva	27
	Económica, educativa, social	28-29
	Entidades de control financiero, Gobiernos Territoriales	30

Organismos Básicos de Emergencia	30
Entes Religiosos	30
1.1.8 Vivienda	31-32
1.1.9 Vialidad Principales problemas de conectividad	33
1.2 Antecedentes Investigativos	34
1.2.1 Microzonificación Sísmica de la ciudad de Manizales	
1.2.2 Estudio de riesgos geodinámicos para la protección De obras civiles	34-35
1.3 FUNDAMENTACION LEGAL	36-38
1.4 MARCO CONCEPTUAL	39-41
1.5 FACTORES GEODINAMICOS	42
1.5.1 Geodinámica Interna	42-45
1.5.2 Sismicidad	45-48
1.5.3 Vulcanismo	48-51
1.5.4 Geodinámica Externa	
1.5.5 Remoción en masa	51-53
1.5.6 Meteorización física y Química	53-55
1.5.7 Deformación Relieve, Pendiente	
1.5.10 Fallas Geológicas	

55-56

## **CAPITULO II DISEÑO METEREOLÓGICO**

Tipo de estudio	58
Método Morfométricos y elementos geomorfológicos	58-59
Teledetección	59
Universo	59
Muestra	59
Técnicas de recolección de datos	59
Técnicas de procedimientos análisis y presentación de resultados	59

## **CAPITULO III PRESENTACION DE RESULTADOS**

3.1 Análisis Sísmico en la ciudad de Guaranda	
Reporte de Sismos relacionados con las zonas de fallas	61-63
3.2 Análisis Volcánico en el área urbana de Guaranda	63-65
3.3 Foto impetración y análisis retrospectivo de Escarpes de deslizamientos año 1963.2000	65-68
3.4 Análisis y Mapeo geológico del estrato superior De la ciudad de Guaranda	69-70
3.5 Descripción y ubicación de las principales fallas Geológicas en el área urbana de Guaranda	71-73
3.6 Correlación de los factores geodinámicos y las fallas	73-75

**3.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 75-76**

**CAPITULO IV PRESENTACION DE LA PROPUESTA**

4.1	Presentación	78
4.2	Datos Generales	78
4.3	Justificación	78
4.5	Objetivos	79
4.6	Alcance del estudio	79
4.7	Sistema de posicionamiento global GPS	79-82
4.8	Presupuesto	83
4.9	Cronograma	83

**ANEXOS**

<b>ANEXO 1</b>	Base de datos de los principales sismos históricos que Tiene incidencia en la ciudad de Guaranda IG/EPN (2007)
<b>ANEXO2</b>	Mapa de Escarpes
<b>ANEXO3</b>	Mapa de Escarpes y Fallas
<b>ANEXO4</b>	Mapa Geológico de la ciudad de Guaranda
<b>ANEXO 5</b>	Mapa de Pendientes
<b>ANEXO 6</b>	Mapa de Fallas circundantes
<b>ANEXO 7</b>	Mapa de Falla del río Salinas
<b>ANEXO 8</b>	Mapa de Fallas del rio Guaranda Illangama
<b>ANEXO 9</b>	Mapa de Fallas Negroyacu
<b>ANEXO 10</b>	Mapa de Falla Quebrada del Mullo
<b>ANEXO11</b>	Mapa de Falla de Guanguliquin
<b>ANEXO 12</b>	Mapa Tectónica Local

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio está realizado en la ciudad de Guaranda que está ubicada a 2.668 msnm, en el centro del Ecuador, al noroeste de la Provincia de Bolívar. El área de estudio abarca alrededor de 11 km<sup>2</sup> y se centra en el área urbana de la ciudad donde se caracteriza la amenaza geológica y dinámica de los suelos, la vulnerabilidad física de elementos expuestos y el riesgo que podría afectar principalmente a las viviendas, así como proponer medidas de mitigación de riesgo geológico factibles de ser aplicadas.

El presente documento presenta en la parte inicial, el problema, los objetivos, la hipótesis y las variables de estudio.

En el capítulo I, el Marco Teórico, se describe brevemente los eventos geodinámicas internos y externos de la ciudad de Guaranda, el diagnóstico geológico geotécnico; seguidamente y el riesgo geológico en la que se incluye la base conceptual y metodológica de evaluación de la amenaza, en la que se aborda la legislación de la gestión del riesgo.

En el capítulo II, en el Diseño Metodológico, se da a conocer el tipo de estudio; el universo y muestra; las técnicas de recolección de información; técnicas de procesamiento, análisis y presentación de la información; en la que se debe indicar que el trabajo de recolección de información se basó para la evaluación de la amenaza geodinámica interna y externa con la metodología de visita de campo procesamiento de imágenes (teledetección).

En el capítulo III, Presentación de resultados, se identifica los efectos geodinámicas internos y externos relacionados con las fallas existentes en la zona urbana del cantón Guaranda además se describen en Mapas temáticos geológico, geomorfológico, uso de suelos, pendientes, fallas escarpes, hidrológicos, correlacionado estos efectos geodinámicas con fallas existentes en el área de estudio y finalmente se incluye las conclusiones y recomendaciones.

En el capítulo IV, Propuesta, se presenta el proyecto de monitoreo de escarpes de falla y escarpes de deslizamiento con GPS diferencial en la ciudad de Guaranda, elaborado por el estudiante de la Universidad Estatal de Bolívar.

Finalmente se incluye la bibliografía y los anexos.

El objetivo de este documento, es proporcionar la información suficiente para tomar medidas de mitigación ante la inestabilidad de laderas, a través del mapa con el fin de generar documentos comparables.

## JUSTIFICACION

Los factores geodinámicos son aquellos que explican la actividad del planeta Tierra, manifiesto por el movimiento de las capas superiores, en la que intervienen los sismos y la actividad volcánica, la Geodinámica Interna causa grandes transformaciones de la corteza terrestre, debido a los factores y fuerzas profundas del interior del planeta, en cambio en la geodinámica externa intervienen factores y fuerzas externas ligadas a fenómenos meteorológicos (viento, precipitación, temperatura, otros), que interaccionan con la superficie o capas más externas de la corteza.

Según el modelo de la tectónica de placas, el manto superior junto con la corteza subyacente, se comportan como una capa fuerte y rígida conocida como la litósfera, donde se producen interacciones a lo largo de sus bordes, que pueden ser divergentes o constructivos, dos placas se juntan provocando el hundimiento de la litosfera oceánica debajo de una placa continental que puede ser finalmente reabsorbida en el manto, o posiblemente la cohesión de dos bloques continentales.

La divergencia, convergencia el fenómeno de bordes crean un sistema montañoso, causando considerables cambios en la superficie lo que es particularmente significativo, cuando esto sucede en las proximidades de un asentamiento humano.

El Ecuador por encontrarse en el borde oeste de la costa del continente Americano, sufre fenómenos tectónicos activos, producto de la colisión de la placa oceánica de Nazca y la placa continental Sudamericana, además la presencia de las fallas geológicas que atraviesan la mayoría de las provincias del país, siendo una de ellas la provincia de Bolívar con su capital, la ciudad de Guaranda, que cuenta aproximadamente con 23.800 habitantes en la zona urbana,(INEN2010) donde se desarrolla gran parte de la actividad económica-productiva de la provincia, está ubicada en las estribaciones de la cordillera y la influencia de las fallas geológicas, regionales como la Pallatanga- Riobamba; Chimbo, Milagro-Guaranda, locales como la del río chimbo, Falla cresta quebrada del Mullo, Río Salinas, Guaranda, quebrada de Guanguliquin, entre otros.

Tanto el proceso de subducción así como la influencia de las fallas geológicas hace que la cobertura de la zona de Guaranda está sometida a fuerzas y esfuerzos, lo que se traduce en mayor o menor actividad sísmica (Escorza1993), deslizamientos, hundimientos paulatinos que es imperceptible en periodos de tiempo cortos, provocando daños continuos en infraestructura, y la presencia de zonas inestables.

Esta es la razón por la cual se considera necesario realizar el presente estudio denominado **“DETERMINACION DE FACTORES GEODINAMICOS Y SU RELACION CON LAS FALLAS GEOLOGICAS EN EL AREA URBANA DE GUARANDA”** que tiene por objeto Identificar los efectos geodinámicos, correlacionando con las fallas geológicas existentes ante este tipo de amenazas geodinámicas y contribuir en los en los futuros estudios y planificación de este territorio.



## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Qué relación existe entre los de los factores Geodinámicos y su relación con las fallas geológicas existentes en el área urbana de Guaranda?

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Determinar los efectos geodinámicos y su relación con las fallas geológicas locales en el área urbana de Guaranda.

### **ESPECÍFICOS**

- Identificar los efectos geodinámicos relacionados con las fallas existentes en el área de Guaranda.
- Correlacionar los efectos geodinámicos con las fallas geológicas en el área urbana de Guaranda.
- Establecer medidas de mitigación ante las amenazas geodinámicas en el área de estudio.

### **HIPÓTESIS:**

Los efectos geodinámicos se relacionan con las fallas geológicas existentes en el área urbana de Guaranda.

### **VARIABLES**

**VARIABLE INDEPENDIENTE:** Efectos Geodinámicos

**VARIABLE DEPENDIENTE:** Fallas Geológicas

## OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

Tabla N° 1. Variables Independientes

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	Escala
Factores Geodinámicos	<p>Son al conjunto de causas y efectos que provocan los cambios estructurales químicos y/o morfológicos que afectan al planeta.</p> <p><b>La geodinámica interna.</b> estudia las transformaciones de la estructura interna de la Tierra en relación con las fuerzas que actúan en su interior</p> <p><b>La geodinámica externa.-</b> Es el conjunto de fuerzas exógenas o externas que modifican la morfología superficial de la corteza terrestre.</p>	<p>Geodinámica Interna</p> <p>Geodinámica externa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sismicidad: Intensidad y magnitud, sísmica registradas en el área de estudio.</li> <li>✓ Vulcanismo:</li> <li>✓ Tipo de formación Geológica y unidades litológicas el área de estudio)</li> <li>✓ Deformaciones : Pendiente Relieve,</li> <li>✓ Escarpes</li> <li>✓ Factores meteorológicos:</li> </ul>	<p>Mercali y Richter I-V; VI-VII; &gt; VIII</p> <p>Potencia y clasificación de los depósitos volcánicos</p> <p>Tipo de roca; origen; edad; potencia, distribución territorial urbana</p> <p>En Grados o porcentajes de pendientes.</p> <p>Geoformas.</p> <p>Cualificar la escarpe acorde a la forma en el espacio, origen</p>

			<p>Precipitación, Temperatura),</p> <p>✓ Evaporación, nubosidad viento, evapotranspiración</p> <p>✓ Hidrología( escorrentía, infiltración,)</p> <p>✓ Meteorización Física y Química()</p> <p>✓ Factor Antrópico:</p> <p>✓ Percepción de riego</p> <p>✓ Elementos Expuestos</p>	<p>Promedio mensual de precipitación en mm.</p> <p>Promedio mensual de temperatura en °C</p> <p>Aplicación de la formula universal de equilibrio hidrológico</p> <p>Grado de meteorización</p> <p>Población porcentaje de Necesidades Básicas Insatisfechas</p> <p>Uso de suelo, servicios básicos</p> <p>Sin incidencia Bajo; Medio; alto; no aplicable</p>
--	--	--	--	--

Tabla N° 2 Variables Dependientes

VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
Fallas Geológicas	Es el rompimiento de la corteza terrestre a deformaciones y tenciones , al no tener elasticidad las rocas se rompen a lo largo de la falla liberando una gran cantidad de energía	Tipo de falla	Normal Inversa Translacional	Localización, longitud, movimientos de estratos a lo largo de plano de falla, presencia de escarpas.
		Esfuerzos	Tensionales Comprensión Cizallamiento	Análisis Geomorfológico del paisaje.

## CAPITULO I

### 1.1 CONTEXTO DEL CANTÓN Y LA CIUDAD DE GUARANDA

Para la descripción de los antecedentes del perfil territorial se tomó como referencia, Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guaranda 2011-2020 (PDOT) elaborado por el Gobierno Autónomo Descentralizado del área de estudio; perfil territorial y análisis de vulnerabilidad elaborado por el equipo técnico de la Universidad Estatal de Bolívar.

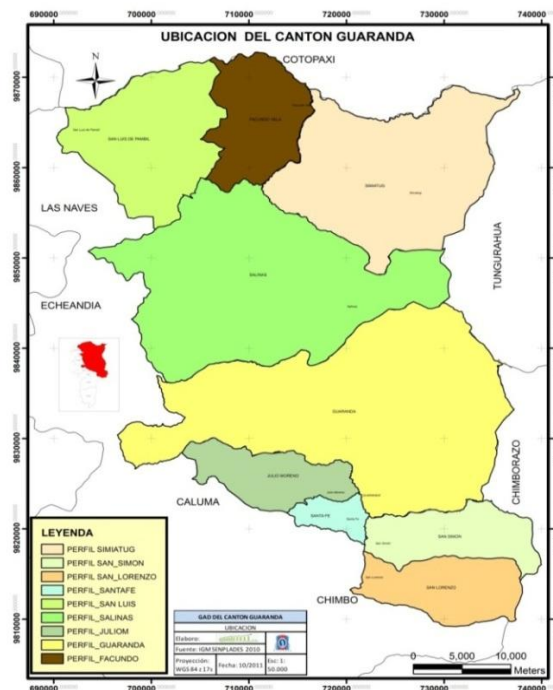
#### 1.1.1 Ubicación Geográfica, Límites y Superficie del Cantón

**Ubicación Geográfica:** El cantón Guaranda se localiza en la Hoya del Chimbo, en el centro del Ecuador, al noreste de la Provincia de Bolívar, dentro de las siguientes coordenadas: 1° 34' 8" Latitud sur.

78° 58' 1" Longitud Oeste.

La ciudad de Guaranda, se encuentra a 235 Km. de Quito, la capital del país, y a 204 Km. de la ciudad de Guayaquil, el puerto principal y centro económico de la nación. (Ver figura 1)

Figura 1: Mapa de Ubicación del Área Urbana de Guaranda y Zona de Estudio



Fuente: PDOT, GAD cantón Guaranda, 2011

**Límites:** Al Norte, la Provincia de Cotopaxi con las estribaciones conocidas como cordillera de Angamarca; al Sur, los cantones San José de Chimbo y San Miguel de Bolívar<sup>1</sup>; al Este, la cordillera occidental de los Andes, que separa las provincias de Tungurahua y Chimborazo; y al Oeste, los cantones Las Naves, Echeandía y Caluma.

**Superficie:** El total del cantón Guaranda es de 1.897,8 km<sup>2</sup>; el área urbana donde se asienta la ciudad de Guaranda, comprende aproximadamente 953 hectáreas.

### 1.1.2 Aspecto Histórico del Cantón

**Antecedente Histórico:** Sus primeros habitantes fueron las Guarangas y Tóbamelas, Guanujos y Shimiutugs, que presentaron sería resistencia tanto a la invasión incaica como a la española. Su proceso de formación política se opera en el año de 1.822, su creación como Provincia en el año de 1.884.

Su nombre, indiscutiblemente de origen indígena, según unos se debe a la existencia del árbol conocido como Guarango, según la tradición su sombra era escenario de la reunión de los caciques para deliberar asuntos importantes de la tribu; según otros es de origen mitimae llegado de Cajamarca a raíz de la invasión incaica y debió llamarse Guauhranga, cuyo afijo “gua”, significa árbol; otros en fin manifiestan que procede del vocablo quechua “huaranga”, que significa mil, significado tal vez que a la fecha de su fundación, contaba con ese número de habitantes.

En el año de 1.581 el asiento del Corregimiento de Chimbo, pasa a Guaranda, por la importancia alcanzada y el 11 de noviembre de 1.811, la Junta Superior de Gobierno de Quito, lo eleva a la categoría de Villa.

Según Escorza la ciudad de Guaranda lugar en donde se encuentra actualmente fue fundado para escapar de los riesgos naturales, cubrirse del frío del Chimborazo y aprovechar las vertientes; los nativos de la ciudad de Guaranda tienen un criterio tal que sus casas las ubican en las crestas, no en depresiones ni en ríos, ya que temían los deslaves y a los ríos que carreaban los flujos de lodo; la ciudad creció de norte a sur teniendo como límites naturales las quebradas del Mullo y Guanguliquin, la ciudad moderna fue edificada encima y junto a las antiguas quebradas las mismas que fue rellenada, originando así zonas de riesgos.

Chimbo y Guaranda en épocas coloniales eran las Ciudades más Importantes, cuya fundación es más antigua que Quito ya que era un asentamiento español se

---

<sup>1</sup> Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Guaranda 2011-2020

proyectaba a crecer rápidamente, pero los sucesivos terremotos destruyeron las poblaciones y produjo la emigración, la Geología de esta ciudad siempre ha sido un punto negativo para el desarrollo.<sup>2</sup>

### 1.1.3 Aspectos Políticos- Administrativos y Extensión del Área de Influencia.

**División Política:** Guaranda se halla formada por tres parroquias urbanas: Gabriel Ignacio Veintimilla, Ángel Polibio Chávez y Guanujo; estas parroquias están organizadas en barrios y ciudadelas.

Cuenta con las siguientes parroquias rurales: Salinas, Simiátug, Facundo Vela, Julio Moreno, Santa Fe, San Lorenzo, San Luis de Pambil y San Simón.

Se halla bañada por dos ríos: el Salinas y el Guaranda y rodeada por 7 colinas: Cruz Loma, Loma de Guaranda, El Calvario, San Bartola, Tililag, Talalag y San Jacinto.

La ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, es el centro político, administrativo y de comercio del cantón y de la provincia.

Las parroquias rurales son administradas por las Juntas Parroquiales; mientras que las parroquias urbanas son competencia del Gobierno Municipal; ambos constituyen niveles de Gobierno Autónomos Descentralizados, que coordinan acciones y recursos para el desarrollo del cantón, según las competencias establecidas por la Constitución y el Código de Ordenamiento Territorial del país.

### 1.1.4. Aspecto Físico

**Zonas de vida:** El Cantón Guaranda posee varias áreas con similares características de flora y fauna las cuales presentan variaciones de acuerdo a la altitud, a las que se denomina Zonas de Vida y que determinan la temperatura, clima y precipitación, así tenemos:

**Tabla N°3 Zonas de vida**

Zona de vida	Altura	Precipitación anual	Temperatura	Pendiente	Descripción
Paramo seco o arenal	4080msnm hasta 4320msnm	750 a 1000mm	2 a 6°C	5% al 12%	En estos páramos la vegetación se alterna con parches de arena desnuda. La flora es xerofítica, con pocas hierbas, pequeños arbustos, algunos musgos y líquenes
Páramo Herbáceo	3320msnm hasta 4.400msn	750 mm y 1500mm	3 a 6 °C	12%, 50%, 70%	En su límite inferior se encuentra la Ceja Andina arbustiva, en su defecto, campos

<sup>2</sup>Fuente: Levantamiento Geológico de la Depresión de la Ciudad de Guaranda (Ing. Luis Escorza)

	m				cultivados, manchas de bosques exóticos (pinos) donde el bosque andino ha sido deforestado
Bosque siempre verde montano alto de los andes occidentales	3.120 msnm a 3500	1500 y 1800 mm	6 a 12 °C	25% al 50%	Incluye la vegetación de transición entre los bosques montanos altos y el páramo, también conocida como de Ceja Andina.
Bosque siempre verde montano bajo de los andes occidentales	1.000-1.800 msnm	1100 y 1200 mm	18 y 24 °C		La vegetación nativa de la zona del bosque tiene un aspecto húmedo. Los árboles son grandes y rectos alcanzando 25 m de altura, las epífitas son exuberantes.
Bosque de neblina montano de los andes occidentales	1120 2.040 a msnm	1700 y 2200 mm	10 a 16°C		Caracterizada por la presencia de un estrato arbóreo que alcanza de 25 a 30 m de altura y está densamente cubierto por musgos.
Bosque siempre verde Pie montano de la costa	300a1300 msnm	2000 y4000 mm	18a24°C		En esta zona la estación de lluvias se extiende alolargode10 meses y la estación seca cubre 2meses, se ubican al pie de la Cordillera de los Andes.
Bosque siempre verde de tierras bajas de la costa		1800 y 900 mm	18 a 26°C		Este ecosistema es famoso por su exuberante vegetación y por poseer una de las mayores diversidades de plantas y animales la precipitación anual fluctúa entre.

**Fuente:** PDOT 2011-2020, Avances del perfil territorial de la ciudad de Guaranda 2013; Yépez Ramiro 2013

**Altitud:** La altura de promedio Wolf (1892), estima en 2668m.s.n.m, el Instituto Geográfico militar data en 2608m.s.n.m, en el resto del cantón desde los 2600 m.s.n.m. en San Luis de Pambil (subtropical), hasta los 4.100 m.s.n.m. en El Arenal (páramo), para el presente trabajo, se tomó al parque Principal como punto de referencia con una altura promedio de 2660m.s.n.m, ya que muchos trabajos están realizados con esta altura de referencia.

**Relieve:** Lo más sobresaliente de la ciudad de Guaranda es la presencia de las colinas que rodean a la ciudad, es por ello que es llamada a “Guaranda la ciudad de las siete colinas”; siendo las más sobresalientes la loma de la Cruz que tiene una altura de 2850 m.s.n.m, la loma del Calvario con 2827, las demás no sobrepasan los 2750 m.s.n.m.; la pequeña cordillera de Guaranda decrece hacia el sur; los barrios que conforman la ciudad están entre los 2575 y 2900 m.s.n.m.; la topografía es de tipo meseta en las parroquias urbanas, Chaves y Veintimilla, mientras que más hacia el norte está la meseta de la parroquia Guanujo a 2900 m.s.n.m.



Al oeste de la ciudad de Guaranda, está la cordillera de Chimbo que alcanza alturas de 3200 m.s.n.m., al oeste el macizo del Coshuna con alturas hasta los 4000 m.s.n.m.

**Clima:** La temperatura promedio en la ciudad de Guaranda es 13.5° C, en la meseta de Guanujo un promedio de 15°C, en el resto del cantón oscila entre 4°C en los fríos páramos y 24°C en el subtrópico.

El clima es húmedo-frío, al este en las partes altas de la cordillera Occidental y alrededor del volcán Chimborazo la temperatura es menor a 6°C es clima frío; al oeste de Guaranda el clima es más cálido y al oeste de la cordillera de chimbo existe el clima subtropical.<sup>3</sup>

**Tabla 4: Zonas climáticas**

ZONAS CLIMÁTICA	CARACTERÍSTICAS			
	Tipo	Temperatura	Régimen de Iluvias	Precipitación
Ecuatorial de Alta Montana	<10°C	Bimodal	entre 500 a 1.200 mm	Zonas noreste de: Guaranda, San Lorenzo, San Simón, Salinas y Simiátug
Ecuatorial meso térmico Seco	12-14 °C	Bimodal	500 a 750mm	Santa Fe, san Simón
Ecuatorial Meso térmico semi húmedo	12 a 16 °C	Bimodal	750 a 1.750 mm	Centro oeste de: San Lorenzo, San Simón, Santa Fe, Julio Moreno, Guaranda, Salinas y Simiatug, este de Facundo Vela
Tropical Mega térmico Húmedo	entre 18 y 24°C	Bimodal Unimodal	Entre 1.750 y 2500 mm	Facundo Vela, y este de San Luis de Pambil, oeste de Salinas
Mega térmico lluvioso	entre 22 y 26°C	Unimodal	Entre 2.000 y 3.000 mm	San Luis de Pambil y Oeste de Salinas

Fuente: PDOT, del Cantón Guaranda 2011-2020; Yépez R 2013

**Precipitación:** El promedio anual de precipitación es de 904.4 mm, en el cantón anualmente se presenta una irregularidad, registrándose de febrero a mayo el período con mayor precipitación (invierno), en la que se presentan eventos como deslizamientos; y de junio a septiembre los valores son más bajos (verano).<sup>4</sup>

**Hidrografía:** El sistema hidrográfico principal, lo forman el Río Guaranda que en sus orígenes en los deshielos del Chimborazo, se lo conoce como Illangama y el Ríos Salinas, que rodea a la ciudad de Guaranda, por sus lados occidental y oriental respectivamente uniéndose a pocas cuadras al sur de la ciudad de

<sup>3</sup> Fuente: Levantamiento Geológico de la Depresión de la Ciudad de Guaranda (Ing. Luis Escorza 1993).

