



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**  
**ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**  
**GEOGRÁFICA**

**“APLICACIÓN DE LOS SIG AL ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA LA  
GESTIÓN DE RIESGO, POR TORMENTAS TROPICALES EN LA CIUDAD DE  
GUATEMALA”**

**AXEL ARMANDO DARDON FLORES**

**Guatemala, junio de 2011**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**  
**ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**  
**GEOGRÁFICA**

**“APLICACIÓN DE LOS SIG AL ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA LA  
GESTIÓN DE RIESGO, POR TORMENTAS TROPICALES EN LA CIUDAD DE  
GUATEMALA”**

**AXEL ARMANDO DARDON FLORES**

**Guatemala, junio de 2011**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

“APLICACIÓN DE LOS SIG AL ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA LA  
GESTIÓN DE RIESGO, POR TORMENTAS TROPICALES EN LA CIUDAD DE  
GUATEMALA”

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO A LA ESCUELA DE  
POSTGRADOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA POR

**AXEL ARMANDO DARDON FLORES**

AL CONFERIRSELE EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN  
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

**Guatemala, junio de 2011**

## INDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
III.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
IV.	DELIMITACIÓN DEL TEMA	5
V.	OBJETIVOS	7
5.1	GENERAL	7
5.2	ESPECÍFICOS	7
VI.	HIPÓTESIS	7
VII.	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	9
7.1	CONCEPTO Y DEFINICIONES SOBRE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	9
7.1.1	CARTOGRAFÍA	9
7.1.2	MAPA	9
7.1.3	MAPAS TOPOGRÁFICOS	9
7.1.4	MAPAS TEMÁTICOS	9
7.1.5	DATOS E INFORMACIÓN	10
7.2	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	10
7.2.1	BASES DE DATOS	10
7.2.2	MANEJO DE BASE DE DATOS	10
7.2.3	ANÁLISIS	10
7.2.4	USUARIOS	10
7.2.5	PROGRAMADOR	11
7.2.6	USUARIO FINAL	11
7.2.7	ADMINISTRADOR DE LA BASE DE DATOS	11
7.2.8	CAPAS DE INFORMACIÓN (LAYERS)	11
7.2.9	DATOS VECTORIALES	11
7.2.10	DATOS RASTER	11
7.2.11	CODIFICACIÓN Y PROCESAMIENTO	11
7.2.12	SALIDA	11
7.2.13	ARCGIS	12
7.2.14	ARCMAP	12

7.2.15	GVSIG	12
7.2.16	SHAPE O SHAPEFILE	12
7.2.17	INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES IDE	12
7.2.18	WMS	13
7.2.19	WFS	13
7.3	GESTIÓN DE RIESGO	13
7.3.1	RIESGO	13
7.3.2	DESASTRE	13
7.3.3	CATÁSTROFE	13
7.3.4	SEGEPLAN	14
7.3.5	INSIVUMEH	14
7.3.6	MAGA	14
7.3.7	JICA	14
VIII.	METODOLOGÍA	15
8.1	APLICACIONES DE UN (SIG)	15
8.2	COMPONENTES Y SUB-SISTEMAS DEL SIG	15
8.2.1	ENTRADA DE DATOS	16
8.2.2	ANÁLISIS	16
8.2.3	SALIDA	16
8.3	DISEÑO DEL MODELO DE DATOS	17
8.4	CODIFICACIÓN Y PROCESAMIENTO	17
8.5	DESARROLLO DEL SOFTWARE EN EL PROYECTO DE INGENIERÍA	17
8.6	MANEJO DE LA BASE DE DATOS	18
8.7	UTILIZACIÓN DE LOS SOFTWARE SIG, PARA LA UBICACIÓN DE LAS ZONAS VULNERABLES	18
8.8	FUENTES DE DATOS ESPACIALES	19

8.8.1	FUENTE: SECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRESIDENCIA, SEGEPLAN	19
8.8.2	FUENTE: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL IGN	19
8.8.3	FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA, INSIVUMEH	20
8.9	APLICACIÓN DEL SOFTWARE GIS	20
8.10	RESULTADOS Y ANÁLISIS	21
8.11	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	21
8.11.1	ORTOFOTO DE LA REPÚBLICA CON EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	22
8.11.2	ORTOFOTO DE LA REPÚBLICA EN RELIEVE CON EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	23
8.11.3	ORTOFOTO DE LA REPÚBLICA CON DIVISIÓN DE MUNICIPIOS Y SOBREPOSICIÓN DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	24
8.11.4	ORTOFOTO DE LA REPÚBLICA CON DIVISIÓN DE DEPARTAMENTOS Y MUNICIPIOS DE GUATEMALA	25
8.11.5	ORTOFOTO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA CON SUS MUNICIPIOS	26
8.11.6	ORTOFOTO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA CON DIVISIÓN DE LOS MUNICIPIOS Y LA DIVISIÓN ADMINISTRATIVA POR ZONAS DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA	27
8.11.7	ORTOFOTO DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA, CON DIVISIÓN POR ZONAS, SOBRE AREA EN RELIEVE	28
8.11.8	ORTOFOTO DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA, CON DIVISIÓN POR ZONAS, SOBRE AREA EN RELIEVE	29

8.11.9	ORTOFOTO DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA, CON REPRESENTACIÓN TEMÁTICA DE LAS ZONAS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA	30
8.12	UBICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO	31
8.12.1	ORTOFOTO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, CON SOBREPOSICIÓN DEL MAPA DE ZONAS DE DESLIZAMIENTO	31
8.12.2	ORTOFOTO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, CON SOBREPOSICIÓN DEL MAPA DE ZONAS DE DESLIZAMIENTO	32
8.12.3	ORTOFOTO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, CON SOBREPOSICIÓN DEL MAPA DE ZONAS DE DESLIZAMIENTO	33
8.12.4	ORTOFOTO AMPLIADA DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, CON SOBREPOSICIÓN DEL MAPA DE ZONAS DE DESLIZAMIENTO	34
IX	CONCLUSIONES	35
X	RECOMENDACIONES	37
XI	BIBLIOGRAFÍA	39

## I. INTRODUCCIÓN

El Ordenamiento Territorial constituye hoy día, parte de las agendas y políticas nacionales de los países de América Latina y el Caribe, y es definido de muchas maneras, sin embargo la idea básica está contenida como una estrategia de planificación de carácter técnico – político, a través del cual se pretende configurar, en el corto, mediano y largo plazo, una organización en el uso y ocupación del territorio, acorde con las potencialidades y limitaciones del mismo. Siendo uno de sus pilares fundamentales la gestión del territorio, la cual está concentrada en objetivos sociales, económicos, urbanísticos y de medio ambiente, donde son indispensables los instrumentos jurídicos de ordenamiento y planificación.

De esta cuenta el Ordenamiento territorial constituye un elemento valioso para la gestión de riesgo, en este caso orientada a tormentas tropicales para la Ciudad de Guatemala y el estudio del medio físico es uno de sus componentes principales, por eso es determinante el desarrollo de una metodología específica a través de la aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG). De esta forma se podrán elaborar y obtener capas temáticas las cuales serán representación de cada una de las variables físicas en función de su influencia, de acuerdo con el desarrollo urbano de la ciudad. La superposición de las capas temáticas puede quedar en forma automatizada y sistematizada para mostrar de manera fácil un formato final con la que se puedan identificar, cualitativamente, áreas en riesgo a desastres naturales.

Guatemala pertenece a un área de persistentes amenazas y su exposición vulnerable es en gran medida el resultado de una ecuación en la que interviene la pobreza como factor determinante. El valle dentro del cual se asienta la Ciudad de Guatemala y sus alrededores, está formada en su gran mayoría por depósitos de pómez y en menor cantidad por otros tipos de litología (calizas, granitos al norte, depósitos aluviales al sur, y lavas terciarias en los bordes este y oeste).

Las laderas de los barrancos, debido a su pendiente y a las propiedades del material que las conforma (principalmente su resistencia), son susceptibles a deslizamientos. En el caso más común (material pómez) la estabilidad del talud también se ve influenciada por el contenido de agua del material que lo compone: a mayor contenido de agua, menor es la estabilidad del talud. Las áreas de mayor susceptibilidad a deslizamientos coinciden con pendientes fuertes, en taludes de material de baja resistencia al corte (comúnmente de pómez y/o roca intemperizada). En estas zonas se encuentran asentamientos humanos precarios, que son especialmente vulnerables a dichos fenómenos.

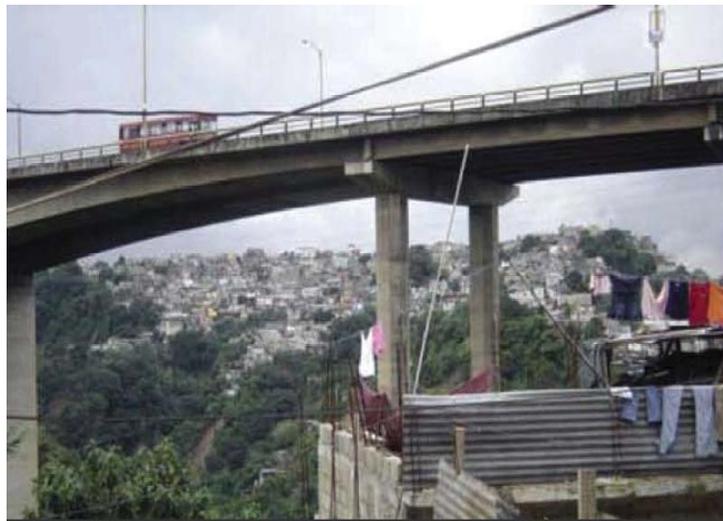
Por otra parte también es importante el aspecto legal, en Guatemala solamente se tiene en concreto, el Plan de Ordenamiento Territorial POT, de la Municipalidad de Guatemala, aunque dicho Plan no es una Ley, sino un Reglamento que fue emitido por Acuerdo Municipal Número COM-016-06, es una herramienta importante, aplicable al menos para el municipio de Guatemala, pudiendo fijar y definir una estrategia técnica y a la vez política, para implementar la gestión de riesgo, ocasionada por fenómenos naturales, como en nuestro caso por la ubicación geográfica, la debida a tormentas tropicales, fenómenos sísmicos, erupciones volcánicas, etc. Este proyecto de investigación únicamente se basará a los riesgos ocasionados por fuertes lluvias o tormentas tropicales.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Región Mesoamericana, comprendida por Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Belice, México, Panamá y Colombia, está continuamente expuesta a diferentes tipos de amenazas naturales y al alto grado de vulnerabilidad existente.