<sup>4</sup>Fuente: Plan Ambiental participativo del cantón Guaranda (2003: 16-20).

Guaranda, formando el Río Chimbo. El Río Illangama, recibe como afluentes los riachuelos de Panza, Quilitagu y Quinuacorral, para formar el Guaranda.

El Río Salinas, tiene como afluentes los riachuelos de: Chiñata, Guayama, Tarqui, Moya y Tusua. El Río Chimbo, recibe como afluentes principales: el Río Gradadas, el Conventillo y el San Lorenzo, en el cantón Guaranda.

Estos caudales no han sido aprovechados para la agricultura, sin embargo de que la ecología del Cantón se ha visto afectada gravemente por la deforestación, sin embargo se cuenta con canales de riego de Salinas-Santa Fe; Vinchoa y San Lorenzo-Santiago.

El Río Salinas, tiene como afluentes los riachuelos de: Chiñata, Guayama, Tarqui, Moya y Tusua. El Río Chimbo, recibe como afluentes principales: el Río Gradadas, el Conventillo y el San Lorenzo, en el cantón Guaranda.

Estos caudales no han sido aprovechados para la agricultura, sin embargo de que la ecología del Cantón se ha visto afectada gravemente por la deforestación, sin embargo se cuenta con canales de riego de Salinas-Santa Fe; Vinchoa y San Lorenzo-Santiago.

**Geomorfología:** El Cantón debido a su ubicación geográfica está expuesto por tres unidades geomorfológicas descrita como: la primera unidad el sector del páramo; la segunda unidad el valle interandino, denominado como cuenca de Guaranda, donde el cauce de los ríos Guaranda y Salinas tienen una gran diferencia geomorfológica y la unión de estos dos ríos forman el río Chimbo; la tercera unidad geomorfológica definida es el subtrópico.

según el estudio “Levantamiento Geológico de la Depresión de Guaranda” (Escorza Luis, 1993:16), la ciudad está asentada en una Depresión en forma de bloques o gradadas, producto de deslizamientos antiguos y reptación suelos fondo hacia el sur; están separadas por escarpes de fallas y escarpes de deslizamiento de rumbo este – oeste; cuyo conjunto se agrupa en tres mesetas: la primera, que la denomina la del Parque central, tiene una altura de 2665 m.s.n.m (datos tomado a lo largo de la calle Convencional de 1884), se la ubica al norte desde las partes bajas de las laderas de las colinas, de la Cruz, de Guaranda del Calvario, y la parte sur de la meseta, está formado por las partes superiores de los escarpes de la falla Cárcel –Catedral.

La segunda, llamada terraza del Mercado, altura promedio de 2640 m.s.n.m. limita al norte con las partes bajas de los escarpes Catedral-Cárcel y hacia el sur con la

parte superior de los escarpes Bomberos-mercado-Ciudadela las Colinas, controlados por la falla San Jacinto-San Bartolo.

La tercera, llamada del Colegio Técnico Guaranda, con una altura promedio de 2610 m.s.n.m. se ubica desde las partes bajas de los escarpes anteriores hasta el río Guaranda.

Estas mesetas están limitadas al este por el río Guaranda y al oeste por la pequeña cordillera de Guaranda, la misma que tiene un rumbo norte-sur, esta cordillera está formada desde el norte por: el borde oeste de la laguna de Joyocoto, loma de la cruz, colina San Jacinto, Cresta de Marcopamba y Cresta Tamami; al norte las colinas pasan los 2800 msnm, al sur llegan a los 2700 msnm. Al norte de la depresión, se encuentra la meseta de Guanujo; lugar que en siglos anterior lo llamaba las cochas. En estas cubetas que revelan que existieron lagunas, casi todas de igual dirección y dimensiones; el eje mayor de un kilómetro y de dirección norte-sur y el eje menor de dirección este-oeste de 500mts. Aproximadamente

Entre los ríos Salinas y Guaranda, existe una gran diferencia geomorfológica, el Río salinas tiene forma de V profunda de cañón, con paredes de hasta 200m de desnivel, mientras que el Río Guaranda tiene forma de U, en el que pequeñas depresiones al noreste de la loma del Calvario, la depresión de la ciudadela Larrea, y al norte de la Colina San Bartolo

A la ciudad de Guaranda la atraviesan 2 quebradas de rumbo Norte-Sur, paralelas la cordillera de Guaranda. ESCORZA J, Luis, 1993.

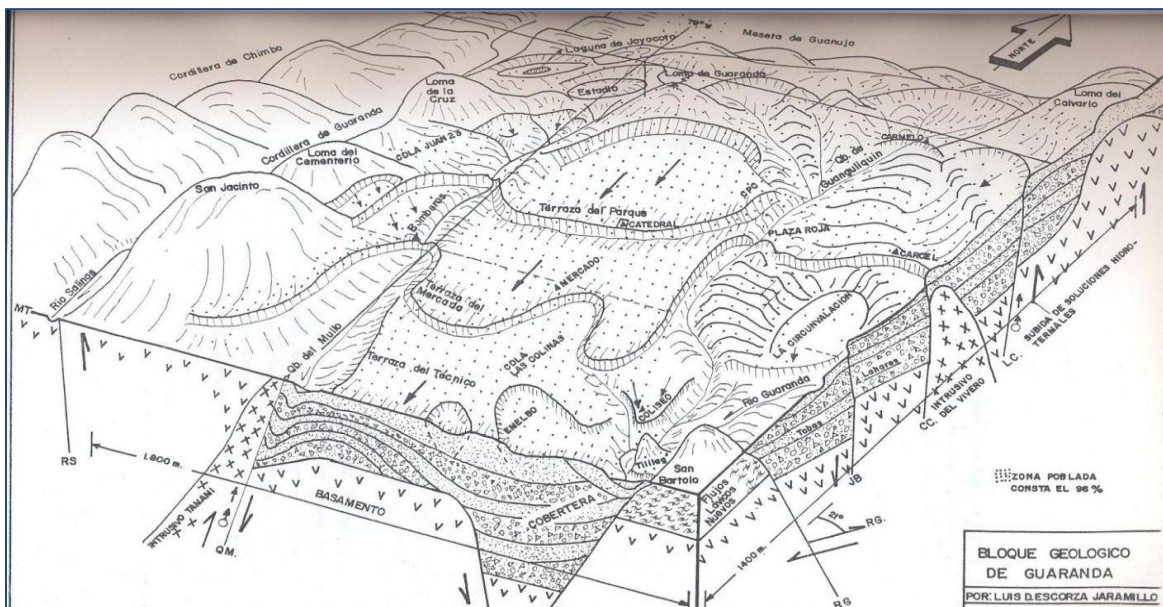


Figura: 2 Muestra un bloque con las principales características Geológicas-Geomorfológicas de la Ciudad de Guaranda.

Tomado de Escorza, J Luis. 1993

Según el mapa de estudio de Microzonificación la ciudad de Guaranda y el estudio geológico realizado por Escorza, Luis 1993, se distinguen principalmente 3 tipos de geoformas:

**Mesetas:** Que son planicies extensas situadas a una determinada altura, provocada por fuerzas tectónicas o bien por erosión del terreno circundante. En el primer caso se trata de la aplicación de fuerzas tectónicas sobre estratos horizontales de fallas propicias que producen la elevación de una zona que mantiene la horizontalidad pero a un nivel superior que el entorno. En el segundo caso, en un terreno horizontal, la erosión puede formar ríos que profundizan el paisaje dejando las zonas aisladas y elevadas, y normalmente al estar formados por materiales más resistentes a la erosión son más resistentes y por tanto se preservan estas geoformas planas.

En el caso de la Ciudad de Guaranda existen varias mesetas con pendientes entre 0 y 12% y se pueden agrupar en 3 grandes mesetas: Meseta del parque, compuesta de suelos tipo limo-arcilloso, algo caótico de tipo coluvial? antiguo. Meseta terraza del parque de suelo orgánico negro, orgánico arcilloso, plástico, derivado de la meteorización de tobas. Meseta del Técnico, de material tipo aluvial y laharítico, formado por antiguas depositaciones de materiales arrastrados por el Río Guaranda. Finalmente más hacia el norte la Meseta de Guanujo, compuesta de materiales arcillosos negros, orgánicos, húmedos, en este sector se han reportado la presencia de lagunas antiguas, lo cual se comprueba con el pozo de SPT del sector de Alpallana, donde se encontró el nivel freático a solo 4 metros. Estas mesetas tienen una altitud promedio de 2640m. Finalmente todas estas mesetas están limitadas al este de por el Río Guaranda y al oeste por la pequeña cordillera de Guaranda.<sup>5</sup>

**Colinas:** Es un tipo de accidente geográfico que se refiere a una eminencia del terreno que no supera los 100 metros de altura. En el caso de Guaranda estas Geoformas están en el rango de pendientes mayores al 25% y corresponden en la mayoría a la denominada pequeña cordillera de Guaranda (Escorza, Luis 1993), de rumbo Norte-Sur, esta cordillera está formada desde el norte por: el borde Oeste de la Laguna de Joyocoto, Loma de la Cruz, Colina San Jacinto, Cresta de Marcopamba, y Cresta Tamami, estas elevaciones alcanzan una altura promedio de 2750m. Los materiales que forman estas colinas son mayormente tipo arenosos-lapillí, derivados de la meteorización de tobas andesíticas (cangahuas). Al Este de la Ciudad existe otra pequeña cordillera compuesta de una serie de

---

<sup>5</sup> (Escorza & 1993)

colinas que limitan a las mesetas y están compuestas principalmente por materiales tobáceos y además afloran rocas andesíticas.

**Lomas:** Una loma es una elevación del terreno de poca altura, normalmente de forma redondeada, que viene a ser el primer grado después de la meseta. En el caso de la Ciudad de Guaranda, esta geoforma está representada por la zona de transición entre las mesetas y colinas. La pendiente de este paisaje está en el rango entre 12 y 25% y está compuesta principalmente por materiales limosos inorgánicos de alta plasticidad y en algunos sectores por materiales coluviales de pie de monte.<sup>6</sup>

**Geología:** El cantón y la ciudad de Guaranda se asienta en la región Sierra, cuya región tiene como rasgos importantes la Cordillera Occidental, la Cordillera Real u Oriental y la Depresión Interandina o Valle Interandino localizada entre las dos cordilleras en la que se desarrollan cuencas intramontañosas o depresiones, que han sido rellenadas principalmente por depósitos volcano-sedimentarios, volcánicos y sedimentarios de edad Cuaternaria; como es el caso de Guaranda.

Las rocas que están rellenando la depresión en la que está situada la Ciudad de Guaranda corresponden a los volcánicos cuaternarios indiferenciados conocidos Volcánicos. Guaranda (Randell y Lozada, 1976). Los Volcánicos de Guaranda, son de edad Pleistocénica, y tiene formación de materiales piroclásticos que están cubriendo una topografía preexistente, que aún no están reacomodadas. Según Lozada (1976), determina como tobas andesíticas de grano fino de color amarillo. Además se considera que las últimas capas de piroclastos son de pómez, lapilli y tobas finas de las últimas erupciones del volcán Chimborazo y otros volcanes; lo que Escorza (1993) denomina cobertera de la Depresión de Guaranda.

Los volcánicos Guaranda se hallan fuertemente diaclasados de forma columnar, esta es la principal causa de que ocurran caída de roca y flujos secos de detritos, formando conos de detritos al pie de los taludes.

Según Escorza (1993: 58-60), la denominada “Depresión de Guaranda”, donde se asienta la ciudad, estaría formado por el basamento conformado por rocas volcánicas básicas a intermedias, las mismas que son impermeables y muy duras, que constituirían el estrato inferior; y la cobertera está formado por rocas piroclásticas y lahares del cuaternario los mismos que cubren el basamento, estima que es un espesor de unos 60 metros, al sureste de la ciudad en esta parte es mayor y que va disminuyendo a medida que se acerca a las colinas, lo que constituiría el estrato superior.

### **Estrato Superior de la Ciudad de Guaranda**

---

<sup>6</sup>Estudio Microzonificación sísmica de la zona urbana del cantón Guaranda

Para caracterizar el estrato superior de la ciudad de Guaranda, los autores CHRISTIAN PORTUGUEZ, DIEGO MENA quienes realizaron el estudio de Microzonificación, efectuando recorridos por afloramientos y quebradas; tomaron muestras de suelos mediante el muestreador Auger a diferentes profundidades, de estas muestras de suelo realizaron descripciones litológicas, y análisis (Sistema unificado de clasificación de suelos; SUCS), obteniendo los siguientes resultados: los suelos sobre los que se encuentra la Ciudad de Guaranda observan diferentes tipos de suelo, se puede diferenciar claramente que en las partes bajas con morfología plana como la meseta de Guanujo o la terraza del parque, se presentan suelos negros, plásticos, limo-arcillosos inorgánicos, húmedos, derivados de la meteorización de rocas volcanoclásticas tipo tobas de composición intermedia, a medida que aumenta la pendiente, los suelos aflorantes son del tipo cangagua de composición intermedia, marrón amarillenta, tipo areno-limo-arcillosa inorgánicos. En las partes altas de las cordilleras afloran materiales tipo lapilli, con fragmentos de pómez gruesos (arenoso grueso), no consolidados. Por otro lado en el núcleo de las colinas en los cortes de carreteras y partes bajas de las quebradas se observan rocas andesíticas fuertemente diaclasadas. En los márgenes del Río Guaranda existen materiales aluviales y laharíticos. Además hay presencia de intrusivos de poca profundidad tipo diques que exhalan pequeñas soluciones hidrotermales.

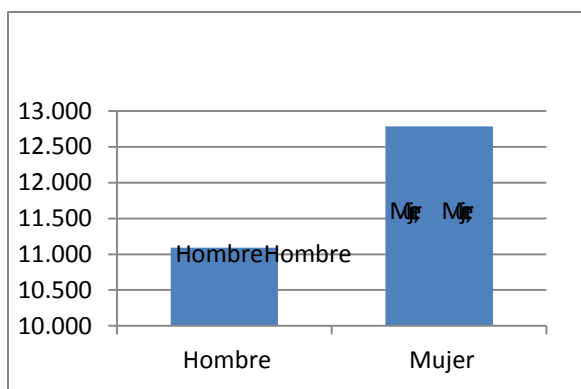
### 1.1.5 Aspecto Demográfico

**Población:** En todo el Cantón Guaranda la población llega a 91.877 habitantes de los cuales 68.003 se encuentran en la zona rural y 23.847 en la zona urbana, de esta última 11.091 habitantes son hombres y 12.783 habitantes son mujeres. (INEC, 2010)

**Tabla 4: Análisis por sexo de la población del área urbana de Guaranda**

Sexo	Casos	%
Mujer	12.783	53,54 %
Hombre	11.091	46,46 %
<b>Total</b>	<b>23.874</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013



**Gráfico 1: Población por sexo del área urbana de Guaranda.**

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

Clasificando en grupos etarios a toda la población del área urbana, de acuerdo a información obtenida en la base de datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC), tenemos:

**Tabla 5: Grandes Grupos por edades del área urbana de Guaranda.**

<b>Grandes grupos de edad</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>
De 0 a 14 años	6.588	27,59 %
De 15 a 64 años	15.297	64,07 %
De 65 años y más	1.989	8,33 %
<b>Total</b>	<b>23.874</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

De donde se establece que La población comprendida entre los 15 y 64 años de edad, según la Legislación del Ecuador, es la población en edad de trabajar, que como se puede observar en la **Tabla 4** en el área urbana de Guaranda éste grupo es de 15.297 personas, que representa el 64%, respecto a la población total del área urbana de Guaranda.

De ahí que se puede identificar a la población económicamente activa (PEA) es decir, quienes se dedican a trabajar o está ocupada, y que es de alrededor de 9.934 personas, que equivale al 64,94% con respecto al total de la población en edad de trabajar, y del 41, 61% respecto al total de la población del área urbana de Guaranda<sup>7</sup>; siendo el índice de dependencia de la población del **56%**.

**Grupos Étnicos:** Según datos Censales INEC 2010<sup>8</sup>, en la ciudad de Guaranda existe una variada Auto identificación étnica la cual detallamos en el siguiente cuadro:

**Tabla 6: Auto identificación población del área urbana de Guaranda**

<b>Auto identificación según su cultura y costumbres</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>
--	--------------	----------

<sup>7</sup> Tomado referencia del Avance del Perfil Territorial del Cantón Guaranda UEB-PNUD, 2012

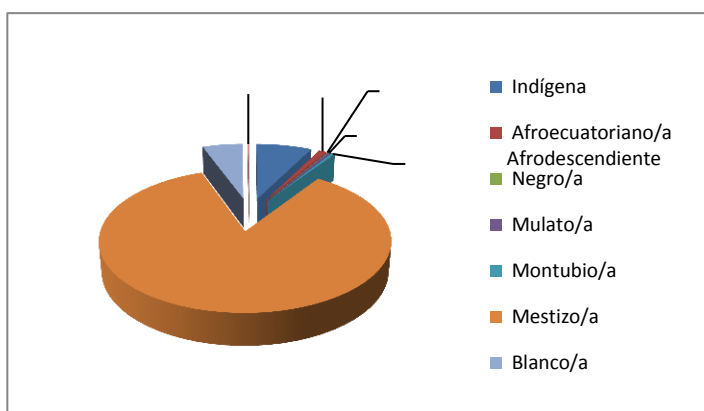
<sup>8</sup> ((INEC), 2010)

Indígena	1.773	7,43 %
Afro ecuatoriano/a Afro descendiente	254	1,06 %
Negro/a	10	0,04 %
Mulato/a	92	0,39 %
Montubio/a	111	0,46 %
Mestizo/a	20.308	85,06 %
Blanco/a	1.274	5,34 %
Otro/a	52	0,22 %
<b>Total</b>	<b>23.874</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)

Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

## Gráfico 2: Auto identificación población del área urbana de Guaranda



Fuente: INEC 2010; Yépez R. 2013.

**Idiomas:** Dentro del área Urbana de la ciudad de Guaranda la población que habla el castellano/español 22.791 casos, mientras se encuentran 298 casos que hablan idioma extranjero e idiomas Indígena 620 más detalle (Tabla N°7).

**Tabla N°7 idiomas**

Auto identificación según su cultura y costumbres	Casos	%
Indígena	1.773	7,43 %
Afro ecuatoriano/a Afro descendiente	254	1,06 %
Negro/a	10	0,04 %
Mulato/a	92	0,39 %
Montubio/a	111	0,46 %
Mestizo/a	20.308	85,06 %
Blanco/a	1.274	5,34 %
Otro/a	52	0,22 %
<b>Total</b>	<b>23.874</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)

Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013



### 1.1.6 Aspectos Económicos

**Situación Economía:** La economía del Cantón Guaranda, se desarrolla en torno al Comercio, Pequeña Industria, Turismo y sobre todo la Agricultura.

El comercio en la ciudad de Guaranda, se desarrolla durante los días de feria en su gran mayoría con comerciantes que provienen de las provincias vecinas de Tungurahua y Chimborazo, su principal infraestructura para la comercialización agropecuaria son los mercados 24 de mayo (mercado mayorista) y el mercado 10 de Noviembre, y para la comercialización de ropa y calzado cuenta con la Plaza 15 de Mayo. Los días de feria son los miércoles y sábados para la capital provincial y los domingos para las parroquias y otros centros poblados de importancia.

En el Cantón no existe Industrias de importancia a excepción de la parroquia de Salinas donde existen Pequeñas Industrias que se dedican a la elaboración de quesos, embutidos, secado de hongos, fabricación de confites, fabricación de hilos y artesanías con lana de alpaca. Estos productos son elaborados con la mano de obra local, generando ocupación para casi todos los habitantes del lugar y logrando además la producción con una muy alta calidad, lo cual ha permitido ser comercializados en los principales mercados del país y exportados a diferentes partes del mundo.

El turismo en el cantón no ha sido explotado en gran medida, pero constituye una fuente de ingresos para sus habitantes, entre los lugares turísticos con los que cuenta el cantón Guaranda tenemos: Las lagunas de Pato cocha y Puricocha, al norte de la ciudad, el Complejo Turístico Las Cochas, la colina del Cacique Guaranga, que cuenta con un museo y sala de conferencias, en la parroquia Salinas tenemos las minas de sal, el bosque Peña Blanca, Chazo Juan y La Palma.

La producción agropecuaria constituye la principal fuente de ingresos para los habitantes del cantón Guaranda, debido no solamente a que su superficie abarca el 48,08% del total de la superficie provincial, sino también por ser un territorio eminentemente agrícola y pecuario con una variada producción debido a la alta fertilidad de sus suelos y a la variedad de pisos climáticos existentes, estos productos son comercializados en mercados de la ciudad de Quito, Riobamba, Ambato, Daule y Guayaquil.

Es así que según datos censales INEC 2012, se describe las principales fuentes o actividades de trabajo que desarrolla la población del el área urbana de Guaranda, a saber:

**Tabla 8: Principales actividades laborales en el área urbana de Guaranda**

Rama de actividad (Primer nivel)	Casos	%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	741	6,74 %
Explotación de minas y canteras	11	0,10 %

Industrias manufactureras	597	5,43 %
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	81	0,74 %
Distribución de agua, alcantarillado y gestión de desechos	30	0,27 %
Construcción	360	3,27 %
Comercio al por mayor y menor	1.844	16,77 %
Transporte y almacenamiento	571	5,19 %
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	329	2,99 %
Información y comunicación	157	1,43 %
Actividades financieras y de seguros	135	1,23 %
Actividades inmobiliarias	1	0,01 %
Actividades profesionales, científicas y técnicas	257	2,34 %
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	152	1,38 %
Administración pública y defensa	1.421	12,92 %
Enseñanza	1.390	12,64 %
Actividades de la atención de la salud humana	519	4,72 %
Artes, entretenimiento y recreación	53	0,48 %
Otras actividades de servicios	273	2,48 %
Actividades de los hogares como empleadores	312	2,84 %
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	7	0,06 %
No declarado	1.242	11,30 %
Trabajador nuevo	512	4,66 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

Además en base al análisis realizado a la categoría de ocupación, se identifican 3 principales fuentes de empleo para la población del área urbana de Guaranda, se determina que es así que la mayor parte de personas depende laboralmente del empleo en el Sector Público, seguido por la población que dependen laboralmente del empleo en el Sector Privado o laboran por cuenta propia. (Ver tabla 9).

**Tabla 9: Categoría de Ocupación en el área urbana de Guaranda**

Categoría de ocupación	Casos	%
<b>Empleado/a u obrero/a del Estado, Gobierno, Municipio, Consejo Provincial, Juntas Parroquiales</b>	<b>3.618</b>	<b>32,91 %</b>
<b>Empleado/a u obrero/a privado</b>	<b>1.952</b>	<b>17,75 %</b>
Jornalero/a o peón	496	4,51 %

Patrono/a	274	2,49 %
Socio/a	111	1,01 %
<b>Cuenta propia</b>	<b>2.810</b>	<b>25,56 %</b>
Trabajador/a no remunerado	185	1,68 %
Empleado/a doméstico/a	332	3,02 %
No declarado	705	6,41 %
Trabajador nuevo	512	4,66 %
<b>Total</b>	<b>10.995</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

## 1.1.7 Aspecto de Infraestructura y Servicios

### Servicios Básicos<sup>9</sup>

La población tanto urbana como rural del cantón tiene acceso a varios servicios básicos y saneamiento que para objeto de este estudio se describirá únicamente para el área urbana, lo cual se describe a continuación:

**Agua:** La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guaranda (EMAPAG), suministra agua potable debidamente tratada, a las parroquias urbanas Ángel Polibio Chaves y Veintimilla; mientras que en la parroquia urbana de Guanujo existe todavía la Junta de Agua que distribuye el agua, cuyo tratamiento es únicamente de cloración; pero se debe aclarar que nos son las únicas fuentes del líquido vital, pues parte de la población la obtiene de otras fuentes tales como; pozos, vertientes, carro repartidor y agua lluvia, como se describe a continuación:

**Tabla10: Procedencia del agua recibida área urbana de Guaranda**

Procedencia principal del agua recibida	Casos	%
De red pública	6.220	96,23 %
De pozo	67	1,04 %
De río, vertiente, acequia o canal	125	1,93 %
De carro repartidor	7	0,11 %
Otro (Agua lluvia/albarrada)	45	0,70 %
<b>Total</b>	<b>6.464</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

**Electricidad:** El servicio de electricidad tanto para el área urbana como rural del Cantón, es abastecido por el CENEL, mediante sistemas interconectados, aunque existen otras formas de abastecimiento, como se detalla a continuación:

<sup>9</sup> Tomado referencia del Avance del Perfil Territorial del Cantón Guaranda UEB-PNUD, 2012

**Tabla 11: Procedencia de luz eléctrica área urbana de Guaranda**

Procedencia de luz eléctrica	Casos	%
Red de empresa eléctrica de servicio público	6.391	98,87 %
Panel Solar	1	0,02 %
Generador de luz (Planta eléctrica)	3	0,05 %
Otro	2	0,03 %
No tiene	67	1,04 %
<b>Total</b>	<b>6.464</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

**Alcantarillado:** Existe alcantarillado público de tipo combinado (aguas lluvia y aguas servidas) estas funcionan a través de tuberías de cemento localizados en el centro de las vías a uno 0.80 metros de profundidad, el sistema de alcantarillado de los centros urbanos de las parroquias del cantón tienen una cobertura del 93,02% (ver Tabla N°12)

Este servicio a su vez descarga en colector general y estos en los emisores que se encuentran localizados en quebradas.

Estas aguas provenientes de aguas servidas de viviendas de industrias y comercios, sin ningún tipo de tratamiento, causan la contaminación de los cuerpos de agua receptores, que son los ríos aledaños a los lugares de asentamientos poblacionales.

**Tabla N°12. De servicio de Alcantarillado**

Tipo de servicio higiénico o escusado	Casos	%
Conectado a red pública de alcantarillado	6.013	93,02 %
Conectado a pozo séptico	196	3,03 %
Conectado a pozo ciego	108	1,67 %
Con descarga directa al mar, río, lago o quebrada	56	0,87 %
Letrina	13	0,20 %
No tiene.	78	1,21 %
<b>Total</b>	<b>6.464</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

**Desechos sólidos:** La unidad de ambiente del GAD cantonal de Guaranda, Según el PDOT, 2011, tiene un sistema de recolección de desechos sólidos,

mediante carros recolectores, teniendo como destino final los botaderos de basura, determinados para cada asentamiento urbano.

En la ciudad de Guaranda la recolección se lo hace a través de carros recolectores con una cobertura de 94,17% Tabla N°13 posteriormente al botadero de basura que todavía se encuentra funcionando; pero se está realizando un estudio tendiente a conseguir un terreno donde realizar el botadero o la planta de tratamiento de desechos sólidos a través de la mancomunidad.

**Tabla N°13. Servicio de desechos Sólidos**

<b>Eliminación de la basura</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>
Por carro recolector	6.087	94,17 %
La arrojan en terreno baldío o quebrada	54	0,84 %
La queman	265	4,10 %
La entierran	17	0,26 %
La arrojan al río, acequia o canal	15	0,23 %
De otra forma	26	0,40 %
<b>Total</b>	<b>6.464</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

### **1.1.8 Servicios Generales**

**Salud:** La infraestructura de salud del cantón Guaranda comprende: hospitales, centros de salud urbanos, Subcentros de salud rural y puestos de salud, cuentan con personal capacitado de médicos, enfermeras, auxiliares, y personal administrativo. Hasta el año 2009 la población de cobertura fue de alrededor de 84 518 personas, según datos de la Dirección provincial de Salud.

La cobertura de los servicios de salud a los cuales accede la población del cantón Guaranda, se reporta en un total atendido de 35660 personas, es decir el 49,55% con respecto al total de la población del cantón. Es notorio el número limitado de médicos y enfermeras para atender las enfermedades más recurrentes de la población, así como la urgente necesidad de mejorar la infraestructura de salud<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Avances del Perfil Territorial PNUD-UEB, 2012.

Dentro del área Urbana de la ciudad de Guaranda podemos identificar varias edificaciones, que prestas los servicios de salud inmediato a la población.

**Morbilidad:** Dentro de las principales causas de morbilidad que aquejan a la ciudadanía Guarandea y que reflejan la baja calidad de vida de la población, encontramos las Infecciones Respiratorias con un 51,6% seguida de parasitosis con un 9,9%

Todo esto como consecuencia de las insuficientes coberturas y calidad de los servicios existente.

**Educación:** La infraestructura de educación, según los datos que constan en el PDOT, 2011-2020, del GAD cantonal de Guaranda, cuenta con centros parvularios, escuelas, colegios y Universidades. A nivel Cantonal existen 242 centros educativos a donde acuden alrededor de 25.152 estudiantes de los niveles básicos y bachillerato, la mayoría de estos centros educativos carecen de los servicios de internet, bibliotecas, viviendas para docentes.<sup>11</sup>

El cantón registra establecimientos educativos de tipo fiscal, particular, fiscomisional, siendo los más utilizados los establecimientos públicos

Dentro de la ciudad de Guaranda existen 57 centros educativos públicos tanto para nivel primario como secundario, que permiten a la población tener acceso a la educación. **(Ver tabla 14)**

**Tabla 14: Establecimientos Educativos en el área urbana de Guaranda**

Parroquia	N° Establecimientos
Ángel Polibio Chávez	<b>9</b>
Gabriel Ignacio de Veintimilla	<b>17</b>
Guanujo	<b>31</b>

Fuente: Dirección Provincial de Educación, Septiembre 2012. Yépez R; 2013,

Para estudios de Pre-Grado en la ciudad de Guaranda, se encuentra la Universidad Estatal de Bolívar, que ofrece un servicio a la comunidad; también existen extensiones de otras universidades con la modalidad semipresencial y a distancia.. **(Ver tabla 15)**

**Tabla 15: Establecimientos de Educación Superior en el cantón Guaranda**

Denominación	Tipo	de	Forma	de	impartición	de
--------------	------	----	-------	----	-------------	----

<sup>11</sup> Avances del Perfil Territorial PNUD-UEB, 2012

	establecimiento	enseñanza
Universidad Estatal de Bolívar	Estatal	Presencial – semipresencial y a distancia
Universidad de Loja	Estatal	A distancia – Semipresencial
Universidad de Cuenca	Estatal	A distancia – Semipresencial
Escuela Superior Politécnica del Ejército	Estatal	A distancia – Semipresencial
Universidad Técnica de Ambato	Estatal	A distancia – Semipresencial

Fuente: PDOT, del Cantón Guaranda 2011-2020; Yépez R: 2013

**Analfabetismo:** El nivel de formación más alto alcanzado por la población en general, se sitúa en el nivel primario seguido de la formación básica, es notable el bajo porcentaje de acceso al nivel superior, y también notable el índice de analfabetismo con un promedio cantonal del 13,87%, estas condiciones de educación de la población generan baja capacidades para impulsar procesos de desarrollo, además generan condiciones de vulnerabilidad.<sup>12</sup>

A nivel urbano la ciudad de Guaranda presente un nivel de analfabetismo de 5,19%. **(Ver tabla 16)**

**Tabla 16: Nivel de analfabetismo en el área urbana de Guaranda**

Sabe leer y escribir	Casos	%	Acumulado %
Si	20.754	94,81 %	94,81 %
No	1.136	5,19 %	100,00 %
<b>Total</b>	<b>21.890</b>	<b>100,00 %</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

Entre los principales problemas respecto a la educación se identificaron los siguientes:

- Falta de formación humana y enseñanza en valores.
- Flujo elevado de estudiantes hacia los núcleos urbanos, donde se tiene centro de educación de renombre, esto se está regulando a través de la zonificación realizada por el Ministerio de Educación.
- Insuficiencia de las escuelas, en las áreas consolidadas de la ciudad.
- Inexistencia de centros educativos primarios, en las áreas recientes y en proceso de consolidación.

<sup>12</sup> Avances del Perfil Territorial PNUD-UEB, 2012

- No existe una adecuada educación sexual y reproductiva.
- Baja calidad educativa en todos los niveles.
- Escuelas con escaso personal docente.
- El equipamiento de las escuelas es muy básica.
- El personal docente de las escuelas no recibe capacitación.
- No hay orientación vocacional.
- Falta de integración de los padres de familia en los procesos educativos.
- Pocos recursos económicos para la educación.
- No hay capacitación en computación.
- Poco acceso a educación secundaria para jóvenes de comunidades donde no existen colegios<sup>13</sup>.

En la ciudad de Guaranda se registra establecimientos educativos de tipo fiscal, particular, fiscomisional, de ellos los más utilizados son los públicos , y los niveles de formación más alto alcanzado por la población en general, se sitúa en el nivel primario secundario y seguido la formación Superior, es notable el bajo porcentaje del índice de analfabetismo con un promedio del 0,34%, siendo la parroquias con mayor porcentaje de analfabetismo: Julio Moreno (25%) estas condiciones de educación de la población generan una capacidad para impulsar procesos de desarrollo.

### **1.1.9 Instituciones Públicas y privadas**

En el Cantón Guaranda existe una diversidad de Instituciones tanto públicas como privadas, con alcance local y/o sectorial, sobre las cuales surge la dinámica del desarrollo de la población así tenemos.

#### **En el Ámbito Privado:**

En la ciudad de Guaranda existen varias Instituciones privadas que para el ámbito de este estudio únicamente haremos una descripción general: Establecimientos Educativos, Extensiones Universitarias, Casas de Salud, Instituciones de Ayuda Social, Supermercados, Entidades Financieras, Gasolineras, Cooperativas de Transporte, Hoteles, Templos religiosos, Asociaciones y Organizaciones Sociales, Sedes Sociales etc.

#### **En el Ámbito Público:**

En la ciudad de Guaranda por ser Cabecera Cantonal y a la vez Capital Provincial, se encuentran centralizadas la mayor cantidad de Instituciones Públicas, entre las que detallamos:

#### **Ambiente**

---

<sup>13</sup> PDOT, del Cantón Guaranda, 2011.



- Dirección Provincial del Ministerio del Ambiente (MAE)

### **Área Cultural**

- Dirección Provincial del Ministerio de Cultura (MC)
- Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo de Bolívar.
- Centro Cultural Indio Guaranga.
- Teatro Municipal NILO.

### **Área de Justicia**

- Corte Superior de Justicia.
- Juzgados Civiles y Penales.
- Fiscalía General del Estado (FGE).
- Juzgados de Contravenciones (*Intendencia, Comisaria*)
- Centro de Rehabilitación Social

### **Área Deportiva**

- Federación Deportiva de Bolívar
- Polideportivo.
- Piscina Municipal
- Coliseo Municipal

### **Área Económica**

- Dirección Provincial del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (MAGAP)
- Dirección Provincial del Ministerio de Industrias y Productividad. (MIPRO)
- Banco del Pichincha.
- Banco de Fomento.
- Camal Municipal.
- Mercado de Guanujo,

- Mercado 1ro. De Mayo,
- Mercado Mayorista
- Mercado 10 de Noviembre.
- Plaza de Ganado de Guanujo.

### **Área Educativa**

- Dirección Provincial del Ministerio de Educación (MinEduc) con sus 57 establecimientos educativos, existentes dentro de las tres parroquias urbanas de Guaranda, entre Jardines, Escuelas y Colegios.
- Universidad Estatal de Bolívar, con sus diferentes Facultades.
- Casona Universitaria de la UEB.
- Sede Social de la UEB.
- Academia Artesanal 23 de Abril.

### **Área de Salud**

- Dirección Provincial de Ministerio de Salud Pública (MSP), que dentro de las tres parroquias urbanas de Guaranda cuenta con 5 unidades operativas entre Centros y Subcentros de Salud.
- Hospital Alfredo Noboa Montenegro.
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Edificio Administrativo.
- Hospital del IESS.
- Patronato Municipal.
- SOLCA

### **Área de Servicios**

- Empresa Pública Correos del Ecuador (CDE E.P.)
- Corporación Nacional de Electricidad (CENEL) S.A.
- Planta Térmica de Electrificación.
- Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT)

- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guaranda (EMAPAG).
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE),
- Ministerio de Relaciones Laborales (MRL)
- Ministerio de Inclusión Social y Económica (MIES)

### **Área Social**

- Dirección Provincial del Ministerio de Inclusión Económica y Social. (MIES)
- Dirección Provincial del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (MIDUVI)
- Dirección Provincial de Registro Civil
- Instituto del Niño y la Familia (INFA)
- Delegación Provincial Electoral
- Terminal Terrestre
- Casas Parroquiales, Comunes y Barriales.

### **Entidades de Control Financiero**

- Contraloría General del Estado
- Servicio de Rentas Internas (SRI)

### **Gobiernos territoriales**

- La Gobernación de la Provincia Bolívar
- Gobierno Provincial de Bolívar (*Prefectura*) y sus Talleres.
- GAD Cantonal (*Municipio*) y sus Talleres.

### **Organismos Básicos de Emergencia**

- Secretaría Nacional de Gestión de Riegos (SNGR),
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guaranda.
- Subzona de Policía Bolívar N° 02 que dentro de las tres parroquias urbanas de Guaranda cuenta con 06 Unidades de Policía Comunitaria (UPC), y 08 Unidades Desconcentradas.

- Dirección de Movilización del CC. De las Fuerzas Armadas

### **Organismos Religiosos.**

- Curia Diocesana.
- Palacio Episcopal.
- Convento de las Madres Carmelitas con su Iglesia
- Iglesia Catedral.
- Iglesia de Guanujo.
- Iglesia 1ro. de Mayo.
- Iglesia Juan XXIII.
- Iglesia las Marianitas.
- Iglesia San Vicente Ferrer

#### **1.1.10 Vivienda**

En el Cantón Guaranda se han construido diferentes tipos de vivienda de acuerdo al clima, pero son viviendas con muy poca calidad en diseño y construcción.

En la sierra alta (páramos) todavía existen algunas casas de paja que son construidas a un metro bajo el nivel natural de suelo, la cubierta de paja de páramo recubre la estructura de madera y está casi a nivel del piso, lo que le da un diseño aerodinámico que le evita ser afectado por los vientos

También se han construido casas de hormigón armado y bloque que no tiene la mínima protección para climas fríos, sustituyendo así las tradicionales chozas.

En la Región Sierra en su gran mayoría, las casas son construidas con adobe, tapiales, madera y con cubierta de estructura de madera y recubrimiento de eternit, teja y zinc, con funciones de acuerdo a las necesidades y batería higiénica separada de la estructura, pero también existen estructuras de hormigón armado y cubierta de losa.

En el subtrópico las casas son construidas con estructura de madera, con paredes de tabla, pisos de madera, cubiertas de madera y zinc. Las necesidades básicas se realizan en letrinas que están a una distancia prudencial de la casas y en algunos casos no existen letrinas, por lo que las necesidades se realizan a cielo abierto y existen también estructuras de hormigón y cubierta de losa.

Es así que según datos censales INEC 2010, se han identificado los diferentes tipos de vivienda existente en el área urbana de la ciudad de Guaranda (**ver tabla 17**).

**Tabla N°17 Tipo de Edificaciones de la Población del Área urbana de Guaranda.**

<b>Tipo de la vivienda</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>
Casa/Villa	5.802	72,26 %
Departamento en casa o edificio	1.117	13,91 %
Cuarto(s) en casa de inquilinato	688	8,57 %
Mediagua	335	4,17 %
Rancho	10	0,12 %
Covacha	14	0,17 %
Choza	5	0,06 %
Otra vivienda particular	30	0,37 %
Hotel, pensión, residencial u hostal	9	0,11 %
Cuartel Militar o de Policía/Bomberos	2	0,02 %
Centro de rehabilitación social/Cárcel	3	0,04 %
Hospital, clínica, etc.	5	0,06 %
Convento o institución religiosa	5	0,06 %
Asilo de ancianos u orfanato	1	0,01 %
Otra vivienda colectiva	2	0,02 %
Sin Vivienda	1	0,01 %
<b>Total</b>	<b>8.029</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

**Tabla N18° Sistema económico para adquisición de viviendas**

<b>Situación Actual</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>
Propia y totalmente pagada	2.899	43,28 %
Propia y la está pagando	584	8,72 %
Propia (regalada, donada, heredada o por posesión)	485	7,24 %
Prestada o cedida (no pagada)	563	8,41 %
Por servicios	34	0,51 %
Arrendada	2.117	31,61 %
Anticresis	16	0,24 %
<b>TOTAL</b>	<b>6.698</b>	<b>100%</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

### 1.1.11 Vialidad

El Cantón Guaranda posee vías Asfaltadas y Adoquinadas que en su gran mayoría se encuentran en la parte urbana, así como también vías empedradas, lastradas y de tierra que se encuentran en el sector periférico de la cabecera cantonal y de acceso a las diferentes parroquias (**Ver Tabla 19**). No obstante se evidencia la ausencia de un plan vial integral, debido a que en el área urbana la mayor parte de la vialidad está en mal estado, las vías que permiten el acceso a las diferentes comunidades y barrios, necesitan mejoramiento, sumado a esto, se encuentra la inexistencia de vías de comunicación o carreteras que permitan el acceso a ciertas comunidades. A continuación se detalla, la vialidad existente en el área urbana de Guaranda .

**Tabla 19: Vías de acceso en el área Urbana**

Vía de acceso principal a la vivienda	Casos	%
Calle o carretera adoquinada, pavimentada o de concreto	6.253	78,15 %
Calle o carretera empedrada	685	8,56 %
Calle o carretera lastrada o de tierra	739	9,24 %
Camino, sendero, chaquiñán	318	3,97 %
Otro	6	0,07 %
<b>Total</b>	<b>8.001</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo 2010 (INEC)  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

Para acceder al cantón Guaranda se utilizan varios medios de transportación como: vehículos particulares, buses Intercantoniales, Interparroquiales ya en el interior para la transportación se cuenta con líneas de buses servicio urbano, cooperativas de taxis, cooperativas de camionetas, e inclusive hasta la actualidad en algunos casos se utilizan de bestias de carga.

La ciudad de Guaranda cuenta además con telefonía convencional, telefonía celular, internet, señal abierta de televisión, radio emisoras locales, las cuales tienen una obertura limitada, que impide alcanzar una comunicación adecuada, con las diferentes comunidades y parroquias.

### Principales problemas de conectividad

- El cantón no cuenta con una buena cobertura de telefonía móvil y fija
- El cantón no cuenta con un buen servicio de Internet
- Falta de señal abierta de televisión;
- Falta Televisión por satélite.

En la ciudad se aprecia la existencia de varios locales que de alguna manera suplen este servicio como son:

- Cyber cafés
- Telefonía nacional e internacional
- Cabinas de telefonía celular de Claro, Alegro y Movistar

Al interior de la ciudad existen radioemisoras como son:

La Guaranda; la Universidad de Bolívar; Impacto; la Turbo; la Bolívar; la Paz; entre otras.

Cuenta además con un canal local de televisión de la municipalidad, que es escuchada para mantener informada a la ciudad y a los recintos o comunidades. Pero este servicio es limitado, su cobertura es local y con un servicio deficiente, la programación no es variada.

A la falta de señales de televisión variada existe un servicio de TVCABLE y señal satelital de televisión.

## 1.2 ANTECEDENTE INVESTIGATIVOS

### 1.2.1 MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE MANIZALES

#### AGOSTO -2002

Dentro de las etapas principales y estudios particulares necesarios para adelantar la Microzonificación sísmica de las ciudades importantes pueden mencionar la siguiente: **Estudios Básicos:** dentro de estos incluyen estudios topografías, geología regional, geomorfología, hidrogeología, Neotectónica y sismicidad histórica e instrumental con las cuales se establece un estudio de amenaza sísmica regional.

**De igual manera estudios específicos como:** estudio de las pendiente topográficas, investigación es geofísicas, geotécnicos incluyen perforación y sondeos, estudio de efectos locales de sitios como amplificaciones por la presencia de depósitos de suelo blando, por heterogeneidad horizontal en la estratigrafía, por la presencia de taludes o por efectos topográficos superficiales, extracciones de muestras de suelo, ensayo de laboratorio y ensayo de campo.

#### **Estudios complementarios y resultados.**

Comprende la determinación de zonas de inundación y avalanchas, zonas con potencial de licuación, zonas con taludes potencialmente inestables, zonas de relleno, zonas con potencial amplificación por efectos topográficos y zonas con potencial de amplificación por presencia de depósitos de suelos blandos. Cada

uno de estas zonas se caracteriza desde el punto de vista de la respuesta dinámica de las estructuras, desde el punto de vista de efectos topográficos particulares y se establece los posibles efectos sísmicos indirectos como son el potencial de fallas de taludes y el potencial de licuación. También se dan recomendaciones para el diseño sismo resistente de estructuras de cada una de las zonas.

Con basa a toda esta información se puede realizar con cierto nivel de detalle, la Microzonificación sísmica, debe anotarse que esta zonificación involucra información complementaria a la sísmica como son las zonas de inundaciones, zonas especiales de reserva, zonas susceptibles a deslizamientos no necesariamente por sismos, zonas de relleno y aspectos similares.

Uno de los aspectos importante de este estudio es que ubica las zonas de amenazas sísmicas intermedia, y alta.

### **1.2.2 ESTUDIO DE RIESGOS GEODINÁMICOS PARA LA PROTECCIÓN DE OBRAS CIVILES CONTRA DESASTRES Y PLANIFICACIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE GUARANDA 2008-2009**

Los autores del presente estudio lo realizan esté en referencia a la base de datos levantada para la Ciudad de Guaranda por la ESPOL en la década de los setenta, aproximadamente para el periodo enero de 1970 a diciembre de 2003, donde nos da a conocer los principales eventos adversos que han acontecido en la ciudad de Guaranda, sabiendo diferenciar cuales son por causa antrópica y por efectos naturales.<sup>14</sup>

Se ha visto también que el incremento de los riesgos geodinámicos asociados se explican parcialmente por una mayor magnitud y frecuencia del fenómeno natural “Precipitación”, así como por el crecimiento de la población y de la infraestructura expuesta a la amenaza. Sin embargo, como ha sido también demostrado, ante la ocurrencia de eventos de similar magnitud, los impactos mayores se deben fundamentalmente a incremento de la vulnerabilidad social.

### **1.3 FUNDAMENTO LEGAL**

Para citar el marco legal donde interviene la Gestión del riesgo es importante referirse a las herramientas jurídicas y constitucionales existentes en nuestro país como:

- La Constitución de la República del Ecuador
- La Ley de Seguridad Pública y del Estado

---

<sup>14</sup> (Alvarez, 2008-2009)



- El Código Orgánico de Ordenamiento Territorial Autonomías y Descentralización (COOTAD)
- Plan Nacional de Desarrollo para el “Buen Vivir” – 2009 2013

Al referirnos al mandato constitucional, es importante señalar que el Ecuador ha elevado a Política Pública la Gestión de Riesgos (artículos 389 y 390 de la Constitución de la República del Ecuador)

La **Constitución de la República del Ecuador** dispone en el artículo No. 389 que “El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad”.