Estos eventos afectan negativamente el desarrollo, poniendo en riesgo no sólo a las poblaciones sino a la infraestructura física, principalmente vinculada a sectores como la educación, la salud, el transporte, las telecomunicaciones y la generación y distribución eléctrica; teniendo los países que reorientar sus escasos recursos de inversión pública y privada hacia actividades de emergencia y reconstrucción, cada vez que ocurre un desastre.

Aunado a esto en la ciudad de Guatemala, desde mediados del siglo XX se han formado asentamientos humanos en condiciones precarias en barrancos, laderas, rellenos o en áreas deforestadas y por la precariedad de sus viviendas y de sus moradores, han provocado que los mismos hayan sido afectados por desastres naturales que, como el huracán MITCH, las tormentas tropicales STAN, AGATHA, ALEX etc. hayan causado enorme impacto en las personas que ahí habitaban y sus bienes.





### **III. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Se puede colaborar con una investigación, que esté orientada a identificar geográficamente las zonas de riesgo de la Ciudad de Guatemala, aplicando los Sistemas de Información Geográfica. Específicamente para el Valle de la Ciudad de Guatemala, donde se tiene la mayor concentración o densidad de habitantes, la identificación de las zonas vulnerables a desastres naturales, en este caso ocasionado por tormentas tropicales o fuertes lluvias, conlleva a la implementación de un Sistema de Información Geográfica que permita la identificación y ubicación rápida, en forma gráfica y descriptiva, de las zonas vulnerables, permitiendo con ello la implementación de un programa de medidas de mitigación, para la reducción del riesgo a este tipo de desastres, en la zona geográfica de la Ciudad de Guatemala.

Se pueden determinar las condiciones existentes, que ayuden de alguna manera a disminuir gradualmente los impactos negativos, principalmente en el crecimiento desmesurado y sin planificación de los Asentamientos Humanos, en su frágil respuesta de su infraestructura a los efectos del cambio climático y desastres naturales colaterales.

### **IV. DELIMITACIÓN DEL TEMA**

La gestión de riesgo estará enfocada a un potencial desastre natural, ocasionado por fuertes lluvias, por el paso de tormentas tropicales, enfocada la investigación para la Ciudad de Guatemala exclusivamente en las siguientes áreas:

- a) Áreas marginales con asentamientos humanos en la Ciudad de Guatemala.
- b) Áreas centrales con núcleos poblacionales en condiciones precarias.
- c) Áreas de asentamientos humanos mayores a 5,000 habitantes.



## **V. OBJETIVOS**

### **5.1. GENERAL**

Desarrollar una metodología que incluya los conceptos de Ordenamiento Territorial, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y algunos temas Geográficos, que permitan la evaluación y análisis de la Gestión de riesgo por tormentas tropicales en la Ciudad de Guatemala.

### **5.2. ESPECÍFICOS**

- a) Identificar geográficamente las zonas vulnerables de la Ciudad de Guatemala.
- b) Identificar las zonas en riesgo por tormentas tropicales, para la Ciudad de Guatemala.
- c) Utilizar información de la base de datos geoespaciales contenida en las diferentes fuentes que generan algunas Instituciones del estado.
- d) Aplicar los Sistemas de Información Geográfica, para la evaluación de la Gestión de Riesgo.

## **VI. HIPÓTESIS**

- a) La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), permitirán un manejo adecuado de bases de datos, para la identificación y representación espacial, de las zonas vulnerables.
- b) La vulnerabilidad socioeconómica se reducirá, siempre y cuando haya una buena planificación en el uso y manejo sustentable del territorio.
- c) La ejecución de proyectos alternativos en terrenos peligrosos, previamente identificados, reducirán el crecimiento de asentamientos humanos, en zonas vulnerables.



## **VII. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

### **7.1. CONCEPTO Y DEFINICIONES SOBRE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

El Ordenamiento Territorial, es un proceso y una estrategia de planificación de carácter técnico-político, a través del cual se pretende configurar, en el corto, mediano y largo plazo, una organización del uso y ocupación del territorio acorde con las potencialidades y limitaciones del mismo.

De esa cuenta se necesita del auxilio de otras ciencias para ponerlo en práctica, para el desarrollo de sus etapas su caracterización y análisis territorial, el diagnóstico, el diseño de escenarios y la formulación y gestión de programas relacionados con el ordenamiento territorial. Los cuales serán definidos a continuación:

#### **7.1.1. CARTOGRAFÍA**

Se entiende por Cartografía a la ciencia, técnica y arte que permite representar fielmente la superficie de la tierra o una parte de ella sobre un plano a una escala definida. En tanto que la cartografía digital comprende el mismo proceso asistido por un computador facilitando la representación gráfica de elementos espaciales, la entrada, la manipulación, el almacenamiento y la salida de datos geográficos.

#### **7.1.2. MAPA**

El Mapa es una representación convencional gráfica, generalmente, plana de fenómenos localizados en la superficie terrestre, conservando la posición relativa de su localización.

#### **7.1.3. MAPAS TOPOGRÁFICOS**

Son aquellos que contienen los detalles planimétricos y altimétricos de la superficie del terreno comprendido entre los límites de un país o continente.

#### **7.1.4. MAPAS TEMÁTICOS**

Son aquellos que muestran sobre un fondo topográfico que se le asigna el nombre de "Mapa Base", todo tipo de fenómenos cualitativos o cuantitativos, como la Temperatura, Suelo, Geología, Turismo, Fauna, Flora, etc.

### **7.1.5. DATOS E INFORMACIÓN**

Algunos autores distinguen entre datos e información y otros los consideran sinónimos. Para los primeros, “datos” son los valores físicamente almacenados, crudos sin procesar; mientras que “Información”, son los datos procesados y su significado se refiere según la interpretación del usuario.

## **7.2. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)**

Es un sistema compuesto por hardware, software, procedimientos y equipo humano especializado, que permite la captura, almacenamiento, análisis, almacenamiento y despliegue de datos geográficos, permitiendo representar objetos del mundo real en términos de posición, y atributos que están referidos espacialmente a la Tierra. Hay una considerable cantidad de conceptos y definiciones relacionados con el tema, los cuales se describen brevemente a continuación:

### **7.2.1. BASES DE DATOS**

Una base de datos, es un conjunto de datos relacionados entre sí, que tienen una estructura lógica y que son almacenados en archivos digitales. Y el conjunto de programas que hacen posible, la captura, el almacenamiento, el análisis y el mantenimiento de los datos es el Sistema Manejador de la Base de Datos DBMS (Data Base Management System). Las consultas en la Base de Datos, se hacen a través del Lenguaje Estructurado de Consulta SQL (Structured Query Language).

### **7.2.2. MANEJO DE BASE DE DATOS**

Se refiere a la capacidad de manejo de la información colectada y su categorización entre usuarios normales y administradores del sistema.

### **7.2.3. ANÁLISIS**

Es la parte fundamental de un SIG ya que por medio de ellos pueden buscarse las mejores aplicaciones.

### **7.2.4. USUARIOS**

Usuarios son las personas que utilizan el sistema, se consideran tres clases de usuarios; el Programador, el Usuario final y el Administrador de la Base de datos.

### **7.2.5. PROGRAMADOR**

Responsable de escribir los programas de aplicación o scripts para procesos concretos.

### **7.2.6. USUARIO FINAL**

Quien usará lenguajes de consulta para acceder a la base de datos.

### **7.2.7. ADMINISTRADOR DE LA BASE DE DATOS**

Es la persona o grupo de personas, responsable de actividades como; Que información debe ir en la base de datos, su estructura, definición de procedimientos de verificación de la información, establecimiento de controles, etc.

### **7.2.8. CAPAS DE INFORMACIÓN (LAYERS)**

Las Capas de Información o Layers, son temas de información, cada uno de estos compuesto por elementos geográficos a los que se les asocia una tabla de atributos en donde se presentan sus características o atributos.

### **7.2.9. DATOS VECTORIALES**

Utilizan vectores, elementos puntuales, lineales o poligonales para delimitar a los objetos geográficos. Son más útiles para la representación de variables discretas.

### **7.2.10. DATOS RASTER**

Utilizan una retícula regular para documentar los elementos geográficos que tienen lugar en el espacio. Representan variables continuas.

### **7.2.11. CODIFICACIÓN Y PROCESAMIENTO**

Se refiere a la asignación de códigos a cada uno de los elementos a capturar, así como a los correspondientes atributos.

### **7.2.12. SALIDA**

Es la forma de recuperación de la información, en medio magnético o impreso.

### **7.2.13. ARCGIS**

Es un software GIS para visualizar, crear, manipular y gestionar información geográfica, estos corresponden a lugares, direcciones, posiciones en terreno, áreas urbanas y rurales; regiones y cualquier tipo de ubicaciones en terrenos determinados.

### **7.2.14. ARCMAP**

Es un software de Sistema de Información Geográfico (SIG) creado por ESRI para mapeo digital. En ArcMap uno puede visualizar y ver asociaciones en la información geográfica y modelos a diferentes escalas. ArcMap también permite la creación de mapas que llevan implícito mensajes o resultados de análisis geográficos. ArcMap puede ser utilizado para entender las relaciones existentes en información espacial geográfica, para la toma de decisiones.

### **7.2.15. GVSIG**

GvSIG Desktop es un programa informático para el manejo de información geográfica con precisión cartográfica, que permite acceder a información vectorial y rasterizada, así como a servidores de mapas que cumplan la especificaciones del OGC. Esta es una de las principales características de gvSIG respecto a otros Sistema de Información Geográfica, la importante implementación de servicios OGC: WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service), WCS (Web Coverage Service), Servicio de Catálogo y Servicio de Nomenclátor.