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.

El artículo No. 390 de la Constitución señala que: “Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad”.

Por otra parte, en la **Ley de Seguridad Pública y del Estado**, el capítulo 3 “Órganos Ejecutores”, Artículo No. 11, literal "c" menciona de **la Prevención: Entidades Responsables.-** En los términos de esta ley, la prevención y la protección de la convivencia y seguridad ciudadanas, corresponden a todas las entidades del Estado. El Plan Nacional de Seguridad Integral fijará las prioridades y designará las entidades públicas encargadas de su aplicación, de acuerdo al tipo y naturaleza de los riesgos, amenazas o medidas de protección o prevención priorizadas.

De igual manera el literal “d”, señala que la prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas,

nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

### **El Código Orgánico de Ordenamiento Territorial Autonomías y Descentralización**

**(COOTAD)**, establece en el artículo 140 **Ejercicio de la competencia de Gestión de riesgos.-** La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionara de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley es la **Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR).**

El mismo artículo 140 de la COOTAD, señala que “Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza. La gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, que de acuerdo con la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, se ejercerá con sujeción a la ley que regule la materia...”. En este sentido se establece que los Municipios son los responsables de gestionar los riesgos en su territorio.

#### **1.3.1 Código Ecuatoriano de la Construcción 2002**

##### **Objeto y Alcance**

El objeto de este código de construcción (Vigente) es el de establecer un conjunto de especificaciones básicas adecuadas para el diseño de estructuras que están sujetas a los efectos de terremotos que podrían presentarse en algún momento de su vida útil.

##### **Alcance y Aplicabilidad (nec-2011) (no vigente)**

Los contenidos de este capítulo deberán utilizarse como base metodológica para la ejecución de estudios de:

- Verificación del desempeño sísmico de estructuras previo a su construcción para exigir el cumplimiento de los requisitos, para estructuras esenciales y de ocupación especial.
- Rehabilitación sísmica de edificios, para mejorar el desempeño sísmico de estructuras existentes en función del cumplimiento de un objetivo de desempeño sísmico.
- Evaluación del riesgo sísmico en edificios, con la valoración probabilística de las pérdidas materiales por sismo.

- Evaluación del riesgo sísmico a nivel nacional, regional o urbano, para estimar probabilísticamente las pérdidas por sismo y proveer insumos para la gestión efectiva del riesgo sísmico.

#### **1.4 MARCO CONCEPTUAL**

##### **ACELERACIÓN.**

La sacudida del terreno cuando llega la onda sísmica puede ser cuantificada de diferentes maneras: 1) Por observación de cuánto se mueve el terreno en dos direcciones (desplazamiento), 2) Por medio del registro de la velocidad del

movimiento del terreno, 3) Por medio del registro de la tasa de cambio de la velocidad del movimiento (**aceleración**).

### **AMENAZA GEOLOGICA**

Se define como un proceso o fenómenos naturales que puede causar pérdidas de vida o daños materiales, interrumpiendo las actividades sociales y económicas o produciendo degradación ambiental, también incluyen los procesos terrestres internos (Endógenos) o de origen tectónico como : terremotos, actividad de fallas geológicas, actividad de emisiones volcánicas, y en los externos tenemos , MOVIMIENTOS EN MAZA, las amenazas geológicas pueden ser de naturaleza simple, secuencial o combinada en su origen y efectos. (Programa DELNET-ONU, 2008)

### **AMENAZA SISMICA**

Se define como la condición latente derivada de la posible ocurrencia de un sismo de cierta magnitud, distancia y profundidad, que puede causar daño a la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada (Decreto 423 de 2006; Bogotá).

### **AMPLIFICACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS.**

Cuando las ondas sísmicas pasan de rocas rígidas en profundidad a un ambiente superficial en una cuenca rellena con depósitos aluviales, estas reducen su velocidad y aumentan su amplitud, es decir, la sacudida se amplifica en ciertas longitudes de ondas preferenciales. La amplificación también puede ser causada por las características topográficas del sitio (Ciudad de México, Bogotá, Caracas), (Volt, 1993, Brumbaugh, 1999 y Hough, 2002).

### **ANATEXIA**

Este proceso suele producirse a causa de un aumento de la temperatura en rocas de metamorfismo elevado, que puede originar la fusión parcial y total de esas rocas con la formación de magmas en condiciones de temperatura y presión no definidas. ( <http://glosarios.geologia.servidor.alicante.com>)<sup>15</sup>

**SUCS** : Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

### **DESASTRE.**

“Una serie de interrupciones en el funcionamiento de una comunidad o sociedad, al igual que perdidas e impactos materiales económicos y ambientales, causados por sucesos naturales, generados por la actividad humana o por la combinación

---

<sup>15</sup> (<http://glosarios.geologia.servidor.alicante.com>)

de ambos, que exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada” (SNGR;2011)

### **EVENTO ADVERSO.**

Son acontecimiento capaz de desencadenar efectos no deseados en las personas, economía, sistemas sociales y el medio ambiente, causadas por sucesos naturales, por la actividad humana (Antrópicos) o por la combinación de ambos, que demanda la respuesta inmediata de la comunidad afectada.

### **FALLA GEOLÓGICA**

Es una discontinuidad que se forma por fractura en las rocas de la corteza terrestre, a lo largo de la cual ha habido movimiento de uno de los lados respecto del otro, las fallas se forman por esfuerzos tectónicos actuantes en la corteza. (Jumbo Pacheco; Pablo Xavier; 2010 UTPL)

### **GEODINAMICA**

Parte de la geología que estudia las alteraciones en la corteza terrestre y las fuerzas y procesos que los producen. (<http://dictionary.com>)

### **GESTIÓN DE RIESGOS.**

Es un proceso integral de planificación, organización, dirección, ejecución y control dirigido a la reducción de riesgo, manejo de emergencia y recuperación ante eventos ya ocurridos, orientados el desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenible. (SNGR; 2011; Yépez Ramiro 2013)

### **ISOSTASIA**

Teoría que describe el equilibrio de masa en la corteza terrestre, la cual considera que todas las porciones grandes de la corteza flotan sobre una capa subyacente más densa, ubicada cerca de 110 km (70 mi) bajo la superficie. (Alfred Wagner;1915)

**OLIGOCENO** es a menudo considerado como un momento de transición entre el mundo tropical arcaico del Eoceno y los ecosistemas de aspecto más moderno del Mioceno.

**Pleistoceno** Es una división de la escala temporal geológica, es una época geológica que comienza hace 2,59 millones de años y finaliza aproximadamente 10.000 años a.C., precedida por el Plioceno y seguida por el Holoceno. Es la sexta época de la Era Cenozoica y la más antigua de las dos que componen el Período cuaternario

## **RESISTASIA**

Ruptura del equilibrio biológico de una zona, por causas climáticas, tectónicas u otras (Reed Wicander – James Monroe 1976)

## **RIESGO.**

Es la probabilidad de ocurrencia de un evento adverso con consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y en un tiempo de exposición determinado. (SNGR, 2010)

## **RIESGO DE DESASTRE.**

Como “las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro”. EIRD/NNUU, 2009.

## **RIESGO SÍSMICO.**

Como “la probabilidad de que las consecuencias sociales o económicas producidas por un terremoto igualen o excedan valores predeterminados, para una localización o área geográfica dada”.

Para obtener el riesgo sísmico se convolucionan tres elementos:

$$\text{Riesgo Sísmico} = \text{Peligrosidad} * \text{Vulnerabilidad} * \text{Coste}$$

## **TEFRA**

Termino que se utiliza para designar todos los productos volcánicos que se expulsan por la chimenea; ej. Ceniza, lapilli, pómez (rocas picloclásticas)

## **ZONA DE BENIOFF**

Se denomina zona de Benioff a la zona con movimientos sísmicos de extremo de placa que se continúa a lo largo de uno de los laterales de una fosa oceánica. Los geólogos Hugo Benioff y Kiko Adata observaron en forma independiente la existencia de esta zona geológica, por lo que a veces también es llamada zona de Benioff-Adata.

## **1.5 FACTORES GEODINÁMICOS**

La distribución de las tierras y mares es un reflejo del equilibrio entre la corteza terrestre y procesos internos y externos, entre la creación y la destrucción del relieve, para comprender cómo se forman y evolucionan los continentes es necesario considerar todos los procesos conocidos y sus relaciones en el marco del conjunto terrestre, hace mucho tiempo se intentó resolver esta cuestión, se dieron varias teorías sobre la idea de la separación de los continentes, pero fue Alfred Wegner quien, en 1915, lanzó la idea de la deriva continental, quien “conjeturó que el conjunto de los continentes actuales estuvieron unidos en el pasado remoto de la Tierra, formando un súper continente, denominado Pangea, que significa "toda la tierra". Este planteamiento fue inicialmente descartado por la mayoría de sus colegas, ya que su teoría carecía de un mecanismo para explicar la deriva de los continentes, en su tesis original, propuso que los continentes, se desplazaban sobre otra capa más densa de la Tierra que conformaba los fondos oceánicos y se prolongaba bajo ellos de la misma forma en que uno desplaza una alfombra sobre el piso de una habitación. , el cual explica la actividad de la Tierra, (Wegner, 1915)<sup>16</sup>.

### **GEODINÁMICA INTERNA**

Entre estos procesos geológicos internos o endógenos tenemos los movimientos epirogénicos y los movimientos orogénicos, los procesos internos que no se observan directamente, siendo necesario recurrir a métodos indirectos.

Los movimientos orogénicos (externos) son los que dan lugar un proceso de elevación en las rocas que dan lugar a las montañas, a causa de estos movimientos sufren plegamientos y fracturas.

Los movimientos epirogénicos son movimientos lentos verticales, de elevación o de hundimiento, que afectan a las masas continentales que producen abombamientos, afoamientos en algunas zonas de la litosfera, no modifican considerablemente su estructura, las causas de estos desplazamientos verticales se explica mediante la teoría de la Isostasia, “La corteza terrestre se comporta como si estuviera constituida por bloques de materiales poco densos que flotan sobre otros más densos”.

Es decir que, según el modelo propuesto por George Airy (mediados del siglo XIX), las masa litosféricas mantienen un equilibrio de flotación sobre la astenosfera (equilibrio isostático), sobresaliendo más los bloques que más volumen tienen hundido. (George, a mediados del siglo XIX)<sup>17</sup>

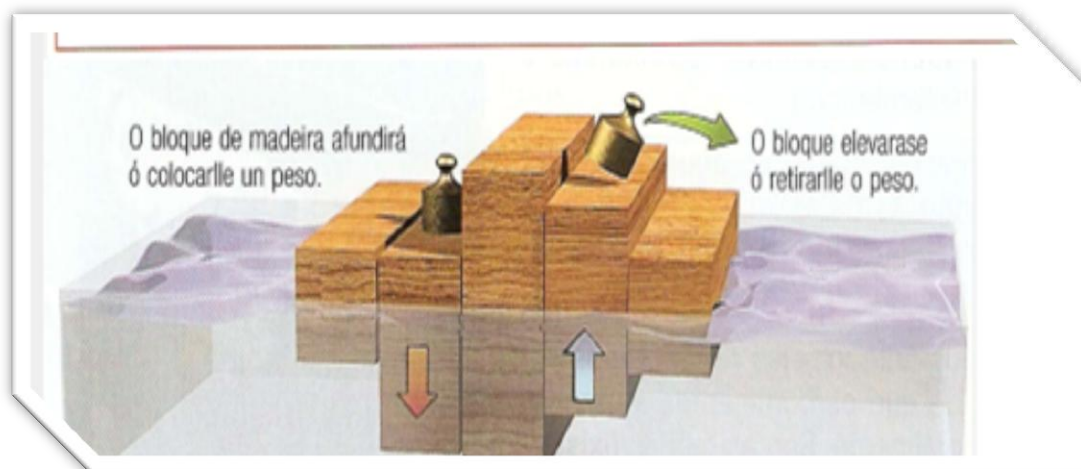
El equilibrio de flotación entre la litosfera y el manto plástico si aumenta su masa, la litosfera tiende a hundirse en el manto; si se reduce, tiende a ascender. Dichos movimientos son muy lentos y, dada la rigidez y el espesor de la litosfera, se requieren grandes variaciones de masa para que se produzcan. (Ver gráfico 3)

---

<sup>16</sup> (Wagner, 1915) Deriva de los Continentes

<sup>17</sup> (George, a mediados del siglo XIX)

### Grafico N°3 Diagrama de la Isostasia



**Fuente:** George Airy (mediados del siglo XIX),

Este equilibrio se rompe continuamente por la acción de los agentes geológicos externos que arrastran los materiales erosionados a las cuencas oceánicas y marinas, de la observación de la estructura y disposición de las rocas sedimentarias se deduce que éstas han estado sometidas a presiones y desplazamientos laterales que han alterado su posición inicial en estratos horizontales superpuestos

La teoría de Alfred Wagner (1915) explica de forma bastante satisfactoria la forma como las inmensas masas que componen las placas tectónicas se pueden "desplazar", algo que quedaba sin explicar cuando Alfred Wegner propuso la teoría de la Deriva Continental, aunque existen varios modelos que coexisten: Las placas tectónicas se pueden desplazar porque la litósfera tiene una menor densidad que la astenosfera, que es la capa que se encuentra inmediatamente inferior a la corteza, las variaciones de densidad laterales resultan en las corrientes de convección del manto, mencionadas anteriormente, se cree que las placas son impulsadas por una combinación del movimiento que se genera en el fondo oceánico fuera de la dorsal (debido a variaciones en la topografía y densidad de la corteza, que resultan en diferencias en las fuerzas gravitacionales, arrastre, succión vertical, y zonas de subducción una explicación diferente consiste en las diferentes fuerzas que se generan con la rotación del globo terrestre y las fuerzas de marea del Sol y de la luna, la importancia relativa de cada uno de esos factores queda muy poco clara, y es todavía objeto de debate. (Wagner, 1915)

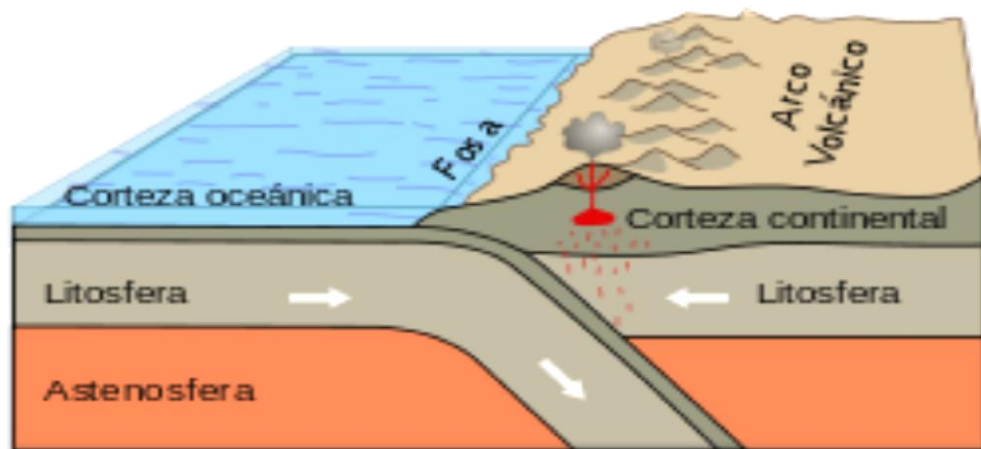
**Límites de placas.-** Son los bordes de una placa y es aquí donde se presenta la mayor actividad tectónica (sismos, formación de montañas, actividad volcánica), ya que es donde se produce la interacción entre placas. Hay tres clases de límite:



**Divergentes:** son límites en los que las placas se separan unas de otras y, por lo tanto, emerge magma desde regiones más profundas (por ejemplo, la dorsal meso atlántica formada por la separación de las placas de Eurasia y Norteamérica y las de África y Sudamérica).

**Convergentes:** son límites en los que una placa choca contra otra, formando una zona de subducción (la placa oceánica se hunde bajo de la placa continental) o un cinturón orogénico (si las placas chocan y se comprimen). Son también conocidos como "bordes activos". (Ver Gráfico N° 4)

#### Grafico N°4 Bordes Convergentes



**Fuente:** (Cornelius, 1950)

**Transformantes:** El movimiento de las placas a lo largo de las fallas de transformación puede causar considerables cambios en la superficie, lo que es particularmente significativo cuando esto sucede en las proximidades de un asentamiento humano. Debido a la fricción, las placas no se deslizan en forma continua; sino que se acumula tensión en ambas placas hasta llegar a un nivel de energía acumulada que sobrepasa el necesario para producir el movimiento. La energía potencial acumulada es liberada como presión o movimiento en la falla. Debido a la titánica cantidad de energía almacenada, estos movimientos ocasionan terremotos, de mayor o menor intensidad.

Un ejemplo de este tipo de límite es la falla de San Andrés, ubicada en el Oeste de Norteamérica, que es parte del sistema de fallas producto del roce entre la placa Norteamericana y la del Pacífico. (Ver gráfico N°3)

### **Grafico N°5 Bordes Transformantes**



**Fuente: J.B. Gutiérrez, (2008) pag.31**

En determinadas circunstancias, se forman zonas de límite o borde, donde se unen tres o más placas formando una combinación de los tres tipos de límites.

Límite divergente o constructivo: los dorsales movimientos ocasionan terremotos, de mayor o menor intensidad. Los puntos de mayor actividad sísmica suelen asociarse con este tipo de límites de placas.

### **Medición de la velocidad de las placas tectónicas**

La medición actual de la velocidad de las placas tectónicas se realiza mediante medidas precisas de GPS. La velocidad antigua de las placas se obtiene mediante la restitución de cortes geológicos (en corteza continental) o mediante la medida de la posición de las inversiones del campo magnético terrestre registradas en el fondo oceánico. (Cosano Maldonado, 2007/08)<sup>18</sup>

### **SISMISIDAD**

(Benioff, 1949)<sup>19</sup> Define a los sismos así “En el interior de la tierra ocurre una fractura súbita cuando la energía acumulada excede la resistencia de las rocas” Al ocurrir la ruptura, se propagan (en el interior de la tierra) una serie de ondas sísmicas que al llegar a la superficie sentimos como un temblor, generalmente, los sismos ocurren en zonas de debilidad de la corteza terrestre que se conocen como fallas geológicas.

<sup>18</sup> (Cosano Maldonado, 2007/08)

<sup>19</sup> (Benioff, 1949)

Los sismos se concentran en pequeñas franjas de la Tierra, llamados también cinturones sísmicos, los cuales coinciden prácticamente con las dorsales oceánicas y con las cordilleras de montañas recientes, la zona más activa, en cuanto a sismos, es la circumpacífica; los focos de sismos más profundos, están más al continente que los intermedios, y estos más que los someros, este hecho, fue puesto en manifiesto por Benioff e indicó que los focos sísmicos están situados en zonas de fracturas que se hunden debajo de los continentes o de los arcos de islas hasta bajas profundidades.

Según este autor, el espesor de tales zonas de fractura, llamados actualmente zonas de Benioff, sería de unos 250Km, aunque en la actualidad, gracias a las técnicas avanzadas, se ha llegado a confirmar que su espesor varía de 50 a 100 Km.

La estadística sobre los sismos a través de la historia que se reporta tiene información de desastres desde hace más de tres mil años, pero además de ser incompleta, debido a que los instrumentos de precisión para registrar sismos datan de principios del siglo XX y la Escala de Richter fue ideada en 1935.

La destrucción ocasionada por sismos de ciudades no depende únicamente de la magnitud del fenómeno, sino también de la distancia a que se encuentren del mismo, de la constitución geológica del subsuelo y de otros factores, entre los cuales hay que destacar las técnicas de construcción empleadas en los asentamientos humanos<sup>20</sup>

**Ondas Sísmicas** existen cuatro tipos de ondas sísmicas fundamentales, de las cuales dos son internas, es decir vibraciones que se propagan en el interior de la tierra (como sólido elástico); ondas longitudinales o de compresión y ondas de corte o cizallamiento, y otras dos son externas: ondas de Love y de Rayleigh, las ondas de compresión, llamadas **p** en la terminología sismológica, comprimen y dilatan el medio donde se propagan en la dirección de avance del frente de ondas.

Las ondas de sonido, por ejemplo, son ondas de compresión que se propagan en el aire, el segundo tipo de ondas que se propagan en sólidos son las ondas de corte, llamadas ondas **s**, en este caso la deformación que sufre el sólido es en dirección perpendicular a la trayectoria del frente de ondas, la propagación de estas ondas produce un esfuerzo cortante en el medio de donde se origina el nombre de ondas de corte o cizalla.

**Velocidad de las ondas:** las ondas se generan por la presencia de superficies de discontinuidad ya que un medio elástico infinito no podrían generarse, en general su existencia se explica considerando que la vibración del medio en lugares en los que existen menores tracciones, y esto sucede por la presencia del vacío o de un medio de menor rigidez, tiende a compensar la energía generando este tipo de

---

<sup>20</sup> (Monroe), 2006)

vibraciones, la velocidad de propagación de las ondas en el interior de la tierra varía, dependiendo de la densidad y de las propiedades elásticas de las rocas, en rocas típicas de la corteza terrestre las ondas p alcanzan los 15 km/seg, por ejemplo, en rocas ígneas la velocidad de las ondas s es del orden de 6 km/seg, mientras que en rocas poco consolidadas es de aproximadamente 2 km/seg o menor, p las ondas s viajan a una velocidad menor que las ondas p; la relación aproximada entre ambas es:  $V_p = 3 \times V_s$ . Como las ondas p viajan más rápido que las ondas s, son registradas antes por los sismógrafos, por ello en sismología a las ondas de compresión se les llama ondas primarias (p) y a las ondas de corte, que son registradas más tarde, ondas secundarias (s)<sup>21</sup>

**Detección de los sismos:** La vibración de la Tierra debida a la ocurrencia de un temblor se observa experimentalmente con el auxilio de sismógrafos: instrumentos sumamente sensibles a los movimientos de la superficie de la Tierra, los primeros sismógrafos fueron construidos a fines del siglo XIX, empleando un sistema puramente mecánico, en la actualidad, estos se han modificado y perfeccionado.

**Ubicación de epicentros, intensidad y magnitud:** Localización del epicentro de un sismo. Como las ondas sísmicas viajan a diferentes velocidades, las diferencias de tiempo de arribo entre las ondas p y s registradas en una estación sismológica están en función directa de su distancia al sitio donde ha ocurrido el temblor. por ejemplo, para distancias regionales la diferencia en segundos entre el tiempo de arribo de las ondas p( $t_p$ ) y las ondas s( $t_s$ ) multiplicada por ocho, nos da la distancia aproximada al epicentro en kilómetros { distancia =  $8 \times (t_s - t_p)$  }. Sin embargo, es obvio que los datos de una sola estación no bastan para determinar el epicentro del sismo, puesto que la diferencia de tiempos ( $t_s - t_p$ ) nos da la distancia, pero no la dirección; es necesario contar con un mínimo de tres estaciones sismológicas que registren el temblor para poder estimar la ubicación del epicentro.<sup>22</sup>

**Escala de magnitud.-** es el valor cuantificado de la energía sísmica producida durante un terremoto, es un valor específico sin correlación alguna con la distancia desde el epicentro, es el tamaño del terremoto en la fuente, para cálculos, se considera el desplazamiento máximo, el valor numérico de la magnitud (que es el tamaño del terremoto) permanece constante y no depende del efecto del terremoto sobre la población.