### **7.2.16. SHAPE O SHAPEFILE**

Es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. Fue desarrollado por la compañía ESRI, quien crea y comercializa software para Sistemas de Información Geográfica como Arc/Info o ArcGIS.

### **7.2.17. INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES IDE**

La IDE, es un conjunto de tecnologías, políticas y acuerdos interinstitucionales, destinados a facilitar el acceso a la información espacial, que permite, la búsqueda, visualización, análisis y aplicación de datos espaciales en todos sus niveles.

### **7.2.18. WMS**

Siglas de Web Map Service, Comprende un servicio que se basa en el estándar internacional WMS 1.1.1, el cual define un "mapa" como una representación de la información geográfica en forma de un archivo de imagen digital conveniente para la exhibición en una pantalla de ordenador. Un mapa no consiste en los propios datos. Los mapas producidos por WMS se generan normalmente en un formato de imagen como PNG, GIF, TIFF o JPEG.

### **7.2.19. WFS**

Siglas de Web Feature Service, Comprende es un servicio que se basa en el estándar internacional WFS 1.1, el cual ofrece un interfaz de comunicación que permite interactuar con los mapas servidos por el estándar WMS, como por ejemplo, editar la imagen que nos ofrece el servicio WMS o analizar la imagen siguiendo criterios geográficos.

## **7.3. GESTIÓN DE RIESGO**

La Gestión de Riesgo, es un proceso social complejo, cuyo fin principal es la reducción y control permanente del riesgo a desastres en la sociedad, para lo cual nos interesa sobre manera los riesgos naturales y en especial los relacionados a tormentas tropicales y fuertes lluvias, por lo que se definen los conceptos relacionados al tema:

### **7.3.1. RIESGO**

Riesgo o Riesgo natural, es cualquier proceso natural que representa una amenaza para la vida humana o la propiedad. El suceso en sí no es un riesgo; más bien un proceso natural se convierte en un riesgo cuando amenaza los intereses humanos.

### **7.3.2. DESASTRE**

Desastre o desastre natural, es el efecto de un riesgo en la sociedad, normalmente en forma de un suceso que ocurre en un periodo de tiempo limitado y en una zona geográfica definida. Este término se utiliza cuando la interacción entre seres humanos y un proceso natural tiene como resultado un daño considerable en la propiedad, heridas o pérdida de vidas.

### **7.3.3. CATASTROFE**

Catástrofe es un desastre masivo que requiere un gasto considerable de tiempo y dinero para la recuperación. Afectan a miles o millones de personas en todo el mundo.

#### **7.3.4. SEGEPLAN**

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, que cuenta con un Geoportal para obtención de Información pública espacial.

#### **7.3.5. INSIVUMEH**

Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología é Hidrología, dedicada al control de información, elaboración de estudios investigaciones y generación de datos, relacionados con fenómenos geofísicos y meteorológicos.

#### **7.3.6. MAGA**

Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación; es el encargado de atender los asuntos concernientes al régimen jurídico que rige la producción agrícola, pecuaria e hidrobiológica.

#### **7.3.7. JICA**

Agencia Internacional de Cooperación Japonesa, por sus siglas en Inglés JICA (Japan International Cooperation Agency)

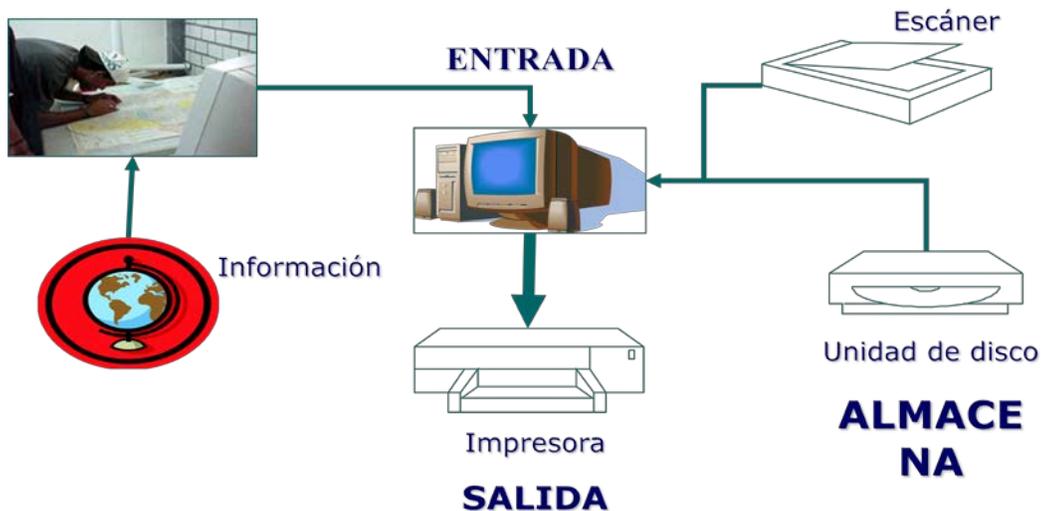
## VIII. METODOLOGIA

### 8.1. APLICACIONES DE UN (SIG)

La gestión de los recursos naturales, el manejo del uso del suelo, las migraciones humanas, la gestión de riesgo, el ordenamiento territorial, el crecimiento urbano y rural, la seguridad pública y de defensa, el control del clima, son solo algunos ejemplos donde se exige la existencia y utilización de los Sistemas de Información geográfica (SIG).

La evolución tecnológica en las áreas de telecomunicaciones, computación, sensores remotos, cartografía, posicionamiento de satélites etc. Han planteado un reto a los ingenieros y especialistas en diferentes áreas, ya que tales desarrollos imponen un trabajo multidisciplinario bajo criterios de integración, generalización y equilibrio.

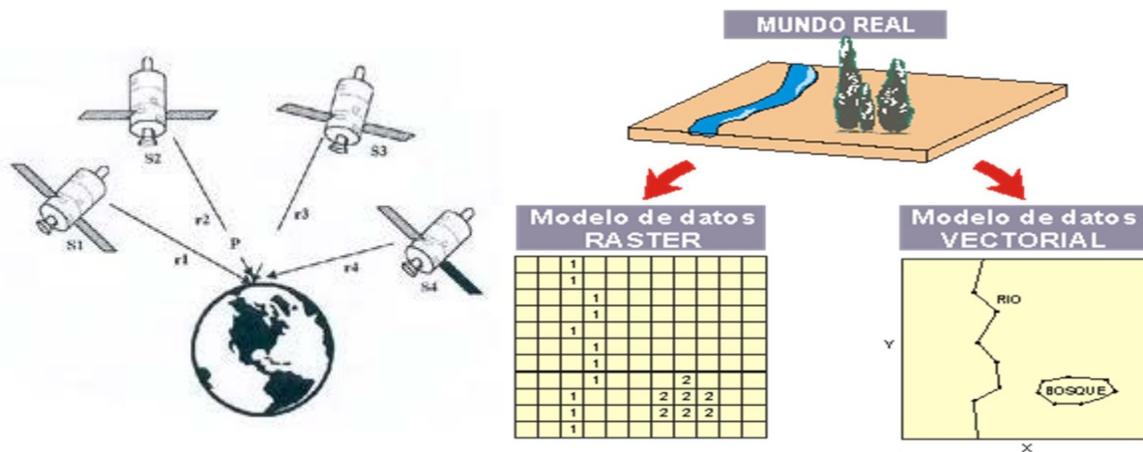
### 8.2. COMPONENTES Y SUB-SISTEMAS DEL SIG



### 8.2.1. ENTRADA DE DATOS

Los datos se adquieren de diferentes fuentes de información:

- a) Fotografías aéreas
- b) Imágenes satelitales
- c) Mapas existentes
- d) Otras bases de datos
- e) Levantamientos topográficos
- f) Levantamientos geodésicos (GPS)
- g) Modelos Digitales del terreno (DMT)
- h) Modelos Digitales de Elevación (DME)



### 8.2.2. ANÁLISIS

Las transformaciones, las consultas y los análisis se constituirán en la herramienta fundamental para los usuarios, ya que sus operadores analíticos podrán hacer alcanzable los objetivos pretendidos al manejar la base de datos.

Un usuario del SIG tendrá una gran variedad de preguntas generalmente, relacionadas con el ¿Qué? ¿Cuándo? ¿Cómo? Y ¿Dónde?, que se deben analizar para encontrar las relaciones espaciales, los atributos, las características temporales y la descripción espacial requeridas para el análisis.

### 8.2.3. SALIDA

Pueden ser de diferentes formas, tales como nuevos mapas en papel, informes estadísticos impresos o en medios magnéticos, salidas gráficas o de texto por pantalla, información en cualquier otro medio magnético (discos compactos, cintas, etc.) conexión con otros tipos de SIG, etc.

### 8.3. DISEÑO DEL MODELO DE DATOS

Los sistemas de información computarizados, conformados por conjuntos de programas que representan y gestionan grandes volúmenes de información, forman parte de los Sistemas de Información Geográfica SIG.

A diferencia de otros sistemas de información los SIG permiten gestionar datos georreferenciados. Los SIG trabajan a la vez con ambas partes de información: su representación espacial y sus atributos temáticos asociados.

### 8.4. CODIFICACIÓN Y PROCESAMIENTO

Esta tarea en nuestro caso ha sido realizada por el Instituto Geográfico Nacional “Ing. Alfredo Obiols Gómez” IGN y se encuentra editada en versiones de escala: 1:2000, 1:15,000, 1:50,000 y 1:250,000, que hacen factible hablar el mismo idioma entre los diferentes usuarios de los SIG. El diseño de este modelo de datos permite fácilmente la inclusión de los faltantes que se requieran en estudios específicos.

### 8.5. DESARROLLO DEL SOFTWARE EN EL PROYECTO DE INGENIERÍA

A continuación se presenta un ejemplo de los pasos que se desarrollan en un proyecto de Ingeniería (en general) donde se auxilia de la Ingeniería de software y la implementación del desarrollo tradicional de un SIG.

<b>Proyectos de Ingeniería (general)</b>	<b>Ingeniería de Software</b>	<b>Desarrollo tradicional SIG</b>
Formular el problema	Obtención de requerimiento	Modelo Conceptual
Analizar el problema	Análisis	
Buscar soluciones	Diseño del sistema	Modelo Lógico
Elegir la solución adecuada		
Especificar la solución	Implementación	Modelo Físico

El proyecto de un Sistema de Información Geográfica SIG, es ingeniería y como tal, haciendo una analogía con la obra civil, se debe tener en cuenta que ningún Ingeniero iniciaría la construcción de una obra sin antes haber realizado los estudios de factibilidad correspondientes y haber elaborado el diseño detallado de la misma, entonces este razonamiento debe aplicarse también en los proyectos SIG.

Pero para la utilización de las técnicas de Ingeniería de Software, en el desarrollo de los proyectos SIG, hay que tener claro dos conceptos que marcarán decididamente la metodología de trabajo: El SIG aplicativo y el SIG Institucional.

El SIG Institucional, se conceptualiza, formula, diseña y construye a partir del recurso humano de la organización y no a partir de las herramientas disponibles. En estos casos el recurso humano es la prioridad y la base del éxito o fracaso del SIG. En el caso del SIG Aplicativo, se considera como un tipo de proyecto donde se lleva a cabo la aplicación de herramientas SIG a casos temáticos muy particulares; por ejemplo el tema de esta investigación:

Donde se debe manejar la información espacial y alfanumérica de los elementos que tienen que ver con la localización geográfica, de las áreas en riesgo de la Ciudad de Guatemala, expuestas a fenómenos meteorológicos, es decir la ocasionada por tormentas tropicales o fuertes lluvias. Permitiendo la aplicación realizar consultas y análisis espaciales, como también efectuar la simulación de amenazas para las áreas vulnerables en sectores determinados, con características también determinadas.

## **8.6. MANEJO DE LA BASE DE DATOS**

Generalmente los SIG permiten aislar al usuario corriente de los detalles de almacenamiento y procesamiento de los datos. Este aspecto repercute en seguridad por cuanto sólo los usuarios autorizados tendrán acceso a modificar las bases de datos dando así mayor garantía a los trabajos ejecutados. Las operaciones de consulta son abiertas para usuarios corrientes.

## **8.7. UTILIZACIÓN DE LOS SOFTWARE SIG, PARA LA UBICACIÓN DE LAS ZONAS VULNERABLES**

En este caso se utilizarán algunos software, para el manejo de la información espacial y alfanumérica de bases de datos obtenidas del acceso, que permite hoy día la Infraestructura de Datos Espaciales IDE.

Dejando en claro que no es la intención de este trabajo, enseñar la utilización de alguno en particular, ni las destrezas necesarias y obligatorias para su utilización, sino que únicamente se procederá a la implementación del SIG, para el tema elegido en el título, de tal forma que permita la representación gráfica de las zonas vulnerables para el valle de la Ciudad de Guatemala.

## **8.8. FUENTES DE DATOS ESPACIALES**

Una fuente de datos proporciona acceso a repositorios de contenido externo, permitiendo a los usuarios importar contenido en el portal mediante el uso de rastreador y envío de documentos.

Cada fuente de datos está configurada para tener acceso a un repositorio de documentos. Por ejemplo, una fuente de datos para un sitio Web seguro se puede configurar para que rellene el formulario Web necesario para obtener acceso al sitio.

Las fuentes de datos necesariamente tienen acceso a todo lo que dicha fuente de datos accede. Por este motivo, el acceso al mismo repositorio utiliza la información de autenticación distinta y a las que permita acceder a distintos usuarios.

### **8.8.1. FUENTE: SECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRESIDENCIA SEGEPLAN**

Dato: Infraestructura de Datos espaciales de Guatemala IDEG

Su aplicación: Utilización de las capas bases, geoservicios.

Fecha actualización: 2009.

Dato: Mapas de departamentos, municipios, cabeceras departamentales y municipales.

Su aplicación: Localización geográfica de puntos y áreas, Ordenamiento territorial.

Fecha actualización: 2009.

Dato: Mapas de caminos, ríos y cuerpos de agua.

Su aplicación: Localización geográfica, para estudios de factibilidad.

Fecha actualización: 2009

Dato: Tormentas tropicales

Su aplicación: Localización y evaluación de desastres naturales

Fecha actualización: 2010

### **8.8.2. FUENTE: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL IGN**

Dato: Mapas de los 22 departamentos.

Su aplicación: Información de sus límites municipales aproximados.

Fecha actualización: 2,000.

Dato: Ortofotomapas a color, georreferenciados a escala 1:10,000.

Su aplicación: Levantamientos topográficos, catastro urbano y rural, diseño de vías terrestres, carreteras y ferrocarril.

Fecha actualización: 2,006.

Dato: Mapas fotogramétricos a escala 1:10,000, elaborados en formato digital Raster.

Su aplicación: trazos de límites municipales, Mapa de cuencas hidrográficas.

Fecha actualización: 2,002.

Dato: Control Geodésico, Estaciones CORS de primer orden.

Su aplicación: Enlace geodésico a estaciones de primer orden.

Fecha actualización: 2,000.

### **8.8.3. FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA É HIDROLOGÍA, INSIVUMEH**

Dato: Distribución espacial de eventos sísmicos en Guatemala

Su aplicación: Académica, y Planes de Emergencia Nacional.

Fecha actualización: 1,984 y 2,005.

Dato: Recursos de agua de Guatemala.

Su aplicación: Evaluación recarga hídrica en Guatemala.

Fecha actualización: Junio 2,000.

Dato: Precipitación pluvial y mapas de isocías.

Su aplicación: Elaboración de planes de Emergencia Nacional.

Fecha actualización: Agosto 2002.

## **8.9. APLICACIÓN DEL SOFTWARE SIG**

La Aplicación é Implementación del Sistema de Información Geográfica (SIG) en el Municipio de Guatemala, sirve de plan piloto para el conocimiento real del entorno geográfico, logrando de esta manera una planificación en los diferentes sectores, permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos económicos del municipio, debido a que facilita conocer de una manera rápida las prioridades en las necesidades de sus pobladores en los diferentes niveles, como salud, educación, infraestructura, servicios básicos, etc.

De esta forma la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) sirve como soporte en el mejoramiento de la toma de decisiones en el proceso planificador. Se utilizarán los software correspondientes para la ubicación geográfica de las zonas en riesgo de acuerdo a los shapefile obtenidos de las fuentes de datos espaciales, definidas con anterioridad.

La gestión de los recursos naturales, el manejo del uso del suelo, las migraciones humanas, la gestión de riesgo, el ordenamiento territorial, el crecimiento urbano y rural, la seguridad pública y de defensa, el control del clima, son solo algunos ejemplos donde se exige la existencia y utilización de los Sistemas de Información geográfica (SIG).

Para este proyecto se utilizaron dos tipos de Software de Sistemas de Información Geográfica, ArcMap y GvSIG. Para el efecto se presenta la utilización de los mismos y la representación geográfica de zonas de deslizamiento.

#### **8.10. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

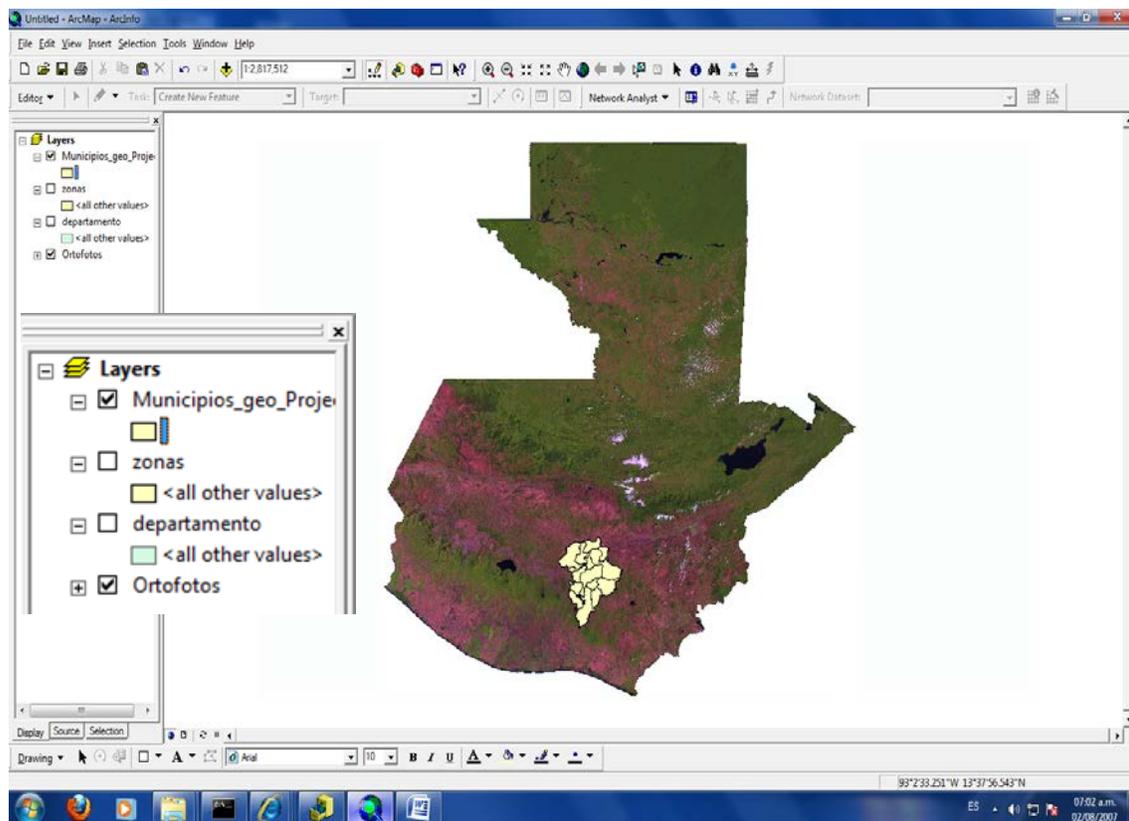
Se presenta la información desplegada a través de los Software de Sistemas de Información Geográfica, con la localización, geoposicionamiento de los mapas objeto de estudio y las zonas expuestas a riesgos por deslizamientos, que pueden verse afectados o que son más vulnerables ante el paso de tormentas tropicales o fuertes lluvias.