**Escala de Intensidad** es la cantidad de impacto negativo del terremoto en las áreas circundantes, a diferencia de la magnitud, la intensidad (que es la devastación ocasionada por el terremoto) varía con la ubicación y no es un valor numérico único, cuanto más lejos esté el área desde el epicentro, más baja es la intensidad del terremoto.

---

<sup>21</sup> (IG/EPN)

<sup>22</sup> (IG/EPN)

Para calcular la intensidad, se relevan las respuestas de la gente en las áreas circundantes, el empeoramiento de la condición de las estructuras y los cambios en la naturaleza, áreas cerca del epicentro sienten con severidad la intensidad del temblor y de este modo son afectados críticamente en comparación a aquellos que permanecen más lejos.

**Sismos de Intraplaca:** Aunque la mayor parte de los sismos que ocurren en el mundo se relacionan directamente con el movimiento de las placas tectónicas, hay sismos menos frecuentes que ocurren en los continentes, hacia el interior de las placas; a pesar de que estos sismos son generalmente pequeños, ocurren ocasionalmente eventos de mayor magnitud, a diferencia de los terremotos que son sentidos como movimientos oscilatorios de periodos largos, los sismos locales se presentan como una fuerte sacudida vertical casi instantánea, seguida por vibraciones rápidas de muy corta duración, frecuentemente, los sismos locales son acompañados de un fuerte ruido subterráneo. (Alejandro Schaller 1934)

**Replicas:** Las réplicas, por definición, son los sismos de magnitud menor que el sismo al cual siguen, y que ocurren sobre el sector de falla geológica recién deslizada; las réplicas de un sismo de gran magnitud son más grandes y duran más tiempo que las de un sismo pequeño, podemos pensar que las réplicas son sismos menores que liberan parte de la energía que no fue totalmente relajada por el deslizamiento principal, y que tienden a ocurrir en áreas donde la superficie de la falla tiene rugosidades o es heterogénea.

**Amplificación de las ondas Sísmicas:** Las ondas sísmicas son amplificadas notablemente en suelos blandos por ser más fácilmente deformables que la roca firme, uno de los casos más notorios de amplificación local de vibraciones sísmicas debido a las condiciones del subsuelo son sin duda los de las ciudades de Bogotá y México, que están construidas sobre arcillas que fueron arrastradas de las de las partes altas de los valles y depositadas en el lecho de antiguos lagos, la destrucción de numerosos edificios y las altas intensidades reportadas registradas en el centro de la ciudad de México en el terremoto de 1985 muestra claramente este fenómeno de amplificación local de energía sísmica.<sup>23</sup>

## VULCANISMO

La fricción entre las placas, cuyo efecto inmediato es la intensibilidad tectónica, produce un incremento de la temperatura, que se traduce en la fusión de los materiales en un proceso llamado anatexia, y en la formación de cámaras magmáticas que darán lugar a erupciones volcánicas, las estructuras volcánicas o formas dependen de la composición del magma y de los tipos de erupción.

El vulcanismo es considerado como un fenómeno que consiste en la salida desde el interior de la Tierra hacia el exterior de rocas fundidas o magma, acompañada de emisión a la atmósfera de gases, el magma y los gases rompen las zonas más

---

<sup>23</sup> (IG/EPN)

débiles de la corteza externa de la Tierra o litosfera para llegar a la superficie, estas debilidades se encuentran sobre todo a lo largo de los límites entre placas tectónicas, que es donde se concentra la mayor parte del vulcanismo, cuando el magma y los gases alcanzan la superficie a través de las chimeneas o fisuras de la corteza, forman estructuras geológicas llamadas volcanes, este vulcanismo de fisura ocurre sobre todo en los bordes constructivos de las placas en que está dividida la litosfera, el magma ascendente enfriado producido por el vulcanismo de fisura el que forma el nuevo fondo oceánico, por tanto, la mayor parte de la actividad volcánica permanece oculta bajo los mares.

**VULCANISMO DE SUPERFICIE O CONTINENTAL Y VULCANISMO DE FISURA.-** es visible y afecta directamente al ser humano, se sabe desde hace mucho tiempo que la actividad volcánica oscila desde las explosiones violentas hasta la suave extrusión de magma, que pasa a llamarse lava cuando cae en la superficie terrestre.

**TEORIAS VOLCÁNICAS** Los científicos han vinculado el origen y la actividad de los volcanes con la teoría de la tectónica de placas y han puesto de manifiesto que los volcanes tienden a situarse en los límites entre las placas, durante mucho tiempo los geólogos supusieron que la causa principal de los sucesos volcánicos era la entrada de agua, sometida a altas temperaturas, en el interior de la Tierra, en los últimos años, sin embargo, a medida que se comprenden mejor los mecanismos de interacción de las placas corticales terrestres, los geólogos han conseguido integrar el vulcanismo en la teoría de la tectónica de placas.

La energía de los volcanes activos deriva, en último término, de los procesos ligados a los movimientos de las placas de la corteza, además, los volcanes tienden a situarse en las fronteras de las placas más importantes.

**MATERIALES VOLCANICOS.-** Por debajo de casi todos los volcanes activos o potencialmente activos hay una cámara magmática llena de roca fundida, el magma que contiene surgió probablemente de la astenosfera, la capa móvil situada inmediatamente por debajo de la litosfera, cuando el magma surge puede brotar en forma líquida, sólida o gaseosa casi todos los magmas contienen gases disueltos, como dióxido de carbono y de azufre, que se liberan como consecuencia de la brusca reducción de presión que experimenta el magma cuando asciende hacia la superficie, la liberación puede ser muy repentina y adquirir fuerza explosiva suficiente para impulsar el magma y lanzarlo hacia la atmósfera en forma de tefra o piroclastos y materiales fundidos o semifundidos que se enfrían en mayor o menor grado a medida que caen de nuevo al suelo, el tamaño de las partículas que componen la tefra es muy variable, y comprende desde el polvo muy fino y las cenizas, que el viento puede arrastrar a distancias enormes, las erupciones muy violentas pueden lanzar estas rocas a distancias de varios kilómetros de la chimenea, además la obsidiana roca volcánica vítrea formada a partir de lava enfriada y solidificada, está compuesta principalmente de silicio, oxígeno y calcio.

**ERUPCIONES VOLCANICAS** En una erupción violenta de un volcán la lava está muy cargada de vapor y de otros gases, como dióxido de carbono, hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de azufre, que se escapan de la masa de lava con explosiones violentas y ascienden formando una nube turbia, estas nubes descargan, muchas veces, lluvias copiosas, estos objetos o partículas se precipitan sobre las laderas externas del cono o sobre el interior del cráter, de donde vuelven a ser expulsadas una y otra vez, el magma asciende por la chimenea y fluye convertido en lava sobre el borde del cráter, o rezuma, como una masa pastosa, a través de fisuras en la ladera del cono, la enorme cantidad de energía liberada durante una erupción explosiva se puede evaluar en función de la altura hasta la que se proyectan las rocas y las cenizas.<sup>24</sup>

**TIPOS DE ERUPCIONES** Cualquier volcán puede mantenerse varios días en erupción, pero algunos tipos tienden a asociarse con volcanes determinados, este hecho se refleja en la clasificación de las erupciones volcánicas, que atribuye a cada categoría el nombre de un volcán representativo.<sup>25</sup>

**Hawaiano:** Sus lavas son muy fluidas, sin que tengan lugar desprendimientos gaseosos explosivos; estas lavas se desbordan cuando rebasan el cráter y se deslizan con facilidad, formando corrientes a grandes distancias, algunas partículas de lava, al ser arrastradas por el viento, forman hilos cristalinos.

**Stromboliano:** La lava es fluida, con desprendimientos gaseosos abundantes y violentos, con proyecciones de escorias, bombas y lapilli, debido a que los gases pueden desprenderse con facilidad, no se producen pulverizaciones o cenizas.

**Vesubiano:** La presión de los gases es muy fuerte y produce explosiones muy violentas. Forman nubes ardientes que, al enfriarse, producen precipitaciones de cenizas, que pueden llegar a sepultar ciudades.

**Peleano:** Su lava es extremadamente viscosa y se consolida con gran rapidez, llegando a tapar por completo el cráter; la enorme presión de los gases, que no encuentran salida, levanta este tapón que se eleva formando una gran aguja.

**Krakatoano:** La explosión volcánica más formidable de las conocidas hasta la fecha fue la del volcán Krakatoa, originó una tremenda explosión y enormes maremotos, se cree que este tipo de erupciones son debidas a la entrada en contacto de la lava ascendente con el agua o con rocas mojadas, por lo que se denominan erupciones freáticas.

---

<sup>24</sup> (IG/EPN)

Existen alrededor de unos ochocientos volcanes, de los cuales más del 75% se localizan en el cinturón circumpacífica, el restante 25% se sitúa entre el cinturón mediterráneo-Himalaya, es sistema de rifts africanos y algunos puntos de los océanos Atlántico, Pacífico e Indico, la mayoría de los volcanes se encuentran donde los pliegues montañosos bordean los continentes; también hay volcanes en las zonas resquebrajadas del globo terráqueo, por éstas, se comprende la conexión existente entre la actividad volcánica y los terremotos con las fracturas de las zonas débiles de la tierra.

## **REMOCION EN MASA**

**Deslizamientos** se refieren al movimiento repentino de los materiales terrestres en descendencia.

Los tipos específicos de deslizamientos incluyen caídas de roca, donde rocas individuales o grupos de rocas se sueltan de una ladera y ruedan hacia abajo, soltando escombros, donde una mezcla de piedra, roca y agua son empujados hacia abajo con gran fuerza y velocidad destructoras, las pendientes empinadas y las elevaciones altas son inestables en la superficie terrestre, las fuerzas de erosión constantemente buscan remover material de las áreas altas y re-depositarlo en las áreas bajas, a veces la erosión actúa en una forma lenta, continua, casi imperceptible (por ejemplo, el transporte del sedimento de las corrientes y el lento arrastre de éste aguas abajo), otras veces la erosión actúa en una forma abrupta y catastrófica, llamándose deslizamientos<sup>26</sup>.

Los deslizamientos son quizás las amenazas naturales más destructoras en varios países, después de un terremoto, inundación o huracán que por lo general resulta en la mayor pérdida de vida y propiedad, por ejemplo, el terremoto de enero 2001 en El Salvador dejó una serie de deslizamientos que colectivamente resultaron en un cálculo aproximado de 1,000 muertos.( Diario Colatino ,2007)

Los factores importantes de control en los deslizamientos incluyen: pendientes, alivio vertical (diferencial de elevación) entre el principio de un deslizamiento y su final, la consistencia de los materiales subyacentes, contenido de agua de los materiales subyacentes, la orientación de los lechos y las fracturas de las planicies en la roca subyacente, la vegetación y las alteraciones humanas del paisaje, entre más empinada sea una pendiente, más inestable es el material en esa pendiente, también, entre más grande el alivio vertical presente, es mayor la velocidad que la masa de material deslizante puede alcanzar, la roca sólida y los suelos compactos son menos propensos a deslizarse que los escombros sueltos o compactados pobremente, las adiciones grandes y repentinas de agua al suelo en una ladera, tal como se experimenta frecuentemente durante la época lluviosa, puede reducir la cohesión del suelo y reducir la estabilidad del mismo, el lecho rocoso subyacente puede proveer superficies por donde se pueda deslizar el material

---

<sup>26</sup> (Vanes, 1996)



reemplazado, Si las características tales como las fracturas y las planicies son orientadas de una manera paralela con la pendiente, ellas incrementan el potencial de deslizamiento<sup>27</sup>.

Las siguientes condiciones naturales de un sitio son un indicador de una amenaza incrementada de deslizamiento.

- ✓ Áreas ya sea inmediatamente abajo de pendientes empinadas o en relieves topográficos altos.
- ✓ Áreas donde el lecho rocoso subyacente está rajado o fracturado en planicies orientadas en paralelo con la pendiente prevaleciente.
- ✓ Áreas donde los suelos superficiales están compuestos de material suelto o pobremente compactado, particularmente ceniza volcánica y otros materiales arrojados de un volcán.
- ✓ Áreas en las cuales sus suelos están propensos a desestabilizarse por la recaudación de grandes cantidades de agua en las cuencas hidrológicas durante las tormentas.
- ✓ Áreas con vegetación mínima para enraizar y fijarla al suelo

Cuantos más condiciones presente en un lugar específico, mayores serán las posibilidades de que el sitio experimente deslizamientos, la susceptibilidad de un sitio para sufrir un deslizamiento puede ser determinada al comparar las condiciones del terreno con la lista de factores de peligro antes mencionada.

### **El efecto de las alteraciones humanas al paisaje.**

Las alteraciones humanas del paisaje que pueden contribuir a las amenazas de deslizamientos en áreas sensibles a esta amenaza presenta la siguiente característica:

- ✓ Cortes de carreteras y otras incisiones dentro de la ladera (por ejemplo, cortar lotes de casas y volverlos pendientes empinadas) crean masas inestables de material sin apoyo descendiente; particularmente dañinos son los cortes de lomas retenidas por muros sin dejarles posibilidad para drenaje, el agua del suelo retenida detrás de los muros incrementa la presión en los poros y el peso en el material retenido, desestabilizando enormemente la masa retenida.
- ✓ Remover plantas de raíces profundas desestabiliza enormemente el suelo en una ladera e incrementa el potencial de deslizamiento. Ejemplos

---

<sup>27</sup> (Vanes, 1996)

comunes de este desollaje de vegetación incluyen la tala de árboles para crear pastizales, tierra para la agricultura y la creación de campos para lotes de casas.

- ✓ La adición de agua a los suelos de la ladera a través de la irrigación o el deshacerse de aguas residuales sobre ellos, incrementan la presión de los poros y la inestabilidad del suelo.

✓ Cualquier tamaño de rellenos de pendientes compactados pobremente. La vegetación abundante y las raíces profundas sirven para estabilizar el suelo y limitar el potencial de deslizamiento.

## **GEODINÁMICA EXTERNA**

En la geodinámica externa intervienen los factores y fuerzas externas de la naturaleza ligadas al clima (viento, agua, hielo, otros.), y a la interacción de éste sobre la superficie o capas más externas de la corteza terrestre, dando como resultado varias formas del relieve denominadas Geoformas estudiados por la ciencia Geomorfología; otro aspecto importante es la acción del agua superficial y subterránea que también van moldeando el paisaje.

Los procesos superficiales son principalmente la erosión, meteorización y la sedimentación, la primera consiste en el arranque de fragmentos de rocas de su lugar de origen y su transporte a cualquier otra parte.

## **METEORIZACIÓN.**

La meteorización es uno de los procesos geomorfológicos más importantes en la desintegración y descomposición de las rocas, es el resultado de la acción de los agentes externos sobre ellas y depende del tiempo de exposición de las rocas a dichos agentes, de la naturaleza de la roca, del clima y de la orientación.

## **AGENTES O FACTORES QUE INCIDEN EN EL MODELADO DEL RELIEVE Y LA METEORIZACIÓN**

El modelado del relieve se produce, en gran medida, por la acción de la meteorización sobre los materiales preexistentes, el modelado, por tanto, vendrá condicionado por los mismos factores que controlan la meteorización, de estos factores los más importantes son el tipo de materiales (litología) y el clima (temperatura, humedad vientos y radiación solar), pero existen otros factores que contribuyen a exagerar o suavizar los efectos que marcan los factores básicos estos son la variable estructura y la variable tiempo.

**LITOLOGÍA:** Son las rocas y los materiales que adoptan distintas formas produciendo así los relieves,

Partiendo del hecho que el relieve es el conjunto de formas que adoptan los materiales y rocas de la corteza terrestre, se podría decir que este factor es el más

importante que influye en el modelado del relieve, debido precisamente que es allí donde se producen todos los procesos de la meteorización, aunque para que se dé la meteorización es importante contar con otras variables como temperatura, agua, viento para que se produzca las diferentes fragmentaciones, descomposiciones de la roca todos estos agentes son los encargados de provocar los relieves que podemos observar hoy día.

**CLIMA:** es el estado promedio de la atmósfera en lapsos de tiempo muy grandes y es modulado por un conjunto de fenómenos que caracterizan el estado medio atmosférico de un lugar, la climatología estudia las características de los climas de las diferentes regiones del planeta y es aplicable a periodos largos.

Del clima, que varía con épocas, estaciones, actividad solar, actividad volcánica, dependen los mecanismos físicos y químicos que actúan sobre la superficie del Planeta.

### **METEORIZACIÓN FÍSICA**

Produce desintegración o ruptura en la roca, sin afectar a su composición química o mineralógica, las rocas no cambian sus características químicas pero sí las físicas, la causa es la adaptación a las condiciones ambientales (agua, calor, sal.) agentes que provocan la meteorización.

**La descompresión:** Las rocas, al instalarse en la superficie, pierden la presión a la que estaban sometidas y tienden a dilatarse, por causa de esta dilatación comienzan a experimentar la formación de grietas con lo que se forman losas horizontales.

**Termoclastia:** Es la fisura de las rocas aflorantes como consecuencia de la diferencia de temperatura entre interior y la superficie, la diferencia térmica día-noche es la causa, durante el día, al calentarse, la roca se dilata; sin embargo, por la noche, al enfriarse, se contrae, al cabo de un tiempo acaba rompiéndose.

**Gelifracción:** Es la rotura de las rocas aflorantes a causa de la presión que ejercen sobre ellas los cristales de hielo, dejando como resultado rocas muy angulosas y de menor tamaño, lo que generalmente da lugar a los procesos de erosión.

### **METEORIZACION QUIMICA**

La meteorización química es el conjunto de los procesos llevados a cabo por medio del agua o por los agentes gaseosos de la atmósfera como el oxígeno y el dióxido de carbono, las rocas se disgregan más fácilmente gracias a este tipo de meteorización, ya que los granos de minerales pierden adherencia y se disuelven o desprenden mejor ante la acción de los agentes físicos.

**LA OXIDACIÓN:** Es producida por el contacto del oxígeno del aire con ciertos componentes químicos-mineralógicos de las rocas particularmente favorables para combinarse con él (compuestos férricos, carbonatos, sulfuros, otros); consiste en la transformación química de estos en óxidos; una transformación que cambia la composición de la superficie externa de los afloramientos, sin penetrar más allá de unos milímetros, al tiempo que en la mayor parte de los casos varía su coloración.

**LA HIDRATACIÓN:** Es el proceso por el cual el agua se combina químicamente con un compuesto. Cuando las moléculas de agua se introducen a través de las redes cristalinas de las rocas se produce una presión que causa un aumento de volumen, que en algunos casos puede llegar al 50%; cuando estos materiales transformados se secan se produce el efecto contrario, se genera una contracción y se resquebrajan.

**METEORIZACION BIOLÓGICA.-** Algunos seres vivos contribuyen a alterar las rocas, así las raíces de las plantas se introducen entre las grietas actuando de cuñas, al mismo tiempo segregan sustancias que alteran químicamente las rocas; también algunos animales, como las lombrices de tierra, las hormigas, los topos, favorecen la alteración, a ese tipo de alteración, a veces química, que realizan los seres vivos la llamamos meteorización externa.

**La sedimentación:** es el conjunto de procesos mediante los cuales los materiales producidos por la erosión, son depositados en determinadas regiones, dando lugar a la formación de rocas sedimentarias, ambos procesos contribuyen de manera fundamental al modelado del relieve y a la morfogénesis, estos son unos procesos lentos, que puede ser de centenares de años.

En la actualidad, gran parte de las rocas que hay en la superficie terrestre son sedimentarias, estos materiales están expuestos a la acción de los agentes atmosféricos y son meteorizados y erosionados, como consecuencia de ello se forman nuevas rocas sedimentarias a partir del desplazamiento de otras iguales a ellas (también rocas sedimentarias).

## **FALLAS GEOLOGICAS**

Cuando sobre las rocas actúan fuerzas de gran intensidad, se va acumulando el esfuerzo, y llega un momento en el que se fracturan, una falla se origina cuando hay una ruptura de estratos, seguida del desplazamiento de los bloques resultantes de dicha fractura, a éstas las podemos dividir en las siguientes partes:

- ✓ El plano de falla: Es la superficie sobre la que se produce la rotura.
- ✓ Los labios de falla: Son los bloques desplazados según el plano de falla.

- ✓ El salto de falla o escarpe: Es el desplazamiento que sufre los bloques, medido en la vertical.

## **Tipos de fallas**

**Fallas normales:** Uno de los bloques se hunde a favor del plano de falla, se producen por movimientos de distensión y se caracterizan porque hay un aumento en la superficie total del terreno.

**Fallas inversas:** Uno de los bloques se eleva en contra del plano de falla, se generan por fuerzas de compresión y en consecuencia se produce un corte del terreno.

**Falla horizontal, de dirección o de desgarre:** El desplazamiento de los bloques es horizontal.

**Falla rotacional o en tijera:** Se produce por un movimiento de basculación vertical a lo largo del plano de falla, alrededor de un punto fijo.

**Fallas de transformación:** Conectan accidentes estructurales de primer orden, como zonas de subducción, dorsales oceánicas o ambas entre sí.

En determinadas circunstancias, se forman zonas de límite o borde, donde se unen tres o más placas formando una combinación de los tres tipos de límites.

Límite divergente o constructivo: los dorsales movimientos ocasionan terremotos, de mayor o menor intensidad. Los puntos de mayor actividad sísmica suelen asociarse con este tipo de límites de placas.

## **Medición de la velocidad de las placas tectónicas**

La medición actual de la velocidad de las placas tectónicas se realiza mediante medidas precisas de GPS, la velocidad antigua de las placas se obtiene mediante la restitución de cortes geológicos (en corteza continental) o mediante la medida de la posición de las inversiones del campo magnético terrestre registradas en el fondo oceánico.<sup>28</sup>

## **Depósitos Coluviales**

Los depósitos coluviales se forman donde existen laderas de colinas. En áreas muy húmedas durante épocas de precipitación abundante (invierno), cuando el agua satura, el suelo puede despegarse dejando una huella notoria en la pendiente, y formando una masa en forma de lengua que fluye pendiente abajo. La misma que puede desplazarse desde unos pocos metros hasta algunos kilómetros. Se encuentran presentes en el Nor-Este y Sur-Oeste del área de estudio.

---

<sup>28</sup> (Cosano Maldonado, 2007/08)

Los materiales que se han encontrado dentro de los depósitos coluviales son: esquistos verdes, filitas, pizarras, cuarcita y gneis los cuales están emplazados en una matriz limo-arcillosa.

El tamaño de estos depósitos oscila entre 1 y 30 metros de longitud y entre 1 y 20 metros de ancho, se caracterizan por ser movimientos rápidos en presencia de agua y movimientos lentos en el tiempo seco, pueden permanecer activos durante algunos días, meses o años, todo esto depende del grado de inclinación de la pendiente y de la consistencia del material. No presentan capas definidas. Los materiales son muy angulosos y de baja redondez.

## **CAPÍTULO II**

# **METODOLOGÍA**

## 1.- TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio empleado en este trabajo de investigación es Cuasi experimental

### 1.1.-METODO MORFOMETRÍCO Y ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS

Los mapeos detallado y sistemático de la zona de los fallamientos activos, se apoya con fotografías aéreas de bajo ángulo de inclinación solar, las mismos que nos permiten identificar geoformas características de eventos relacionados sea con esfuerzos o con fuerzas de comprensión o de cizallamiento que han afectado históricamente al área de estudio compresivos recientes y sectores en donde barras decanal entrelazado recientemente abandonadas, quedaron afectadas por fallamiento superficial indudablemente histórico.

Las Inspecciones de campo en sectores específicos, facilitaran la identificación de evidencias estratigráficas relacionada a la acción de las fallas u otros procesos geo dinámicos, estos indicadores se agrupan en ángulo de la pendiente, presencia de escarpas, zonas de brechas por fallamiento, afectación a las unidades de paisaje

Se medirá los perfiles topográficos aplicados en zonas específicas de la ciudad perfiles en los cuales se clarifica la interrelación entre topografía, geomorfología y geometría.