#### **8.11. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

Se presentan las ortofotos, que contienen los mapas desplegados con la información contenida en archivos shape, que representan ubicación y geoposicionamiento dentro del espacio geográfico. Se insertarán las capas de Layers para que sean legibles.

### 8.11.1. ORTOFOTO DE LA REPÚBLICA CON EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Se utilizó el Geoportal de SEGEPLAN, para la obtención en el Servicio WMS, para la visualización de la ortofoto de la República de Guatemala, en la que se hizo una sobre-posición del mapa del departamento de Guatemala, con sus municipios, utilizando la información generada con un shape, la cual determina la ubicación geográfica de dicho departamento en la República de Guatemala. Se insertó intencionalmente la capa de Layers ampliada para que fuera legible.

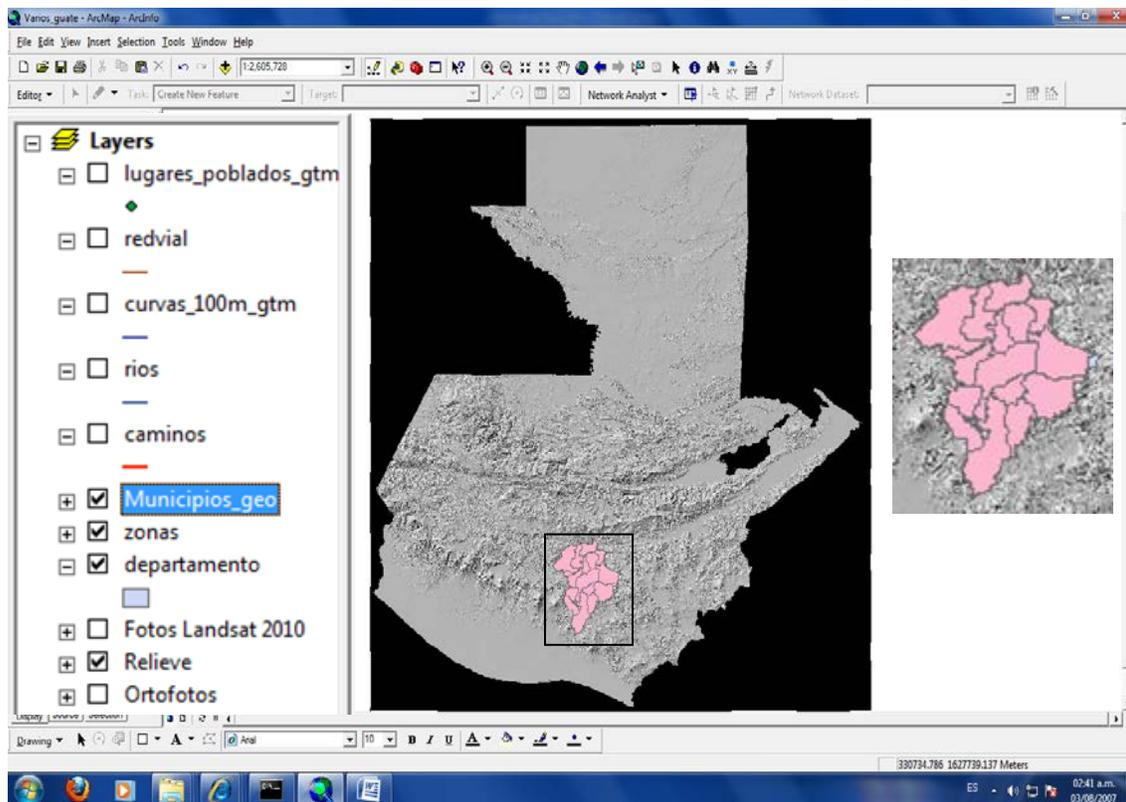


#### SERVICIO WMS:

[http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot\\_web/ot\\_overview\\_1.map&SERVICE=WMS&](http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot_web/ot_overview_1.map&SERVICE=WMS&)

## 8.11.2. ORTOFOTO DE LA REPÚBLICA EN RELIEVE CON EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

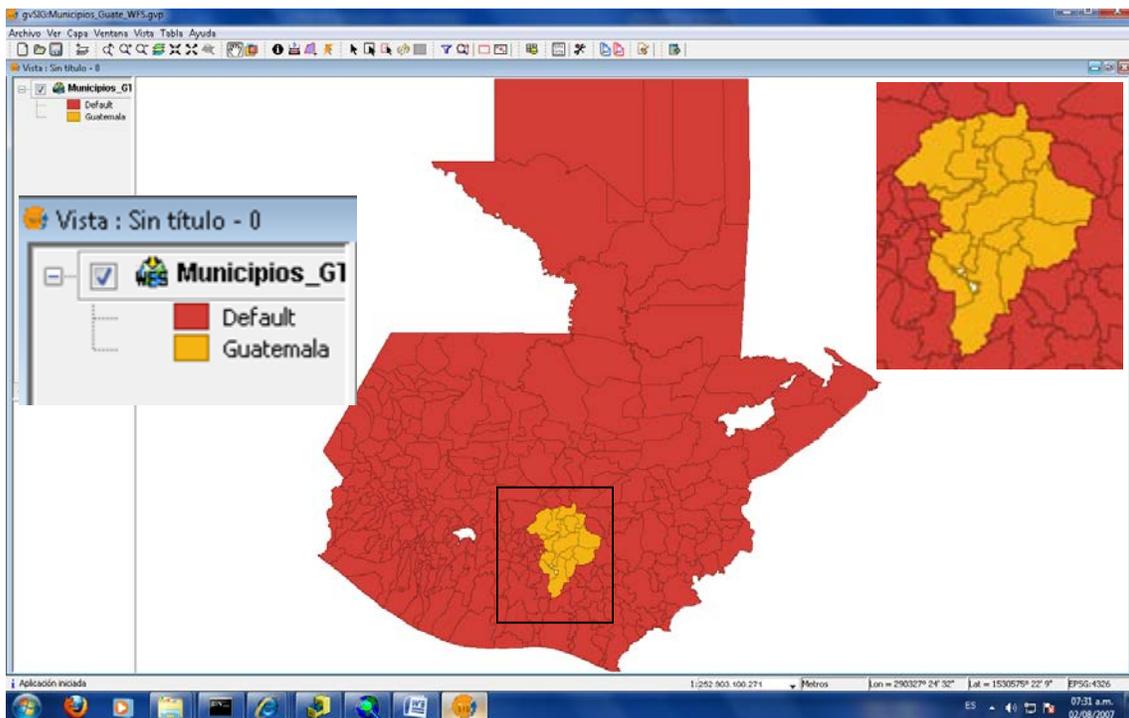
Se utilizó el Geoportal de SEGEPLAN, para la obtención en el Servicio WMS, (Web Map Service) para la visualización de la ortofoto que muestra el mapa en relieve de la República de Guatemala y se hizo una sobre-posición del mapa del departamento de Guatemala, para identificar su posición geográfica dentro de la República. (La capa de Layers fue ampliada intencionalmente para que sea legible igual que el mapa del departamento de Guatemala)



**SERVICIO WMS: RELIEVE** [http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot\\_web/ot\\_hill\\_tile.map](http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot_web/ot_hill_tile.map)

### 8.11.3. ORTOFOTO DE LA REPÚBLICA CON DIVISIÓN DE MUNICIPIOS Y SOBREPOSICIÓN DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

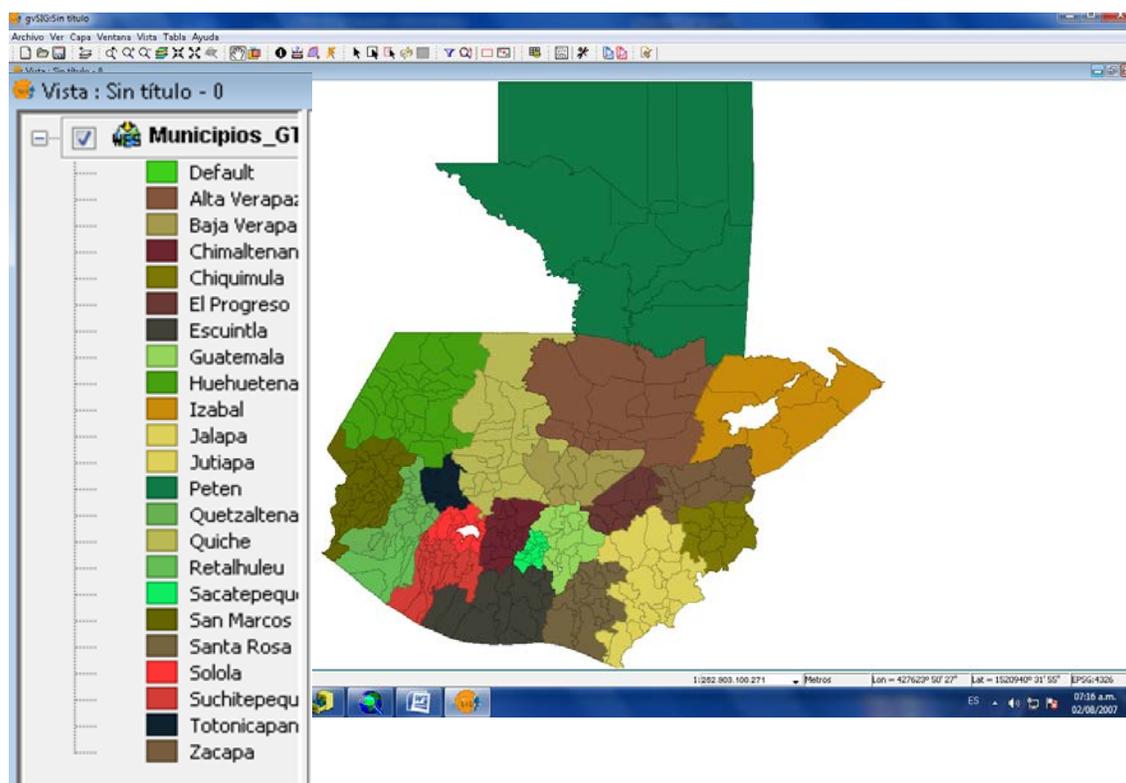
Se utilizó el Geoportal de SEGEPLAN, para la obtención en el Servicio WFS, (Web Feature Service) para la obtención de la ortofoto, utilizando en esta oportunidad el programa de software libre GvSig versión 1.1.1, y se sobreposicionó el departamento de Guatemala con sus municipios, para identificar la localización geográfica en el espacio dentro de la República. (La capa de Layers fue ampliada intencionalmente para que sea legible, igual el mapa del departamento de Guatemala)



**SERVICIO WFS: MUNICIPIOS** [http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot\\_web/WFS/WFS\\_Municipios.map&](http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot_web/WFS/WFS_Municipios.map&)

#### 8.11.4. ORTOFOTO DE LA REPÚBLICA CON DIVISIÓN DE DEPARTAMENTOS Y MUNICIPIOS DE GUATEMALA

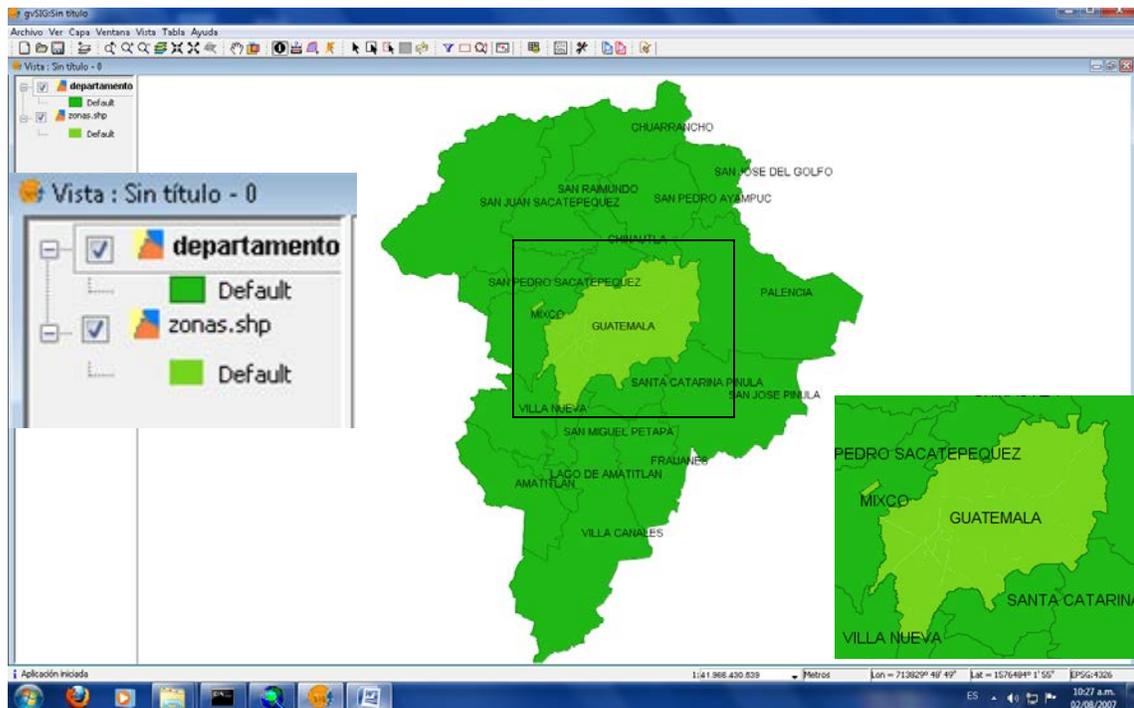
Se utilizó el portal de SEGEPLAN, para la obtención en el Servicio WFS, (Web Feature Service) para la obtención de la ortofoto, utilizando el software libre GvSig versión 1.1.1, y se utilizaron las herramientas de dicho programa para mostrar la división geográfica de los Departamentos de la República de Guatemala incluyendo sus municipios. (La capa de Layers fue ampliada intencionalmente para que sea legible)



**SERVICIO WFS:** [http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot\\_web/WFS/WFS\\_Municipios.map&](http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot_web/WFS/WFS_Municipios.map&)

### 8.11.5. ORTOFOTO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA CON SUS MUNICIPIOS

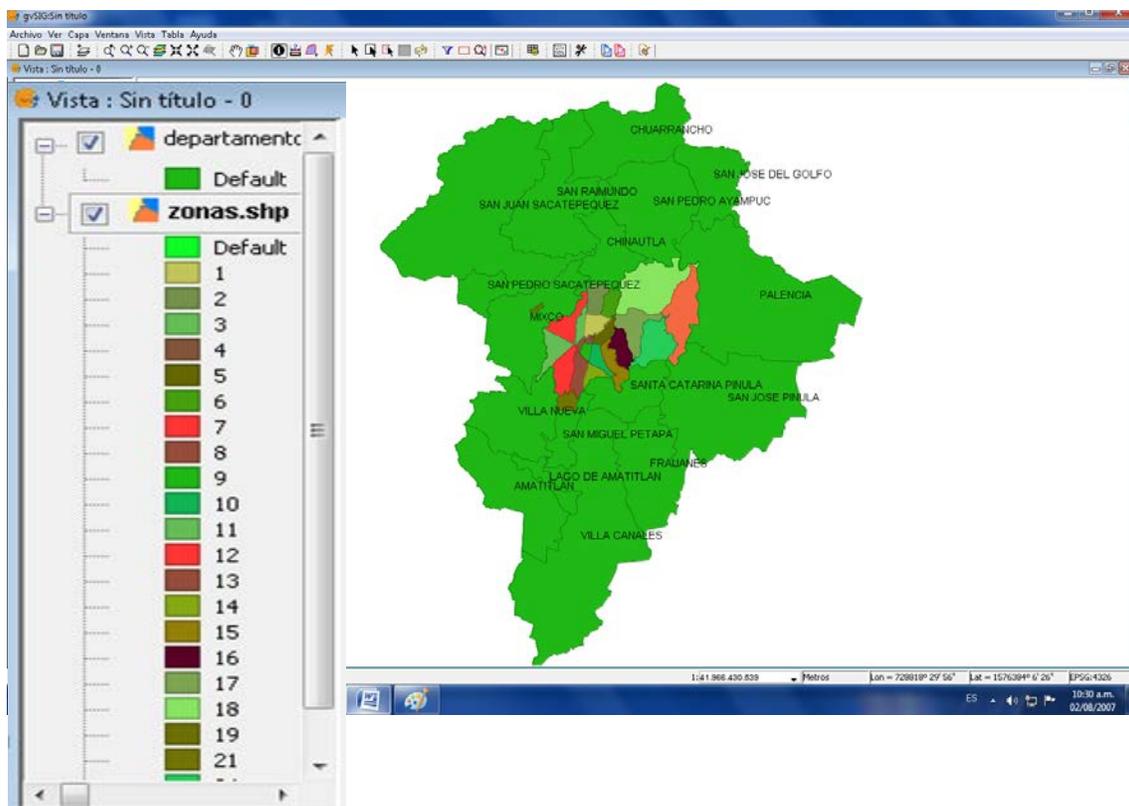
Se utilizó el portal de SEGEPLAN, para la obtención en el Servicio WFS, (Web Feature Service) para obtención de la ortofoto, y visualización utilizando el software libre GvSig versión 1.1.1, del departamento de Guatemala y sus municipios, resaltando el municipio de Guatemala, que es principalmente el objeto de estudio. (La capa de Layers fue ampliada intencionalmente para que sea legible, igual el municipio de Guatemala)



**SERVICIO WFS:** [http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot\\_web/WFS/WFS\\_Municipios.map&](http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot_web/WFS/WFS_Municipios.map&)

### 8.11.6. ORTOFOTO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA CON DIVISIÓN DE LOS MUNICIPIOS Y LA DIVISIÓN ADMINISTRATIVA POR ZONAS DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA

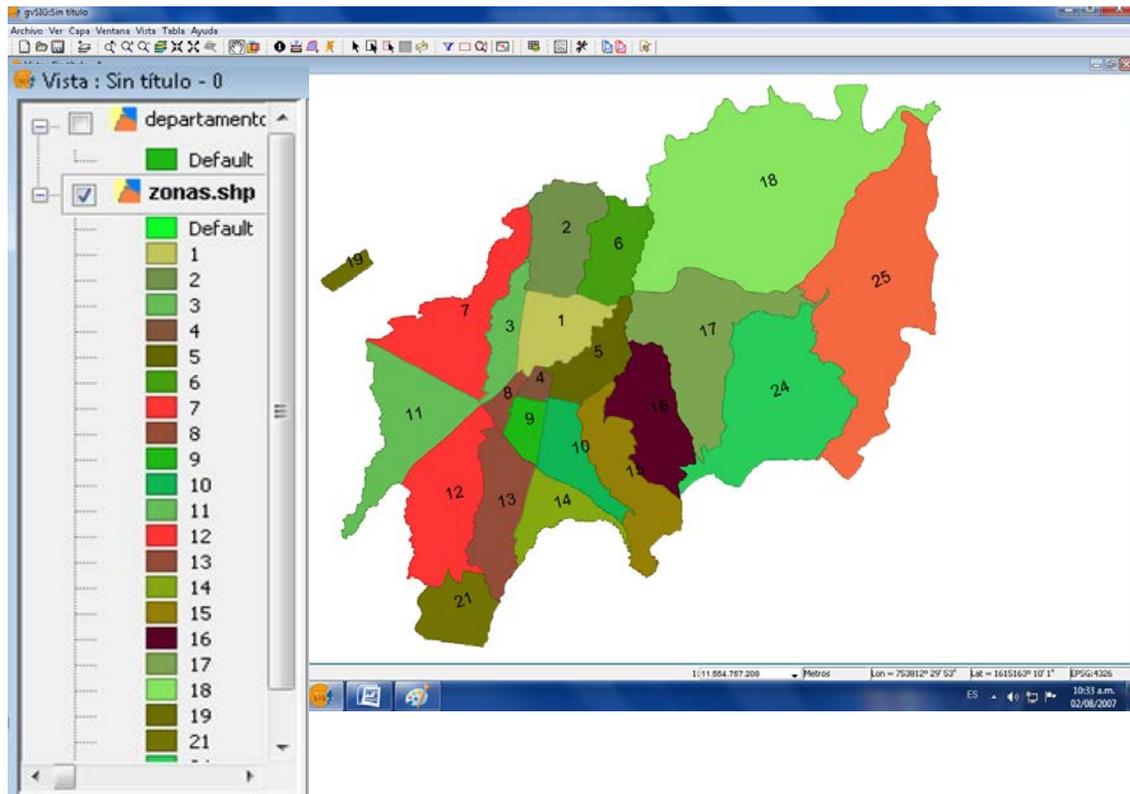
Se utilizó el portal de SEGEPLAN, para la obtención en el Servicio WFS, (Web Feature Service) para obtención de la ortofoto, y visualización utilizando el software libre GvSig versión 1.1.1, del departamento de Guatemala, donde se hizo una sobreposición adicional del municipio de Guatemala, con la división administrativa de las 22 zonas que componen la Ciudad, determinando con esto su ubicación geográfica dentro del departamento de Guatemala. (La capa de Layers fue ampliada intencionalmente para que sea legible)