Estos perfiles morfo métricos es de fundamental importancia para:

- ✓ Describir las características morfológicas de la geoforma,
- ✓ Cuantificar los elementos de pendiente que la componen,

- ✓ Obtener los parámetros básicos para datación morfológica,
- ✓ Identificar eventos de fallamiento superficial de diferentes edades almacenados en el registro geomorfológico,
- ✓ Reconstruir geoméricamente la magnitud del desplazamiento vertical asociado a eventos sísmicos histórico, y
- ✓ Ayuda a identificar escarpas producidas por erosión de las producidas tectónicamente.

Es necesaria para este estudio la reclasificación del uso del suelo y los relitos de cobertura natural esta información nos lleva a definir la fisonomía antrópica del paisaje que rodea a la ciudad y donde está Guaranda asentada.

## **1.2.- TELEDETECCIÓN**

Las imágenes satelitales y fotografías aéreas utilizadas durante el proceso de control de calidad de la cartografía de la cobertura vegetal, son utilizadas para conocer y determinar eventos ocurridos en el pasado, mediante el análisis de rasgos dejados en los terrenos por fenómenos relacionados con deslizamientos. Los criterios se basan en el reconocimiento de cambios en la cobertura vegetal, discontinuidades lineales, forma, y tinte, entre otros.

## **2.- UNIVERSO**

La unidad de análisis es el territorio donde está asentada la ciudad de Guaranda y sus áreas circundantes

## **3.- MUESTRA**

Se escogieron zonas donde es posible todavía observar, geo referenciar, elementos geomorfológicos cuyo análisis nos conducirán a establecer la relación entre las variables mediante sus indicadores, medir,

Se tomaron los datos recolectados en el proyecto PNUD, de las encuestas de redención de riesgos relacionadas en las zonas de mayor peligro

## **4.- TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS**

Se realizó visitas de campo las unidades de análisis escogidas, se geo referenció toda la información para darle espacio y tiempo a cada una de las variables



## **5.- TECNICAS DE PROCEDIMIENTOS, ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS**

Con la información recolectada se elaboró tablas de Excel, documentos en Word, se interrelacionó las variables de manera integral utilizando el Arc Gis 10.3 y los resultados serán presentados en tablas gráficos, cuadros, mapas temáticos a escala 1:10.000

## **CAPITULO III**

# **PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### 3.1 ANALISIS SISMICO EN LA CIUDAD DE GUARANDA

Los principales eventos sísmicos que aquí se describen se basaron en el trabajo "Estudio de evaluación de la amenaza sísmica para la ciudad de Guaranda. Provincia de Bolívar" (septiembre/2007: 14-21), realizado por el IG/EPN, cuya información se han basado en el catálogo sísmicos del país elaborado por la mencionada institución, que es la responsable del monitoreo sísmico y volcánico del país. (Anexo 1; Tabla 20), en esta tabla se describe los principales efectos de sismos regionales y locales desde el año 1645 hasta el 2006, que tiene relación directa con el territorio urbano de la ciudad de Guaranda.

El autor Abelardo Paucar en el año 2011, elabora una base de datos de geodinámica sísmica definiendo un área de 100 Km cuadrados a la redonda en relación al sitio de estudio, es necesario recalcar que en dicha base se incluyen también eventos sísmicos que afectaron a otras zonas pero que tienen incidencia en la ciudad de Guaranda.

Es así que los sismos de los años 1911 y 1976 (ver anexo 1) podrían estar relacionados con la falla Pallatanga se reporta una intensidad de 8 para las poblaciones de Simiatug y San Lorenzo; el sismo de 1911 causó serios estragos en Cajabamba, Guaranda y Guano, el 90 % de las edificaciones quedaron afectadas, el foco debió ser somero.

En 1674 un terremoto de intensidades probables entre 7 y 8 en Chimbo, San Antonio, Asacoto, Cerro Susanga y Chapacoto, destruye estas localidades, produciendo grandes deslizamientos en laderas represando el río Chimbo probablemente relacionada con la falla Chimbo,

En 1687 se reporta un gran terremoto que destruye las provincias centrales, con deslizamientos de montes y taludes que debió haber afectado a la ciudad de Guaranda.

En 1698 exactamente el 20 de junio se describe un fuerte sismo que destruye parte de Chimbo derrumbe del Volcán Carihuairazo, flujos de escombros llegaron hasta Guaranda, escombros originados por el derrumbe del volcán Chimborazo y laderas del río Illangama, la fuente sísmica haya sido la falla de Pisayambo (Egüez y Yépez 1944)

En 1744 Jorge Juan reporta que se produjo un hundimiento del terreno de casi una vara de lado de una grieta de Guaranda es probable que la intensidad haya sido de 7 en Guaranda.

En 1859 se reporta un sismo de 100 km de profundidad el foco con epicentro en la provincia de Pichincha, en Guaranda se reporta la intensidad de 6 que destruye el labio este de la laguna de Joyocoto, la avalancha destruye gran parte de Guaranda, por problema tectónico

En 1856, el sismo con epicentro en la ciudad de Cuenca se siente con intensidad 5 en la ciudad de Guaranda.

En 1952 el 22 de junio un sismo de intensidad 5 en Ambato y Guaranda.

En 1956 se reporta un sismo tectónico intensidad 5 en la ciudad de Guaranda con magnitud 7,2; al igual que en 1958 se reporta un sismo tipo tectónico se registra en Guaranda y Chimbo con una intensidad de 4

1960 se registra un sismo de intensidad 5 en Guaranda y se reporta como probable fuente las fallas inversas del borde oriental de la cordillera occidental las cuales son evidentes hacia el norte.

El 8 de abril de 1961 se reporta un sismo de intensidad 6 en Guayaquil, Guaranda, y Chimbo son sismo de origen tectónico y otros de carácter superficial relacionados con fallas locales

En 1964 se reportan dos sismos; el 19 de mayo se presenta con una intensidad de 4 en la ciudad de Guaranda cuyo epicentro fue la ciudad de Manabí; el 25 de octubre se reporta un sismo con foco de 48 km intensidad máxima 7 en Alausí y 4 en Guaranda relacionado con el sistema de fallas Chiguancay

El 10 de diciembre de 1970 se reporta un terremoto de origen tectónico con epicentro frente a las costas del Perú con intensidad 6 en conventillo y Guaranda,

1971 el 27 de julio con intensidad 4 en Guaranda

1980 18 de agosto con una profundidad de 74 km con intensidad 5 en Guaranda  
En 1995 con intensidad 6 en Guaranda Chimbo y Guanujo

En 1998 el terremoto de bahía ocurrido el 4 de agosto con intensidad 8 se siente en Guaranda y Guanujo con intensidad 5 en

Según el análisis efectuado del catálogo de sismos se puede decir que en un lapso de 353 años al menos se han producido 22 sismos con intensidad de 4 a 8 en lo que hoy es la zona urbana de Guaranda; de ellos al menos 6 están los directamente relacionados con las fallas regionales Pallatanga, Chiguancay y locales como la del rio Chimbo.

En la actualidad en un periodo del 2010 al el IG/EPN reporta 13 sismos que tienen relación directamente con las fallas locales de Guaranda. (Ver tabla 20)

**TablaN° 20 Reporte de sismos relacionados a la ciudad de Guaranda 2010 - 2013**

FECHA	MAGNITUD	PROFUNDIDAD Km	LONGITUD	LATITUD	ZONA D E FALLA
09/11/2010	ND	12.0	79.057	1.6	Rio salinas
11/01/2011	3.5	48.2	79.051	1.48	Rio salinas
14/01/2011	3.7	111.7	78.993	1.545	Illangama Culebrilla
06/01/2011	4.1	30.5	78.988	1.72	Rio Chimbo
19/03/2011	3.0	17.3	79.039	1.677	Rio Chimbo
12/05/2011	3.1	138.6	78.983	1.645	Sistema de falla Guaranda y del Rio Chimbo

20/03/2012	2.7	25.9	79.061	1.655	Rio Salinas
11/09/2012	3.0	133.5	79.069	1.655	Rio Salinas
30/09/2012	3.0	86.5	79.072	1.494	Correlacionada Rio Salinas
29/09/2012	3.3	95.0	79.134	1.534	Fala transversal a la del rio Salinas
31/03/2013	2.5	0.0	78.89	1.545	Correlación con la falla rio salinas y borde oriental de la cordillera de los andes
12/04/2013	3.1	0.0	78.959	1.565	Correlación con la falla rio salinas y borde oriental de la cordillera de los andes
26/04/2013	3.0	5.9	78.987	1.619	Fallas que atraviesan el centro de la ciudad (Guanguliquin y Marcopamba)

Fuente: Instituto Geofísico de la escuela Politécnica Nacional  
Elaboración y Diseño: Carrillo P; 2013

### 3.2 ANÁLISIS VOLCÁNICO EN EL ÁREA URBANA DE GUARANDA

En el Ecuador continental existen 11 volcanes activos con relación a la extensión territorial y la porción efectivamente habitada la densidad de los volcanes activos del Ecuador es una de las más altas del mundo, siendo uno de los principales por residente actividad el Tungurahua.<sup>29</sup>

El Tungurahua, de 5023 m de elevación sobre el nivel del mar, es uno de los volcanes más activos del Ecuador continental; la fase eruptiva actual inició en octubre 1999 y se prolonga hasta la fecha; el volcán está ubicado en la Cordillera Real de los Andes Ecuatorianos; se encuentra a 140 km al sur de Quito, capital del Ecuador y 33 km al sureste de Ambato. La ciudad de Baños de Agua Santa está asentada a 8 km de la cumbre, al pie del flanco norte del edificio.

Los episodios recientes y que han causado mayor afectación son agosto 2001, julio y agosto 2006, febrero 2008, mayo 2010, noviembre – diciembre 2010, noviembre – diciembre 2011, agosto y diciembre 2012, abril - mayo 2013 y julio 2013

de los mencionados, el proceso de mayor importancia fue julio y agosto 2006, por la alta liberación de energía, el grado de impacto y área de afectación.

---

<sup>29</sup> (IG/EPN)

La ciudad de Guaranda se ha visto afectada directamente por el efecto de la caída de ceniza del volcán Tungurahua; Eventos explosivos en la parte superior del volcán

Además en la ciudad de Guaranda existe una gran evidencia de intrusivos félsicos como: el intrusivo del Vivero que está ubicado a unos 60 metros al sur del puente de Pircapamba en el lado oeste del río Guaranda, puede considerarse un intrusivo joven de poca profundidad con características de una diorita hipoabisal y se manifiesta a manera de dique, por lo que lo pone de manifiesto que la falla del río Guaranda esta activa.<sup>30</sup>

En la colina Tililag (El Peñón) se manifiesta un posible cuello volcánico, dicha colina se encuentra altamente tectonizada y meteorizada, por lo que no se puede reconocer la roca original.<sup>31</sup>

El intrusivo de la cresta de Tamami; camino y puente a Chimbo se observan esferas con escamas, la roca esta alterada, el fenómeno es de origen tectónico y luego actúa la meteorización superficial, las esferas se hacen más evidentes al acercarse a la falla del Río Chimbo.

Al sureste de la Loma de Cruz en la mitad de la ladera en el camino que une a los barrios los Tanque y la Ciudadela Juan XXIII, entre la toba se encuentra bloques de pórfido andesítico rosado, que al parecer estas rocas fueron transportadas a este lugar, y en el trabajo de campo constatamos que siguen aflorando.

También tenemos las evidencias que existen rocas volcánicas extrusivas en la cresta de Marcopamba específicamente en la mina de piedra de este lugar.

Durante el estudio de campo realizado detectamos que existen intrusivos alterados, por efecto de soluciones hidrotermales, encontrándose arcilla tipo caolín en estos sitio, como es el caso al sur este del camino que llega al Monumento del Indio Guaranga, en el sector de la ciudadela el Calvario a aproximadamente 500 m del Comando de la Policía Nacional sentido este, donde tenemos como referencia el balneario la rueda y en el barrio 5 de junio, colina de San Jacinto.

También observamos y analizamos la presencia de Solfataras frías encontrándose en el puente de Pircapamba, en la orilla del Río Guaranda justo en la ciudadela Marcopamba, se manifiestan como Impregnaciones de azufre esto significa que hubo actividad volcánica muy importante a nivel local en el área de estudio, sin embargo no podemos afirmar la antigüedad de estos fenómenos, debido a que no tenemos la datación de estas rocas.

---

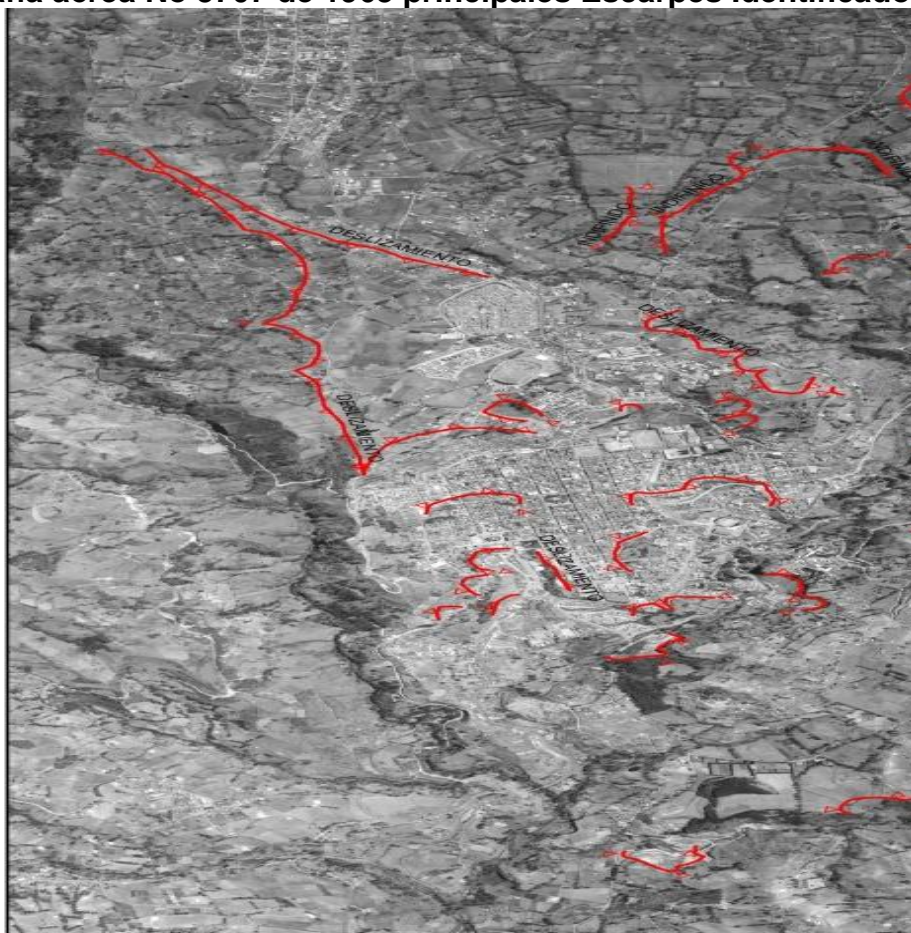
<sup>30</sup> (Escorza & 1993)

Para poder conocer la antigüedad de estas rocas tendríamos que recurrir a dataciones de las mismas con métodos específicos; que para el alcance del presente trabajo de tesis no es posible realizar este tipo de análisis.

### **3.3 ANALISIS MAPEO RETROSPECTIVO DE ESCARPES DE DESLIZAMIENTOS EN EL ÁREA URBANA DE GUARANDA.**

En la zona urbana de Guaranda, según la interpretación en la fotografía aérea del año 1963 de la ciudad de Guaranda y los trabajos de campo realizados podemos identificar y constatar entre los más importantes 18 cicatrices de escarpes de deslizamientos, se encuentran cercanos al sistema de fallas existentes en el área urbana de la ciudad, mismos que presentan una área afectación desde 16m<sup>2</sup> hasta los 777M<sup>2</sup>, teniendo como causa principal el 56% material agrietado y lluvias; (Ver fotografía aérea año 1963 ,

#### **Fotografía aérea No 3707 de 1963 principales Escarpes Identificados**



Fuente: Fotografía aérea IGM 3707; año 1963 ciudad de Guaranda  
Elaboración y diseño por: Carrillo P. 2013

**Tabla N°21 Características de los principales escarpes identificados en el año 1963**

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES ESCARPES IDENTIFICADOS									
Id	Este	Norte	Sector	Causas	Humedad suelo	Estado	Profundidad	Vegetación descubierta	Área afectada m2
1	722767	9826155	Alpachaca	material agrietado, lluvias	Seco	Estable	Superficial	Baja	240
2	722591	9826068	Alpachaca	material agrietado, lluvias	Seco	Estable	Superficial	Baja	50
3	721587	9825912	Tómatela	material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Superficial	Baja	500
4	721382	9825931	Joyacoto	material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Superficial	Baja	420
5	721918	9824361	Cruz loma	material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Superficial	Baja	113
6	722172	9824654	Cruz Loma	Material meteorizado y sensible	Húmedo	Activo	Superficial	Baja	82
7	722757	9825122	Negroyaco	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Húmedo	Activo	Profundo	Baja	90
8	723050	9824712	Loma del Calvario	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Seco	Activo	Superficial	Baja	39
9	722591	9824644	Carmelo	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Húmedo	Activo	Superficial	Baja	46
10	722894	9824030	Circunvalación	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Húmedo	Activo	Profundo	Baja	777
11	722191	9823552	Quebrada del Mullo	Material fallado, suelo agrietad, hundimiento	Húmedo	Activo	Profundo	Baja	359
12	722552	9823474	Las colinas	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Húmedo	Activo	Superficial	Baja	60
13	723196	9823181	Talalac – camal	Material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Profundo	Baja	390
14	722689	9822742	Tililac	Material meteorizado y sensible	Seco	Activo	Superficial	Baja	16
15	722679	9823113	Marcopamba	Material agrietado, lluvias	Húmedo	Activo	Profundo	Baja	48
16	722152	9823074	Vía a Chimbo	Material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Superficial	Baja	56
17	721558	9825034	Cruz Loma	Material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Superficial	Baja	92
18	723303	9825756	Negroyaco	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Seco	Activo	Profundo	Baja	24

Fuente: fotografía aérea IGM 13108; año 2000 ciudad de Guaranda  
 Elaboración y diseño: Carrillo P. 2013



De acuerdo a la interpretación de la fotografía aérea 13108 del año 2000 se identificó 22 escarpes, con relación al año 1963 se han incrementado 4 escarpes en los sectores del cerro San Jacinto, sector cinco de Junio, Loma San Bartolo, Quebrada del Mullo. Fausto Bazantes; este último consiste en el movimiento muy rápido de masa de suelo con agua y aire, hace 15 años se debió a la filtración por ruptura de un tanque de agua causando 2 personas muertas.

Las causas que originaron las cicatrices es debido al material fallado, suelos agrietados y hundimientos, material meteorizado y sensible, material fallado por corte vía, formaciones geológicas, las formaciones geomorfológicas que deben relacionarse con la pendiente, la existencia de procesos erosivos y su recurrencia, el uso del suelo y los conflictos que al respecto se presenten y finalmente la precipitación; de estos ,19 se encuentran en estado activo y dos estables (Alpachaca) con vegetación descubierta baja 15 de ellos son superficiales y 6 profundos, (Ver Fotografía aérea 13108; año 2000 , tabla 22 Y )

#### **Fotografía aérea No 13108; año2000; Escarpes Identificados**



Fuente: Fotografía aérea IGM 1308; año 2000 ciudad de Guaranda  
Elaboración y diseño: Carrillo P. 2013

**Tabla N°22 Características de esarpes identificados**

<b>Id</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Sector</b>	<b>Causas</b>	<b>Humedad suelo</b>	<b>Estado</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Vegetación descubierta</b>	<b>Área afectada m2</b>
1	722767	9826155	Alpachaca	material agrietado, lluvias	Seco	Estable	Superficial	Baja	240
2	722591	9826068	Alpachaca	material agrietado, lluvias	Seco	Estable	Superficial	Baja	50
3	721587	9825912	ma Joyacoto	material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Superficial	Baja	500
4	721382	9825931	Joyacoto	material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Superficial	Baja	420
5	721918	9824361	Cruz loma	material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Superficial	Baja	113
6	722172	9824654	Cruz Loma	Material meteorizado y sensible	Húmedo	Activo	Superficial	Baja	82
7	722757	9825122	Negroyaco	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Húmedo	Activo	Profundo	Baja	90
8	723050	9824712	Loma del Calvario	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Seco	Activo	Superficial	Baja	39
9	722591	9824644	Carmelo	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Húmedo	Activo	Superficial	Baja	46
10	722894	9824030	Circunvalación	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Húmedo	Activo	Profundo	Baja	777
11	722191	9823552	Quebrada del Mullo	Material fallado, suelo agrietad, hundimiento	Húmedo	Activo	Profundo	Baja	359
12	722552	9823474	Las colinas	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Húmedo	Activo	Superficial	Baja	60
13	723196	9823181	Talalac – camal	Material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Profundo	Baja	390
14	722689	9822742	Tililac	Material meteorizado y sensible	Seco	Activo	Superficial	Baja	16
15	722679	9823113	Marcopamba	Material agrietado, lluvias	Húmedo	Activo	Profundo	Baja	48
16	722152	9823074	Vía a Chimbo	Material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Superficial	Baja	56
17	721558	9825034	Cruz Loma	Material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Superficial	Baja	92
28	723303	9825756	Negroyaco	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Seco	Activo	Profundo	Baja	24
19	722143	9823952	Juan XXIII	material agrietado, lluvias	Seco	Activo	Superficial	Baja	83
20	721938	9823006	Cinco de Junio	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad.	Seco	Activo	Superficial	Baja	67
21	723596	9823581	San Bartolo	Material fallado por corte de vía, suelo agrietad	Seco	Activo	Superficial	Baja	16

Fuente: fotografía aérea IGM 13108; año 2000 ciudad de Guaranda

Elaboración y diseño: Carrillo P. 2013

### 3.4 ANALISIS Y MAPEO GEOLOGICO DEL ESTRATO SUPERIOR DE LA CIUDAD DE GUARANDA.

Es de suma importancia conocer la litología (geología) regional y local, ya que las características geológicas – geotécnicas de los depósitos sedimentarios superficiales influyen en la amplificación de ondas sísmicas (Mulas de la Peña, 2002: 349) por tal razón en los estudios realizados en la Microzonificación en el área urbana de ciudad de Guaranda tiene los siguiente resultados (ver tabla 23, mapa anexo 2).

Tabla N°23 Descripción del Mapa Geológico del área urbana de la ciudad de Guaranda

LITOLOGÍA	FORMACIÓN	EDAD	PESO	DESCRIPCIÓN
Suelo de afloramiento o rocoso.	Volcánico	Cuaternalio	1	La mayoría de estos suelos se desarrollan en zonas de morfología irregular está formado por rocas volcánicas básicas a intermedias, las mismas que son impermeables y duras
Tobas andesitas	volcánico	Cuaternalio	2	Tiene la formación de material piroclásticos que están cubriendo una topografía preexistente, que aún no está recomendada para la construcción, ya que se considera que las últimas capas de piroclastos son de pómez, lapilli y tobas finas de las últimas erupciones del volcán Chimborazo, a esto lo denomina (Escorza 1993) cobertura de la depresión de Guaranda.
Suelo areno-limo-arcillosos, depósito aluvial, tobas y andesitas deslizadas	Deposito superficial	Cuaternalio	3	A medida que aumenta la pendiente, los suelos aflorantes son del tipo cangahua de composición intermedia, marrón amarillenta, en las partes altas de las cordilleras afloran materiales tipo lapilli con fragmento de pómez grueso(arenoso grueso), partes bajas de las quebradas se observan rocas andesitas fuertemente diaclasadas. En los márgenes del río Guaranda existen materiales aluviales y saháricos.

Fuente: Estudio de Microzonificación sísmicas en las zonas urbanas de la ciudad de Guaranda 2011.  
Elaboración y diseño: Carrillo P.;2013

#### 3.4.1 TOPOGRAFIA DEL SECTOR

El sector del proyecto del Sistemas de agua potable de la ciudad de Guaranda está formado por pendientes de hasta treinta grados y quebradas de variable altura, que corresponden a deslaves y relieves naturales. La rasante de los accesos se define de acuerdo a la sinuosidad del terreno.

#### 3.4.2 Drenaje e infiltración

El drenaje superficial en la ciudad es regular ya que las calles de la ciudad funcionan como canales de conducción de las aguas de escorrentía y no existe un sistema completo para el manejo de aguas lluvias.

Los suelos subsuperficiales presentan una capacidad de infiltración moderada y reciben las aguas lluvias de los lotes y zonas verdes que se presentan en la zona, esta agua se constituye en la recarga del nivel freático.

### **3.4.3 Niveles freáticos**

El perfil de suelo se considera relativamente mal drenado, se encuentra generalmente en estado húmedo y el nivel freático según Registro de perforación de un sondeo SPT realizado en Guaranda y los resultados de la Escuela Politécnica Nacional a una profundidad de 6 metros. Este nivel se encuentra colgado sobre un manto arcilloso dentro de la formación Guaranda. (Año)

Los niveles freáticos tienen como origen natural aguas infiltradas en esta formación, sin embargo, de acuerdo con la información, las viviendas construidas en las zonas de laderas poseen fallas en el sistema de conducción de agua potable y no cuentan con un sistema debidamente diseñado de red de alcantarillado, situación que pudo haber aportado gran cantidad de agua a taludes.

### **3.4.4 USO DE SUELO**

El uso de suelo actual de la ciudad es netamente urbano por lo tanto la exposición que vamos a realizar la descripción de elementos expuestos.

### **3.4.5 ELEMENTOS EXPOSTOS**

En el área urbana de la ciudad de Guaranda según la identificación de escarpes de fallas y escarpes de deslizamientos se observa que los principales elementos expuestos son ;

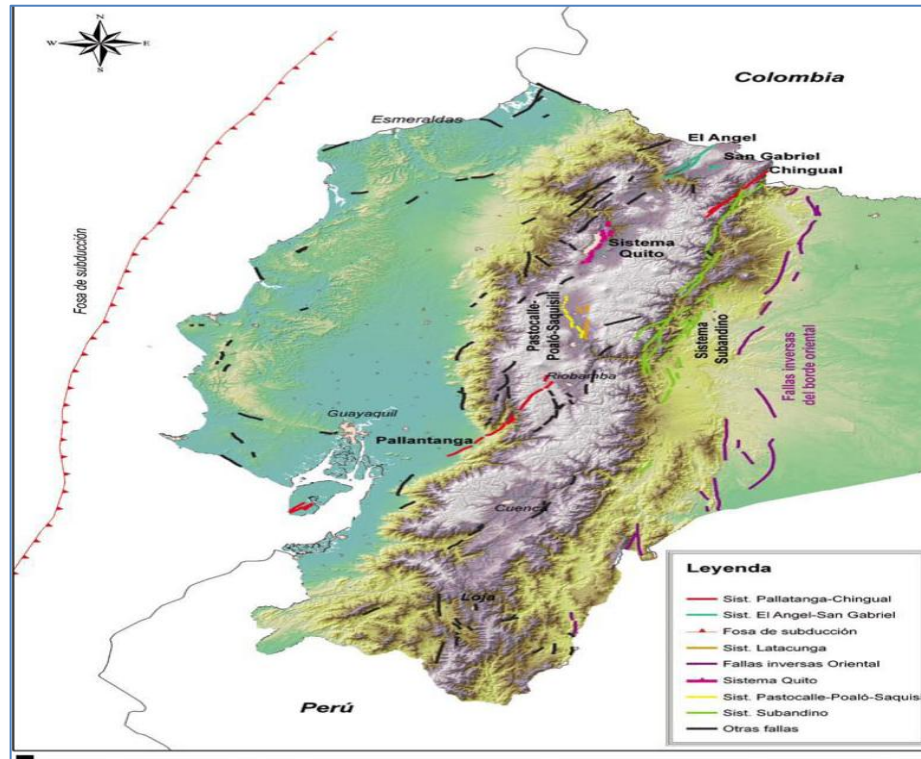
Urbanización del sector que ha creado un incremento de la recarga antrópica, esfuerzos por carga estática y dinámica; mala conducción de aguas lluvias, servidas y potables.

La morfología de la ciudad se ha visto afectada por la disposición no planificada de suelos producto de excavaciones y desechos de materiales de construcción, materiales no compactados y consecuentemente susceptibles de erosión.

Sumada la tectónica

### 3.5 DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LAS PRINCIPALES FALLAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Las principales estructuras Neotectónica que influyen más directamente al área de estudio están representadas en el Mapa de Fallas Activas del país y de influencia en la ciudad en base al estudio “amenaza sísmica de la ciudad de Guaranda”, por el IG/EPN (septiembre/2007), tenemos la siguiente descripción:



**Sistema de Fallas de Pallatanga:** La falla de mayor expresión morfológica en la zona de interés esta falla corresponde al límite del Bloque Nor-andino en su segmento Sureste, el que está constituido por el sistema de fallas Chingual-Pallatanga-Guayaquil, definido por la Andean Frontal Fault Zone (**EAFFZ**); redrawn from Pennington 1982)).

Pertenciente al sistema transcurrente dextral, constituye uno de los segmentos más activos del país, su traza se proyecta claramente desde Cajabamba, al sur de Riobamba, siguiendo y controlando el curso del río Pangor, hasta Pallatanga, su probable continuación hacia el sureste esta postulada por Egüez y otros (1991), con el tramo Naranjal – Bucay, proyectándose hasta el Golfo de Guayaquil (Winter et al., 1993)

Su longitud desde del río Pangor en dirección sur-este hasta la ciudad de Guaranda es de 26Km. (ver anexo6; mapa de fallas geológicas circundantes al área de estudio)

La falla Pallatanga en relación al área de estudio tiene relación con sismos históricos y una expresión morfológica bien desarrollada que ha permitido notar que afecta a depósitos holocénicos pudiendo de esta forma estimarse su tasa de desplazamiento medida en 2.9 a 4.6 mm/año (Winter et al., 1993) medida en el segmento Pangor.

**3.5.1 Falla Río Salinas:** Esta estructura es visible a lo largo del Río Salinas, la cual parece tener control en la Cuenca de Guaranda (Egüez et al., 2003), en su morfología muestra pequeñas lomas alineadas, principalmente hacia el margen Oriental del río, y la presencia de pequeños escarpes al pie de las mismas; así como también al parecer, el principal drenaje del Río Salinas es controlado por esta falla. Tiene una longitud aproximada de 10 km y en el área urbana 3.7 Km de incidencia con un rumbo N30°E. (Ver anexo7; mapa de fallas geológicas circundantes al área de estudio)

### **3.5.2 Falla Guaranda- Illingama**

Esta falla según Egüez et al, (2003) pertenece al sistema de fallas inversas provenientes de la Cuenca de Guaranda; la cual es similar a la Falla Salinas, ubicada entre 5-10 km hacia el Occidente. Morfológicamente, presenta lomos alineados y levantados con un rumbo aproximado Norte-Sur, como son los casos de la loma Tiupitán Loma (al Norte de Guanujo); Hacia el Oriente de Guaranda esta estructura presenta otros lineamientos de similar rumbo, los cuales en su morfología muestran un claro control en los principales drenajes que confluyen al Río Chimbo, así como también pequeñas colinas tipo push-up. La principal estructura tiene una alineación aproximada Norte-Sur y una longitud estimada en 10 km y la longitud en el área urbana es de 3.5Km y un sentido de movimiento inverso con una probable componente dextral.

Estas estructuras, casi en forma ortogonal están cortadas por un lineamiento Este-Oeste, el cual al parecer controla los drenajes de los Ríos Cachisagua y Molino Urcu. No se ha definido la tasa de actividad de estas estructuras, aunque al igual que lo que ocurre a lo largo del Río Chimbo, se estima que esta es baja. (Ver anexo 8; mapa de fallas geológicas circundantes al área de estudio)

### **Afloramiento Hidrotermal**

Se encuentran en los márgenes del Río Guaranda don existen materiales aluviales y laharíticos. Además hay presencia de intrusivos de poca profundidad tipo diques que exhalan pequeñas soluciones hidrotermales.

### **3.5.3 La Falla de Negroyacu**

Son estructuras locales que son producto o ramales de falla locales se extiende de E-NW desde las proximidades del río Guaranda, Morfológicamente, presenta quebradas alineadas y levantados con un rumbo aproximado E-O, como son los casos de la quebrada Negroyacu y Suruhuaycu. (Ver anexo9; mapa de fallas geológicas circundantes al área de estudio)

### **3.5.4 Falla Cresta Quebrada del Mullo - Loma de la Cruz**

Son escarpes de deslizamientos, formando relieves planos que va de sur a norte se considera una prolongación de falla del río Guaranda Illangama, está limitado por colinas al oeste loma del Cementerio, Cresta de Marcopamba los cuales en su morfología muestran un control del principal drenaje que en la actualidad está canalizado que confluyen al Río Guaranda y al este la terraza del colegio Ángel P. Chávez con una longitud de 1.5 Km. (ver anexo10; mapa de fallas geológicas circundantes al área de estudio)

### **Afloramiento de agua**

El afloramiento de aguas subsuperficiales se encuentra en la parte baja de la terraza del parque el sector de la Pila centro de la ciudad en sentido norte sur hacia las estribaciones donde la calidad y cantidad son favorables color, la turbiedad, sólidos t

### **Mofetas (fumarolas secas)**

Se encuentra ubicado al sur de la ciudad en el sector del barrio Marcopamba en la vía a chimbo.

### **3.5.5 Falla Quebrada Guanguliquin**

Son escarpes de deslizamientos, formando relieves planos que va de sur a norte se considera una prolongación d la falla del río Guaranda Illangama, su morfología muestran drenajes que confluyen al río Guaranda esta limitado al este por la loma del Calvario con una longitud de 1.4km

## **3.6 CORELACION DE LOS FACTORES GEODINAMICOA Y LAS FALLAS EXISTENTES EN EL AREA URBANA DE GUARADA**

Para realizar una correlación entre los factores geodinámicos internos y externos con las fallas geológicas identificadas durante este estudio se sintetizo en una tabla a continuación expuesta, la misma nos indica la falla Geológica con sus componentes Geomorfológicos cuanti y cualitativos.( Ver Tabla 24)

FALLAS	PENDIENTES %	SISTEMAS ESCARPES	FORMACION	LITOLOGIA	Geo-morfología	METEORIZACION	PLANO EN LAS ROCA DEBILIDAD O DE RUPTURA FALLA
<b>RIO SALINAS</b>	25% - 35%	Múltiples	Volcánicos Guaranda	Arenas-limosas-arcillosas de baja plasticidad derivadas de cenizas volcánicas tipo cangahuas	colinas	muy meteorizados	Diaclasas
<b>FALLA GUARANDA-ILLINGAMA</b>	12% - 25%	Múltiples	Volcánicos Guaranda	materiales aluviales y laharíticos, depósitos torrenciales	Valles en V	poco meterizados	Diaclasas
<b>LA FALLA DE NEGROYACU</b>	5%-15%	Múltiples	Volcánicos Guaranda	Limo-arcillosos inorgánicos, húmedos	Lomas	poco meterizados	Flexión
<b>FALLA CRESTA QUEBRADA DEL MULLO - LOMA DE LA CRUZ</b>	5%-10%	Múltiples	Volcánicos Guaranda	Limo-arcillosos inorgánicos	Mesetas	poco meterizados	Flexión
<b>FALLA QUEBRADA GUANGULIQUIN</b>	0 - 12%	Múltiples	Volcánicos Guaranda	Limo-arcillosos inorgánicos	Mesetas	poco meterizados	Flexión

Elaboración y Diseño; Carrillo P.2013



### 3.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el presente trabajo de investigación que tiene como tema “ **DETERMINACION DE FACTORES GEODINAMICOS Y SU RELACIÓN CON LAS FALLAS GEOLOGICAS EN EL ÁREA URBANA DE GUARANDA PERIODO FEBREO-AGOSTO 2013**” me permitió realizar un diagnóstico situacional del área de estudio, se elaboró un registro histórico e instrumental de eventos sísmicos ocurridos, identificando los principales intrusivos, rocas volcánicas extrusivas, escarpes de deslizamientos, fallas geológicas regionales y locales, elaborando una base de datos representada en mapas para futuros estudios y planificaciones .

#### 3.3.1 CONCLUSIONES

La Hipótesis de investigación planteada se ha ido confirmando durante el proceso de estudio, demostrando que efectivamente existe una relación entre los efectos geodinámicos con las fallas geológicas, en el área urbana de Guaranda sustentada en lo siguiente:

- En todo el Cantón Guaranda la población llega a 91.877 habitantes de los cuales 68.003 se encuentran en la zona rural y 23.847 en la zona urbana, de esta última 11.091 habitantes son hombres y 12.783 habitantes son mujeres. (INEC, 2010).
- La ciudad de Guaranda es la capital de la Provincia de Bolívar, concentra los principales servicios administrativos, así como las decisiones políticas del cantón y provincia; posee un índice de dependencia de 56%, la ciudad se desarrolla económicamente en su mayor parte en base a empleos en la administración Pública, el comercio al por mayor y menor y en menor proporción a la agricultura y ganadería. En cuanto a los servicios básicos, cuenta con un 96,23% de cobertura de agua potable, electricidad con un 98.87%, alcantarillado con un 93.02%, recolección de desechos sólidos con un 94.17%, que en su mayoría sobrepasan el 93% de cobertura dentro del área urbana.
- Existe una actividad sísmica muy importante que tiene relación directa con la las fallas Geológicas que atraviesan La ciudad de Guaranda, se pudo investigar los reportes sísmicos del presente año donde es claramente tener un promedio de sismos con intensidad 4 con epicentros muy cercanos a la ciudad.
- Existe en el área de estudio una extensión de procesos geodinámicas de diferente tipo como afloramientos intrusivos, afloramiento de agua subsuperficial, Mofetas (fumarolas secas) , Hundimientos, ubicados en el área urbana, cuyo desarrollo se presenta a fin a las actividades antrópicas y elementos expuestos.

- Existen 5 fallas claramente identificables Falla Río Guaranda, Falla Río Salinas y Falla Quebrada Negroyacu y quebrada Guanguilquin, cresta de Marcopamba-Tamami las mismas que son estructuras activas y que en la actualidad se han inventariado 21 cicatrices de escarpes de deslizamientos y 4 cicatrices de fallas.
- De acuerdo al estudio la presencia de fallas geológicas activas presentes en la ciudad incide a la estabilidad de laderas lo que presenta cicatrices a lo largo de desplazamiento de la falla.

### 3.3.2 RECOMENDACIONES

- El presente estudio puede servir para identificar áreas que representan riesgo geológico en la zona, a fin de que se tomen las medidas de prevención .
- Es importante realizar un estudio específico a detalle con métodos específicos para conocer la datación de las rocas (Edad De Rocas).
- Una manera de tener una mejor visión de prevención en riesgos naturales y antrópicos seria si realizamos un mapeo subsuelo de la zona urbana de Guaranda para conocer realmente sobre que está asentada la ciudad de Guaranda.
- Realizar un estudio proyectivo de como seria la aplicación o atenuación de la onda sísmica en él un caso que se diera terremoto de magnitud mayor de 5
- Se debe considerar la importancia de tener un Monitoreo permanente de los escarpes de fallas y escarpes de deslizamientos por parte del GAD Guaranda y la Escuela de Gestión de Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar aplicando mediciones con métodos de precisión GPS Diferencial y la utilización de software especializados como **PLAXIS**.
- Regulación urbana a lo largo de las trazas de fallas por la dinámica generada geología, litología, niveles freáticos, puesto que afecta a los elementos expuestos ubicados en estas áreas.
- Establecer medidas de mitigación a través de estabilización de taludes con métodos estructurales muros, anclajes, drenajes de taludes y bioingeniería y reforzamiento estructural, reubicación.
- Ejecución política de gestión de riesgos en el gobierno local, ordenanzas municipales que regulen el uso y ocupación de suelos en áreas de influencia de fallas consideradas riesgo por presencia de fallas y terrenos escarpados.

# CAPITULO IV

## PROPUESTA:

“MONITOREO PERMANENTE DE ESCARPES DE FALLAS GEOLOGICAS  
Y ESCARPES DE DESLIZAMIENTOS CON GPS DIFERENCIAL EN LA  
CIUDAD DE GUARANDA”

AUTORA

Jessica Patricia Carrillo

Agosto 2013

## **1 PRESENTACION**

La presente propuesta se pone a disposición de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgos de la Universidad de Bolívar, en cuanto se refiere al trabajo de investigación, previo la obtención del Título de pregrado.

Este trabajo busca entre otros aspectos el apoyo a la prevención, mitigación y atención de los impactos socio económicos y ambientales asociados a los desastres por fenómenos y cambios en los sistemas naturales que suceden frecuentemente en la región interandina del Ecuador, y de manera particular en la Ciudad de Guaranda de la Provincia de Bolívar, lo que es demostrado con las acciones que viene desarrollando la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad de Bolívar.

### **4.2 DATOS GENERALES**

#### **4.2.1 Título de la propuesta**

Monitoreo permanente de escarpes de falla y escarpes de deslizamiento con GPS diferencial en la ciudad de Guaranda.

#### **4.2.2 Ubicación exacta de la propuesta**

Ecuador, Provincia de Bolívar, Cantón Guaranda, Parroquias Urbanas

#### **4.2.3 Duración de la Propuesta**

Un año a partir de la fecha de aprobación y financiamiento

### **4.3. JUSTIFICACION**

Cuando se presentan signos de inestabilidad en un talud (grietas o roturas en la parte superior, abultamiento y levantamiento en la zona de pie,) o cuando se precisa controlar el comportamiento de un talud frente a la estabilidad, se recurre a la instrumentación o auscultación del talud y su entorno, a fin de obtener información sobre el comportamiento del mismo y las características del movimiento; velocidad, pautas en los desplazamientos, situación de las superficies de rotura, presiones de agua.

El control de la velocidad del movimiento permite conocer el modelo de comportamiento, y tomar decisiones referentes a su estabilización; en ocasiones se puede predecir aproximadamente cuando tendrá lugar la rotura, en base al registro de

la curva desplazamiento-tiempo y su extrapolación en el tiempo. Estos trabajos, suelen limitarse a casos en los que la inestabilidad puede afectar a infraestructura o edificaciones.

La presente propuesta consiste en el en el monitoreo de escarpes de fallas y escarpes de deslizamientos, que está situado en la ciudad de Guaranda ésta inestabilidad produce un alto riesgo geológico debido a sus fallas y deslizamientos activo, afectando a la ciudad y elementos expuestos con el fin de dar solución se plantea realizar el análisis de estabilidad, que permitan corregir su inestabilidad.

Los parámetros que requiere el diseño, se requiere la ayuda del software Praxis, se modeló el talud permitiendo obtener el factor de seguridad, además se realizó un monitoreo con estaciones GPS, en puntos ubicados en el área del talud, para adquirir una representación real del movimiento del mismo.

Para implementar estabilización de taludes en la ciudad de Guaranda y manejar y estabilizar el terreno para garantizar una estabilidad aceptable se pretende realizar el monitoreo de los escarpes de fallas y escarpes de deslizamientos.

## **4.5 OBJETIVOS**

### **4.5.1 OBJETIVO GENERAL**

Plantear medidas de Reducción de Riesgo Geodinámico mediante datos exactos del comportamiento de escarpes en el área urbana de Guaranda

### **4.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Análisis del comportamiento de las zonas de inestabilidad relacionadas de las fallas ya identificadas.
2. Monitoreo constante de los escarpes que están relacionados con el área urbana de Guaranda mediante un software Plaxis y estaciones de GPS Diferencial
3. Reportes continuos para establecer medidas de mitigación

## **4.6 ALCANCE DEL ESTUDIO**

Para los taludes que han venido ocasionando problemas para los habitantes de la ciudad e Guaranda se ve en la necesidad de analizar los factores que modificaron las propiedades del suelo y por ende el deslizamiento.

## **4.7 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS**

### **4.7.1 MONITOREO DE TALUDES A TRAVÉS DE GPS DIFERENCIAL.**

El sistema de posicionamiento global GPS (Global Positioning Systems o en español, Sistema de posicionamiento Global), consiste en un sistema de referencia universal de navegación por satélite que permite determinar la ubicación de un objeto en cualquier punto del globo terrestre. El sistema de posicionamiento global lo componen: sistema de satélites, estaciones terrestres y terminales receptores.

El GPS Diferencial proporciona a los receptores de GPS correcciones de los datos recibidos de los satélites GPS, con el fin de proveer una mayor precisión en la posición calculada. El sistema utiliza una estación base con coordenadas conocidas la misma que permitirá realizar las correcciones de estaciones móviles. Todas las estaciones utilizan el mismo sistema satelital.

Grafico 5 Foto ubicación de GPS diferencial



**Fotografía** Estación GPS

Mediante el monitoreo se puede registrar los movimientos del talud obteniendo las coordenadas en cada estación, mediante las coordenadas tridimensionales, las variaciones positivas y negativas, permiten conocer la componente de dirección.

### **4.7.2 EL PROCESAMIENTO DE DATOS EN EL MONITOREO**

Se los proceso mediante el Software Trimble Business Center. El equipo considera un indicador de  $0,005m \pm 0,5$  ppm. Donde los desplazamientos horizontales, se los calcula mediante el vector resultante de cada punto monitoreado, mediante la siguiente ecuación:

- Vector resultante horizontal diferencia de coordenadas Norte  
diferencia de coordenadas Este

Los vectores, permiten comprobar los desplazamientos de cada punto. Esta comprobación se lleva cabo mediante el método de estimación por intervalos, obteniendo un intervalo dentro del cual estará el valor del parámetro estimado con una cierta probabilidad.

### 4.7.3 SOFTWARE PARA CALCULO DE DESPLAZAMIENTOS

#### PROGRAMA PLAXIS 8.2.

El programa Plaxis 8.2. de elementos finitos fue diseñado específicamente para la realización de análisis de deformaciones, tensiones y estabilidad de problemas geotécnicos modelables en condiciones de deformación, utilizando una interfaz gráfica que permite generar rápidamente un modelo geométrico y una malla de elementos finitos basada en una sección transversal vertical representativa del problema a tratar.

Este método de elementos finitos se basa principalmente en dividir el terreno en una serie de polígonos mediante una malla debido a que trabajamos en 2D y aplicar en cada uno de los nodos que entrelazan lo polígonos, las ecuaciones que rigen el problema de tensión y deformación de los suelos; se obtiene así un sistema con gran cantidad de incógnitas que solo puede ser resuelta por métodos numéricos.

La interfaz de usuario del programa, es decir, el menú principal está constituido por cuatro subprogramas:

- Input (Entrada).- Introducción de la geometría y datos de los materiales.
- Calculations (Cálculos).- Cálculo del programa mediante elementos finitos.
- Output (Resultados).- Análisis de los resultados.
- Curves (Curvas).- Elaboración de gráficas e informes.

Estos subprogramas se siguen de forma sucesiva, lo que constituye una metodología de trabajo lógica y completa a la hora de preparar y analizar un problema geotécnico mediante la utilización del programa.