**SERVICIO WFS:** [http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot\\_web/WFS/WFS\\_Municipios.map&](http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot_web/WFS/WFS_Municipios.map&)

### 8.11.7. ORTOFOTO DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA, CON DIVISIÓN POR ZONAS

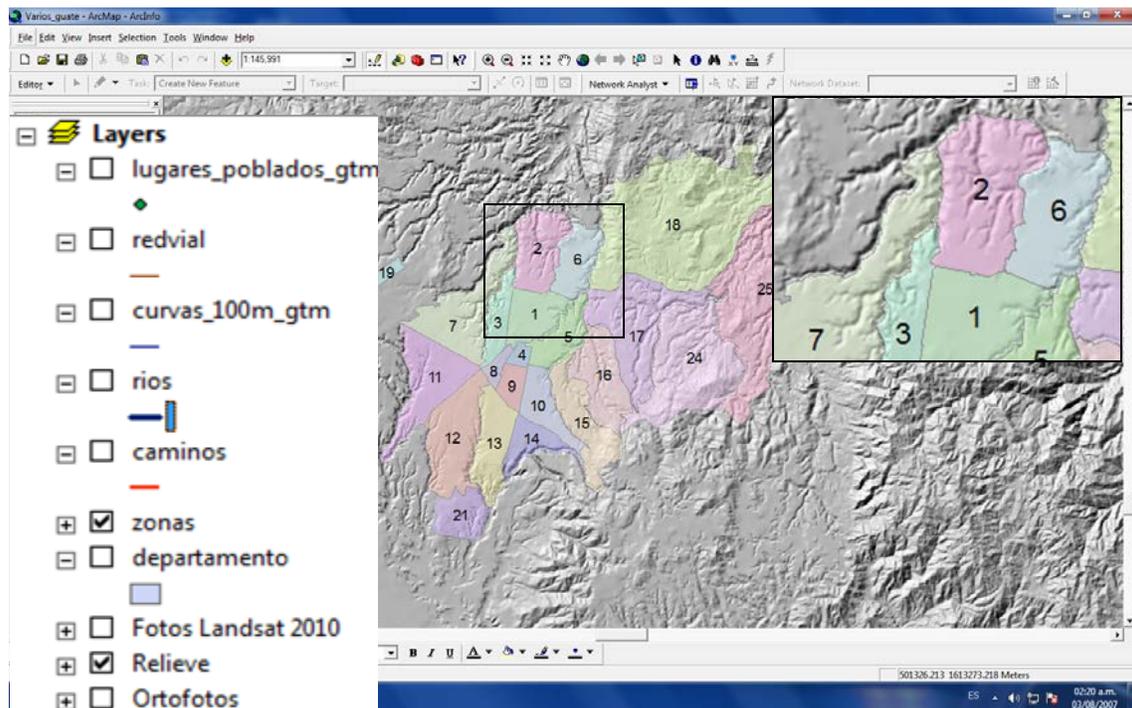
Se utilizó el portal de SEGEPLAN, para la obtención en el Servicio WFS, (Web Feature Service) para obtención de la ortofoto, y visualización utilizando el software libre GvSig versión 1.1.1, de la división administrativa de las zonas de la Ciudad de Guatemala, de acuerdo a su ubicación geográfica, para el efecto se utilizaron las herramientas de este software para la ilustración temática de cada zona en particular. (La capa de Layers fue ampliada intencionalmente para que sea legible)



**SERVICIO WFS:** [http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot\\_web/WFS/WFS\\_Municipios.map&](http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot_web/WFS/WFS_Municipios.map&)

### 8.11.8. ORTOFOTO DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA, CON DIVISIÓN POR ZONAS, SOBRE AREA EN RELIEVE

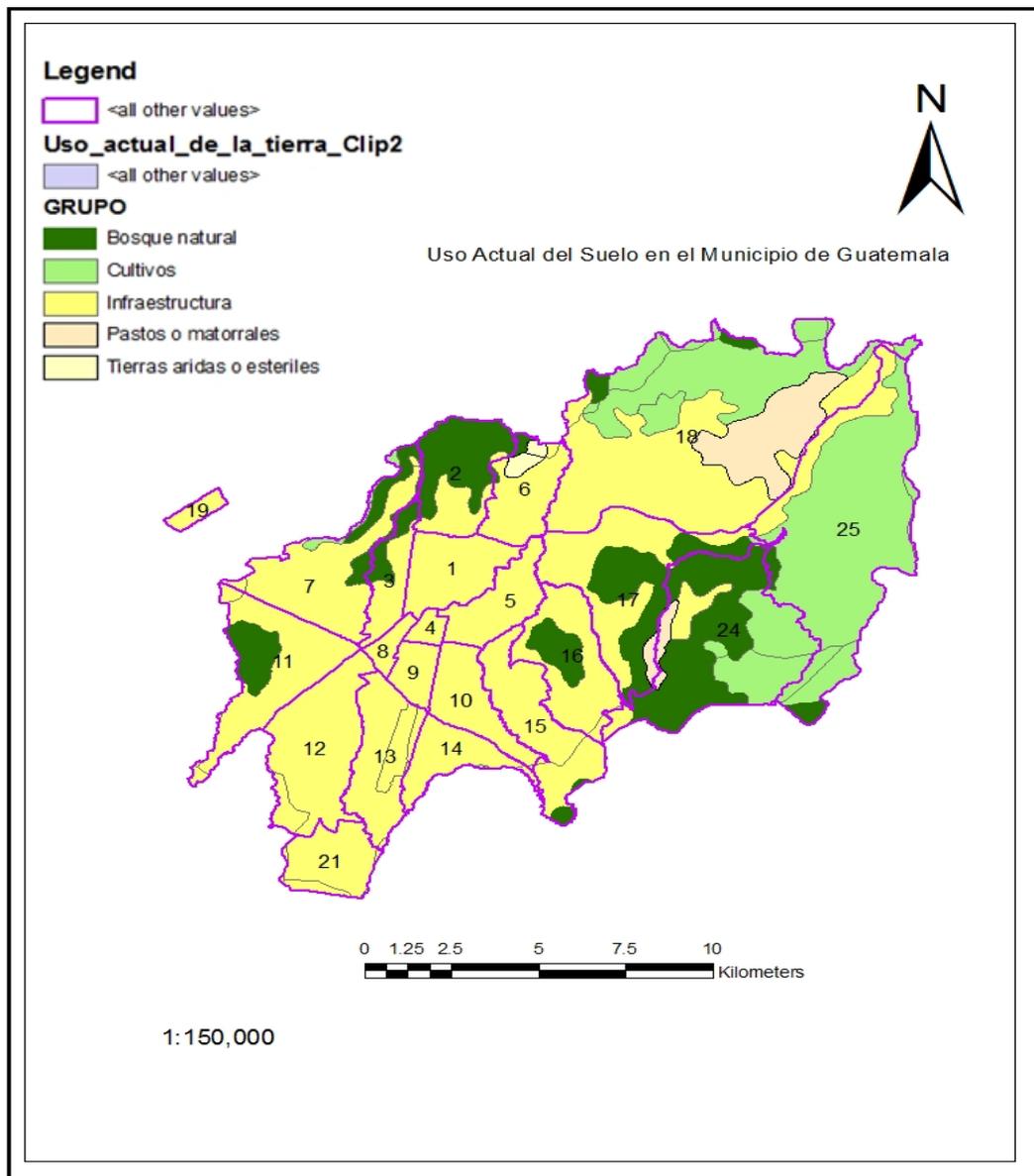
Se utilizó el Geoportal de SEGEPLAN, para la obtención en el Servicio WMS, (Web Map Service) para la visualización de la ortofoto que muestra el mapa en relieve de la República de Guatemala y se hizo una sobre-posición del mapa de las zonas de Guatemala, con el objeto de mostrar la elevación digital que dan la representación del relieve por cada una de las zonas de la Ciudad de Guatemala. (La capa de Layers fue ampliada intencionalmente para que sea legible, igual unas zonas de la Ciudad de Guatemala)



**SERVICIO WMS FONDO DE RELIEVE:** [http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot\\_web/ot\\_hill\\_tile.map](http://ide.segeplan.gob.gt/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ot_web/ot_hill_tile.map)

### 8.11.9. ORTOFOTO DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA, CON REPRESENTACIÓN TEMÁTICA DE LAS ZONAS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

Utilizando información obtenida de los shape, del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, se muestra el mapa temático del uso del suelo en el municipio de Guatemala, factor importante en la evaluación alternativa de las áreas en riesgo.