El monitoreo mediante GPS Diferencial, se inicia en un plazo de en tiempo dado Las estaciones de monitoreo se debe construir in situ; cada estación tiene una varilla corrugada  $\varnothing 12\text{mm}$  de 0.50 m de longitud introducida en un hoyo de 0.30 m de longitud rellenado de hormigón simple.

Grafico 7.- Implementación de red de monitoreo



### Foto implantación de red de monitoreo

Para realizar el monitoreo de taludes se debe implementar las siguientes actividades

1. Ensayos de Campo - Ensayo de Corte Directo In Situ.
2. Ensayos de Laboratorio.
3. Ubicación y Mapeo de Grietas. - Inspección de Campo y mapeo de Grietas.  
  
-Clasificación de Grietas.  
  
-Zonificación según gravedad de Grietas.
4. Ubicación de Puntos de Control. - Ubicación y Monitoreo de puntos de control.  
  
- Análisis del Registro.  
  
- Zonificación final del área en Estudio

Se debe tomar en cuenta aspectos y propiedades físicas y geotécnicas que se tenga en el lugar.

Sin embargo, al construir las obras de estabilización pueden detectarse condiciones diferentes, las cuales no fueron detectadas en el momento de la realización del estudio y podría requerirse la modificación de algunos detalles del diseño.

#### **4.7.4.- LOCALIZACIÓN DEL MOVIMIENTO**

El talud se encuentra ubicado topográficamente el terreno es variable con pendientes muy pronunciadas en direcciones:

Falla del rio Salinas



Falla de rio Illangama - Guaranda

Falla de la quebrada Negroyacu

Falla de la quebrada Loma de la Cruz quebrada del Mullo

Falla de la quebrada Guanguliquin

#### 4.7.5 RESULTADOS

1. Cálculo de las deformaciones efectivas y velocidades de desplazamiento
2. Cuadro de coordenadas y desplazamientos
3. Red de monitoreo
4. Mapa de vectores de deslizamiento
5. Modelación mediante programa **PLAXIS**

#### 4.8 PRESUPUESTO

Actividad	Tarea	Costos	Responsables
ADQUISICION DE EQUIPOS Trimble Center GPS (Global Positioning Systems	Adquisición	12.000.00	ADM del proyecto
Software Trimble Business Center	Adquisición	5.000.00	ADM del proyecto
Implantación de estaciones fijas	Adquisición Colocación estaciones	1.000.00	Técnicos
Pago a 2 técnicos por 1 año 1500 cu	Contratos	36.000.00	ADM del proyecto
Movilización y ejecución del proyecto	Contratos	3.000.00	Técnicos
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>57.000.00</b>	

**SON CINCUENTA Y SIETE MIL DOLERES AMERICANOS 57.000.00**

#### 4.9 CRONOGRAMA

Actividad durante 12 meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

ADQUISICION DE EQUIPOS Trimble Center GPS (Global Positioning Systems	■	■											
Software Trimble Business Center		■	■	■									
Implantación de estaciones fijas				■	■								
Operación de 2 técnicos por 1 año 1500 cu	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Movilización y ejecución del proyecto													

# ANEXOS

**Anexo N°1 Base de Datos de los principales sismos históricos que tiene incidencia en la ciudad de Guaranda. IG/EPN (2007)**

<b>FECHA / MAGNITUD</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE PRINCIPALES EFECTOS DE SISMOS REGIONAL Y LOCALES</b>
<p><b>15/03/1645</b> <b>Ms=7.0</b></p>	<p>Un sismo deterioró la mayoría de los edificios de la antigua Riobamba (Intensidad 9) y sepultó a gran cantidad de sus habitantes bajo los escombros. Este evento afectó también a las poblaciones de Ambato, Patate y Píllaro y fue sentido en Quito, donde causó daños. Es el primer sismo descrito en la sismicidad histórica que parece estar relacionado con es sistema de fallas Pisayambo-Pallatanga. Se ha reportado una magnitud Ms = 7,0 una intensidad máxima de 9 K en Riobamba antigua, y de 8 K en Baños, a pesar de que no hay reportes para Guaranda ni las poblaciones vecinas, seguramente si fue por lo menos sentido en la región.(1)</p>
<p><b>29/08/1674</b> <b>Ms=7.0</b></p>	<p>Sismo anterior a la época instrumental. Destrucción de Chimbo, Alausí y 8 pueblos circundantes. Grandes deslizamientos en laderas. Se represó el río Chimbo. Intensidades máximas probables entre 7 y 8. Las intensidades se reportan hasta Riobamba antigua, por lo que es seguramente de carácter superficial. En la Provincia de Bolívar se reportan intensidades de 8 en: Chimbo, San Antonio, Asancoto, Cerro Susanga y Chapacoto. No se ha identificado aún con precisión una estructura tectónica capaz de producir los efectos indicados en la zona, la magnitud puede estar sobrestimada a partir del cálculo de intensidad.(1)</p>

<p><b>22/11/1687</b></p>	<p>Gran terremoto en las provincias centrales. Destrucción de Ambato, Latacunga y muchas poblaciones de la comarca. Deslizamientos de montes y taludes. Muchas réplicas sin interrupción durante varias semanas. Aproximadamente 7200 muertos. (J. De Velasco: 22.000 muertos; dato erróneo). (1)</p>
<p><b>20/06/1698</b> <b>Ms=7.7</b></p>	<p>Este terremoto ocurrido el 20 de junio de 1698 produjo el desprendimiento de paredes de hielo y roca del volcán Carihuayrazo, este material al entrar a los drenajes del río Ambato ocasionó grandes inundaciones y estragos en sus riveras. Es posible que la fuente de este evento pueda haber sido la falla de Pisayambo antes que en la Cordillera Real</p> <p>(Egüez y Yepes, 1994).(1) En la provincia Bolívar, se describe como fuerte sismo que destruye parte de Chimbo; derrumbe del volcán Carihuairazo (posibles flujos de escombros llegaron hasta Guaranda, originados por derrumbe de laderas del volcán Chimborazo y laderas del río Illangama y Guaranda)(2)</p>
<p><b>1744</b> <b>Ms=5.7</b></p>	<p>Según Jorge Juan, debido al terremoto de 1744, se produjo un hundimiento del terreno de casi una vara, del lado de una grieta cerca de Guaranda. Las fechas son confusas, puede tratarse de dos eventos: 1744 y 1745. Un pequeño terremoto ocurrido este año, fue sentido únicamente en las provincias de Bolívar y Chimborazo, se reporta una intensidad de 7 (no confirmado) en Guaranda. (1)</p>
<p><b>10/05/1786</b></p>	<p>Terremoto en Riobamba. Graves daños en la ciudad y pueblos vecinos. Destrucción total de muchas casas de adobe, Se efectuó un inventario detallado de los daños en Riobamba, casa por casa, incluyendo el costo aproximado de las reparaciones.</p>
<p><b>04/02/1797</b> <b>Ms=8.3</b></p>	<p>El 4 de febrero de 1797 se produjo del mayor sismo ocurrido en el Valle Interandino (EMAP-Q, 1988), alcanzando una intensidad de 11 alrededor de Riobamba Antigua; esta elevada intensidad puede haberse asignado por los estragos que causó el deslizamiento del cerro Cullca, muy cercano a la ciudad. Se produjeron grandes deslizamientos en una zona muy amplia comprendida entre Guamote hasta Latacunga; lo más grandes parecen haber sido confinados a los valles de los ríos Patate, Chambo y en el Pastaza, aguas abajo del puente de Las Juntas. Juan de Velasco (1970), estima en 40.000 las víctimas causadas por el sismo, aunque en el catálogo de CERESIS (1985), este número es mucho menor. En Quito, ubicado a unos 170 km al norte del área epicentral, ocasionó gran destrucción, especialmente en las iglesias, por lo que se estimó una intensidad de 7 a 8 (CERESIS, 1985). En Guamote intensidad de 10, en Guasuntos, Tixán, Alausí, Sibambe y</p>

	<p>Chunchi, produjo intensidades de 8. En la provincia de Bolívar se han reportado intensidades de 8 para: Simiatug, San Lorenzo, Chimbo, Santiago, Tarigagua, San Miguel y Chimbo, una intensidad de 7 en Chillanes. (1)</p>
<p><b>1856</b> <b>Mb=6.3</b></p>	<p>El 12 de febrero se produce un sismo con reportes de efectos en la ciudad de Cuenca, pero también intensidad de 5 en la ciudad de Guaranda. (1)</p>
<p><b>22/03/1859</b> <b>Mb=6.3</b></p>	<p>Este terremoto de 100 km de profundidad ocurrió en la provincia de Pichincha donde se reportaron intensidades de 8 en la Hda. La Quinta, pero sus efectos llegaron hasta la Provincia de Bolívar, donde se reportaron Intensidades de 6 en Guaranda.(1) Según Escorza L., en este evento se presentó una posible destrucción del labio este de la Laguna de Joyocoto, la avalancha destruye gran parte de Guaranda (2)</p>
<p><b>1868</b> <b>Mb=6.3</b></p>	<p>Tuvo lugar el 17 de mayo, con efecto destructor en Píllaro, donde se reportó una intensidad de 7 K, al igual que en Pelileo Viejo. En Ambato, Mocha y Culapachán, intensidad de 6 K. En la ciudad de Baños, 6 K. No hay reportes de intensidades para la Provincia de Bolívar. (1) Sin embargo Escorza L, indica que terremoto de 1868, destruyó gran parte de las casas de Guaranda (2).</p>
<p><b>31/01/1906</b> <b>Ms=8.7</b></p>	<p>El 31 de enero, ocurrió un gran terremoto con epicentro en el Océano Pacífico, frente a las costas de la frontera Ecuador-Colombia. Se generó un tsunami de grandes proporciones. Este sismo, por su magnitud, es el sexto más fuerte que se ha registrado en el mundo, en la época instrumental. Sus efectos fueron muy graves en la provincia de Esmeraldas y en el Sur de Colombia y no fueron mayores por cuanto el epicentro fue en el mar, alejado de la costa y porque en esa época la zona se encontraba muy poco poblada. En Limones desaparecieron bajo las aguas cuatro islas. Daños en las provincias norteñas de la Sierra. 30 muertos reportados, pero se estima un número mucho mayor, dada la imposibilidad de imposibilidad realizar un conteo real, por las características geográficas de la zona y las consecuencias del tsunami, como lo ocurrido en Pinguaje. Las olas arrojaron a la costa de Tumaco 90 cadáveres. Muchos heridos. En Guaranda se reportó una intensidad de 4. (1)</p>
<p><b>23/09/1911</b> <b>Ms=6.3</b></p>	<p>Sismo sin dato de profundidad, ocurrido el 23 de septiembre, relacionado con la falla de Pallatanga, que causó serios estragos en Cajabamba, Guaranda y Guano, el 90% de las edificaciones quedaron afectadas. La intensidad en Alausí llegó a 6 grados y a 8 en Guaranda. Por su relación espacial con la falla de Pallatanga y por su patrón de daños, su</p>

	<p>profundidad debe ser somera. La magnitud puede estar sobrestimada a partir del cálculo de intensidad. (1)</p>
<p><b>1934</b> <b>Ms=5.0</b></p>	<p>Ocurrido el 15 de agosto de 1934, se reportan intensidades de 6 en Huigra, de 5 en Milagro y de 4 en Guaranda y Guayaquil. Por la distribución de intensidades es posible que se haya generado en el sistema de fallas de Chiguancay. (1)</p>
<p><b>14/05/1942</b> <b>Ms=7.9</b></p>	<p>Este evento ocurrido el 13 de mayo de 1942, frente a las costas de Esmeraldas y Manabí, es uno de los terremotos más fuertes generados en la zona de subducción durante el siglo anterior. Afectó a casi todas las provincias de la Costa, produjo intensidades de 8 en Esmeraldas, Bahía, Portoviejo, Guanujo y Otavalo; sin embargo también afectó a las provincias de la Sierra, donde Bolívar es un caso muy particular, ya que los daños fueron mucho mayores a los reportados. Se presentaron en localidades mucho más cercanas al epicentro, así, intensidades de 8 se presentaron en Guaranda, Guanujo, San Simón, Asunción, Magdalena, Santa Fé, Chimbo, San Cayetano y Tambán y de 7 en Santiago.(1)</p>
<p><b>05/08/1949</b> <b>Ms=6.8</b></p>	<p>La ciudad de Pelileo fue destruida completamente el 19 de Agosto, muriendo mas del 10% de su población. Deslizamientos masivos ocurrieron a lo largo del valle del río Patate, uno de ellos se estimó en mas de 30 millones de metros cúbicos, represando al río por un tiempo. La intensidad máxima se asigno a Pelileo con un valor de 11 K; Baños, Cotaló, Huambaló, Bolívar, Chacauco y sus inmediaciones experimentaron intensidades de 9 K. Ambato, Riobamba y Latacunga fueron afectadas con intensidades entre 7 y 8. Intensidades de 5 en San Miguel y en Chimbo y de 4 en Guaranda y Santiago.</p> <p>La fuente generadora de este evento se atribuye al sistema Píllaro - Baños, lo cual tiende a ser confirmado por la reubicación epicentral efectuada en base a registros telesísmicos. En Riobamba y San Miguel se reportaron intensidades de 6, en Chimbo intensidades de 6, en Guaranda de 4 y en Alausí de 3 (CERESIS, 1985). (1)</p>
<p><b>1952</b></p>	<p>El 22 de junio se produjo una violenta sacudida que no causó daños, pero produjo pánico en Ambato y Guaranda, donde la intensidad fue de 5. (1)</p>
<p><b>1953</b> <b>Ms=7.3</b></p>	<p>Terremoto en la frontera Ecuador-Perú. Los mayores daños ocurrieron en la provincia ecuatoriana de Loja, especialmente en el cantón de Gonzanamá. Los demás cantones de la provincia sufrieron daños en menor proporción, al igual que Guayaquil y otras localidades de la provincia del Guayas y El Oro. En la región NW. de Perú, varias</p>

	<p>y pueblos afrontaron efectos considerables. A las 16h.33m. se sismo premonitor en la zona epicentral. Se registraron gran de réplicas. Se reporta una intensidad de 3 en la ciudad de t. (1)</p>
<p><b>16/01/1956</b> <b>Ms=7.2</b></p>	<p>El 16 de enero, se registró un terremoto de magnitud 7.2, con origen en la zona de subducción, se interrumpió el servicio telegráfico entre varias ciudades de la Costa, a causa de la caída de postes. Igual aconteció con el servicio eléctrico. Daños en las plantas. No hubo de lamentarse pérdida de vidas, pero sí algunos heridos. En Guaranda se reportó una intensidad de 5. (1)</p>
<p><b>25/05/1958</b> <b>Ms=6.5</b></p>	<p>Sismo profundo, 100 km, con epicentro al Sureste de Méndez, en una zona muy poco poblada y comunicada con el resto del país; no se reportaron consecuencias. Intensidad 7 en Cumbaratza, Zamora, intensidad de 4 en Guaranda y Chimbo y de 3 en Alausí. Se sintió en todo el país (1)</p>
<p><b>19/01/1958</b> <b>Ms=7.8</b></p>	<p>En 1958, el 19 de enero se produce un sismo de magnitud Ms = 7,8, el mismo que se genera en la zona de subducción frente a las costas ecuatoriana y colombiana. Su localización epicentral lo ubica unos 20 km costa afuera de Limones en la provincia de Esmeraldas, cercano a la frontera con Colombia. Sus mayores efectos se sintieron en la ciudad de Esmeraldas donde se produjeron colapsos parciales, desplomes de edificios y muchas víctimas. Efectos menores en Ibarra y Otavalo. Un pequeño tsunami afectó a las costas cercanas a Esmeraldas y en mayor grado a las de Tumaco en Colombia (Egüez y Yepes, 1994). En Guaranda y Chimbo se registra una intensidad de 4K y de 3 en Riobamba (1)</p>
<p><b>1960</b> <b>Mb = 5,8</b></p>	<p>Ocurrió el 30 de julio, con carácter destructor en Pasa, Pilahuín y San Fernando donde se reportaron intensidades de 7 K, en Guaranda la intensidad fue de 5. En la provincia de Tungurahua se reportaron daños y 11 muertos. En Ambato y Pelileo la intensidad fue de 5 K, y en Baños de 4 K. Se desconoce la fuente de este sismos, sin embargo por su distribución de intensidades, es posible que se relacione con las fallas inversas del borde oriental de la Cordillera Occidental las cuales son evidentes hacia el Norte.(1)</p>
<p><b>08/04/1961</b> <b>Ms=6.4</b></p>	<p>Daños severos en la parte Sur de la Prov. de Chimborazo, en especial cerca de Alausí y Tixán donde se reportan intensidades de 7. Se describen deslizamientos y desprendimientos en los taludes. Sentido en todo el país. Profundidad reportada: 30 km. Por su relación espacial puede</p>

	<p>corresponder a la prolongación de la falla Guamote, o al sistema de fallas de Chiguancay. Este evento es el penúltimo de una secuencia de 5 sismos todos de magnitud <math>M_s &gt; 6</math> que se prolongó desde Marzo hasta Julio. La crisis empezó con un sismo profundo a 132 km ubicado al Este de la secuencia. La descripción de daños está relacionada con el evento del 04/08/1961, a las 09:03, aunque los otros sismos superficiales presentan parámetros que deberían haber producido una destrucción similar.</p> <p>Este evento se produjo el 8 de abril de 1961, tuvo intensidades de 8 en las poblaciones de Pepinales, La Moya y Alpachaca, de la provincia de Chimborazo; en Alausí, Sibambe, Tixán y Guasuntos, intensidades de 7; en Huigra, Palmira, Chunchi y Guamote, intensidades de 6; en Guayaquil, Guaranda y Chimbo, intensidades de 5 (CERESIS, 1985).(1)</p>
<b>19/03/1962</b> <b>Ms=6.2</b>	Sismo profundo, 79 km. No hay reportes sobre sus efectos, excepto una intensidad de 3 en Alausí. (1).
<b>10/05/1963</b>	<p>Sismo de intensidad 7 en Zamora Chinchipe; sentido prácticamente en todo el territorio ecuatoriano. Los mayores efectos se presentaron en la Región Suroriental. Las construcciones más afectadas resultaron las de las Misiones Josefinas y Salesianas de varias localidades orientales. (1)</p> <p>Sismo en el sector de Guaranda, Chimbo y San Miguel (2)</p>
<b>1964</b> <b>Ms=5.7</b>	Sismo fuerte ocurrido el 19 de mayo, con epicentro en la provincia de Manabí, donde varias poblaciones resultaron muy afectadas. Sentido con fuerza en toda la Región Costa. También fue fuerte en la parte Norte y centro del valle Interandino. En Guaranda y Chimbo se reportaron intensidades de 4 y 5 respectivamente. (1)
<b>1964</b> <b>Ms=5.1</b>	Sismo de intensidad 7 en la provincia de Chimborazo. Tuvo lugar el 25 de octubre de 1964, a una profundidad de 48 km. Intensidad de máxima de 7 en Alausí y de 6 en Guasuntos (CERESIS, 1985; Yepes, 1998) y de 4 en Guaranda. Por la rápida atenuación de las intensidades, probablemente esté relacionado con el sistema de fallas de Guamote-Palmira, o con el sistema de fallas de Chiguancay. (1)
<b>10/12/1970</b> <b>Ms=6.3</b>	Terremoto originado en el segmento de subducción S, ocurrido el 10 de diciembre con epicentro frente a la costa Norte del Perú, con serios efectos en el Sur del Ecuador, en especial en las provincias de Loja y El Oro, además de los departamentos fronterizos peruanos. Poblaciones costaneras de la provincia de El Oro y el Golfo de Guayaquil, reportaron la generación de un tsunami de poca magnitud. Aproximadamente 40 muertos y casi un millar de heridos,



	sumados entre Ecuador y Perú. Las pérdidas materiales fueron cuantiosas y el impacto socioeconómico incalculable. En la zona de estudio se reportan intensidades de 6 en Conventillo y Guaranda. (1)
<b>27/02/1971</b> <b>Ms=7.5</b>	Ocurrido el 27 de julio, se reportan las intensidades máximas de 7 en Guayaquil, Paute, Azogues, Sigsig y San Bartolomé. En Chimbo intensidades de 5 y de 4 en Guaranda. (1).
<b>18/08/1980</b> <b>M=6.1</b>	Ocurrido el 18 de agosto de 1980, con una profundidad de 74 km, tuvo intensidades máximas de 7 en las poblaciones de Santa Lucía, Colonche, San Pablo y Cerecita en la provincia del Guayas; en El Triunfo y Zapotal, intensidades de 6; intensidad de 5 en Bucay; en Riobamba y Guaranda, intensidades de 5 (CERESIS, 1985). (1)
<b>02/10/1995</b> <b>Ms=5.0</b>	Sismo sentido en Chimbo, Guaranda y Guanujo con intensidades de 6, en la Magdalena, Chillanes, Cuatro Esquinas y Sinchil Chico con intensidades de 5 y en Balsapamba y San Pablo de Atenas con intensidades de 4. (1)
<b>1998</b> <b>Ms=7.1</b>	Terremoto de Bahía ocurrido el 4 de agosto, con epicentro frente a las costas de Manabí, donde las intensidades máximas fueron de 8. También sentido en la provincia de Bolívar, en Guaranda, Guanujo y Las Guardias con valores de intensidad de 5. (1)

**Ms** = Magnitud de ondas superficiales; **Mb**= magnitud de ondas de volumen.

Las intensidades sísmicas están dadas en la escala **MSK** (ver anexo 4).

Fuentes: (1). IG/EPN, septiembre/2007; (2). ESCORZA J, Luis, 1993.



## **BIBLIOGRAFÍA**

*Escorza Jaramillo Luis (1993) "Levantamiento Geológico de la Depreciación de Guaranda"*

*Dirección provincial de salud de Bolívar. Estadísticas de salud del cantón Guaranda, 2011*

*Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guaranda -EMAP-G, 2011.*

*Gobierno Autónomo Descentralizado GDA del Cantón Guaranda 2011a). "Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guaranda –PDOT"*

*Gobierno Autónomo Descentralizado GDA del Cantón Guaranda 2011b). Departamento de avalúos y catastros "Base de datos de fichas catastrales y plano Catastral de la ciudad de Guaranda"*

*Christian Portuguez y Diego Mena (2011) estudio de Microzonificación Sísmica de la Zona Urbana de Guaranda*

*Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional – IG/EPN (2007) "Estudio de evaluación de la amenaza sísmica para la ciudad de Guaranda. Provincia de Bolívar".*

*Instituto Geográfico militar –IGM) "Mapa base de la provincia bolívar" Archivos en digital Shapefile*

*Instituto Nacional de Estadísticas y Censos –INEC (2012) "Censos Nacionales" Bases de datos disponible en <http://www.inec.gob.ec>*

*Tesis de grado Facultad de Ciencias de la salud y Del Ser Humano, Escuela de Gestión de riesgos. Universidad Estatal de Bolívar Guaranda.*

*Constitución Política del Ecuador*

*Fundamentos de la Geología Reed Wicander Thomson Monroe; Segunda Edición; Editor Thomson.*

*Benioff, H. (1949). Tectónica de Placas. EE.UU*

*George, A. (a mediados del siglo XIX). Modelo de la Tectónica.*

*Cornelius, H. (1950). fundamentos de la geología General (Primera Edición ed.). Madrid: Alhambra S:A.*

Alfred Wagner, (1915) "Deriva de los Continentes

<http://glosarios.geologia.servidor.alicante.com>. (s.f.). anatexia.

Monroe, (. W. (2006). *Fundamentos de la geología (cuarta edición ed.)*

J.B. Gutierrez. (2008). *Fundamentos de la Geología*. [Organización Panamericana de la Salud](#) (2002). *Crónicas de Desastres - Terremotos en El Salvador, 2001*, No. 11. WashingtonD.C.: OPS. [ISBN 92-75-32410-7](#)