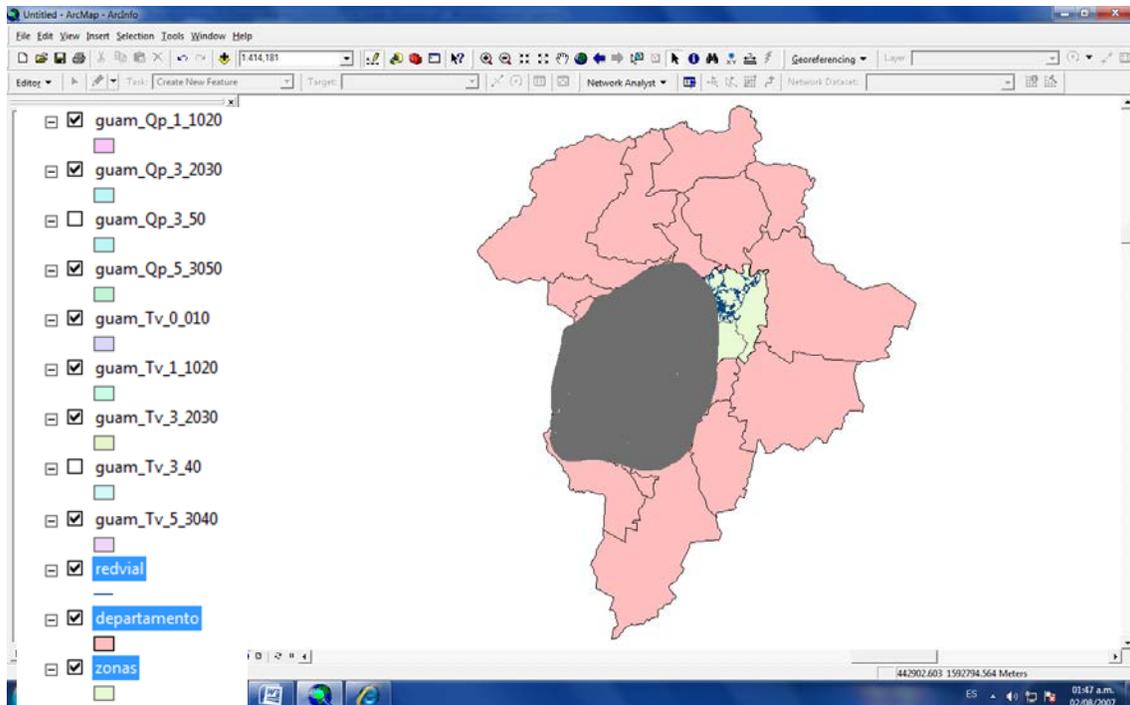


**FUENTE: ATLAS TEMÁTICO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA** Shapes del: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

## 8.12. UBICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO

### 8.12.1. ORTOFOTO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, CON SOBREPOSICIÓN DEL MAPA DE ZONAS DE DESLIZAMIENTO

Se efectuó del despliegue del mapa del departamento de Guatemala con sus municipios, resaltando en otro color el municipio de Guatemala, con su división administrativa, es decir sus 22 zonas, a través de la información contenida en archivos shape y al mismo tiempo se hizo una sobreposición, también en archivos shape de la zona total de deslizamiento, de acuerdo a la información proporcionada por el INSIVUMEH, según estudio realizado por La Agencia Internacional de cooperación Japonesa, por sus siglas en Inglés, JICA (Japan International Cooperation Agency)

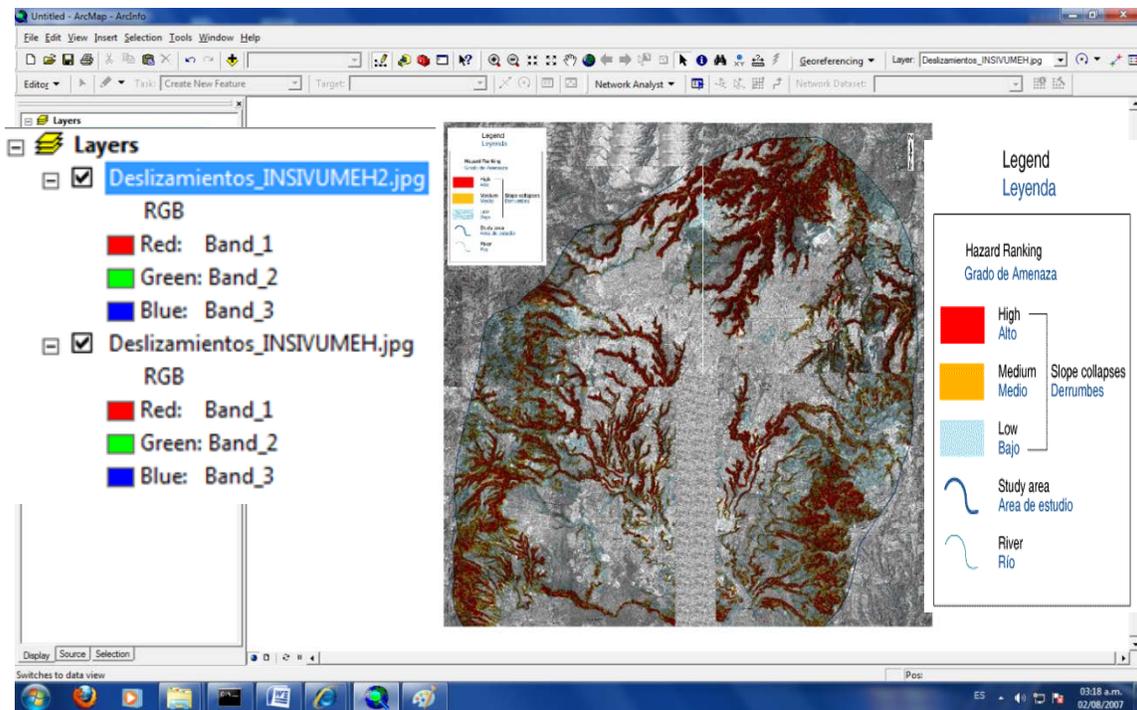


**FUENTE: INSIVUMEH**

Trabajo efectuado por la Misión Japonesa JICA y el INSIVUMEH

## 8.12.2. ORTOFOTO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, CON SOBREPOSICIÓN DEL MAPA DE ZONAS DE DESLIZAMIENTO

Mapa temático integrado de cuatro grupos geográficos, objeto de estudio por la Agencia Japonesa JICA, Nor-Oeste, Nor-Este, Sur-Oeste y Sur-Este, para el Departamento de Guatemala, comprendiendo las regiones en color de amenazas por deslizamiento de acuerdo a los códigos de color representados, siendo el color rojo, el de más alto valor y cuidado dentro del riesgo, luego el color amarillo, que representa un nivel medio de vulnerabilidad por deslizamiento y el color celeste que representa un nivel bajo de riesgo por deslizamiento, esta información fue desplegada utilizando un formato JPEG. (La capa de Layers fue ampliada intencionalmente para que sea legible, igual que las bandas de riesgo)

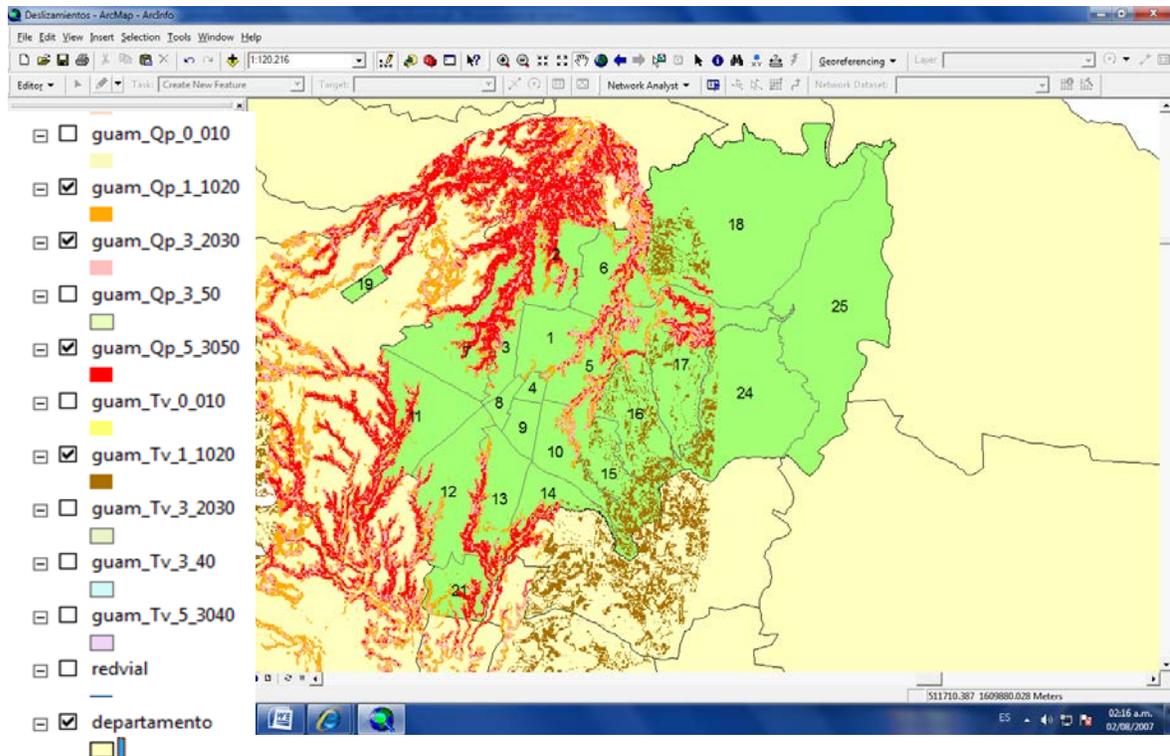


**FUENTE: INSIVUMEH**

Trabajo efectuado por la Misión Japonesa JICA y el INSIVUMEH

### 8.12.3. ORTOFOTO DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, CON SOBREPOSICIÓN DEL MAPA DE ZONAS DE DESLIZAMIENTO

Mapa temático desplegado en archivos shape, el municipio de Guatemala, con sobreposición de las zonas de riesgo, mostrando la división por zonas de la Ciudad de Guatemala. Para ver los detalles se puede hacer un “zoom” de las zonas en interés mediante el programa SIG, que se esté utilizando, en este caso se mostrará la ampliación en el siguiente inciso.

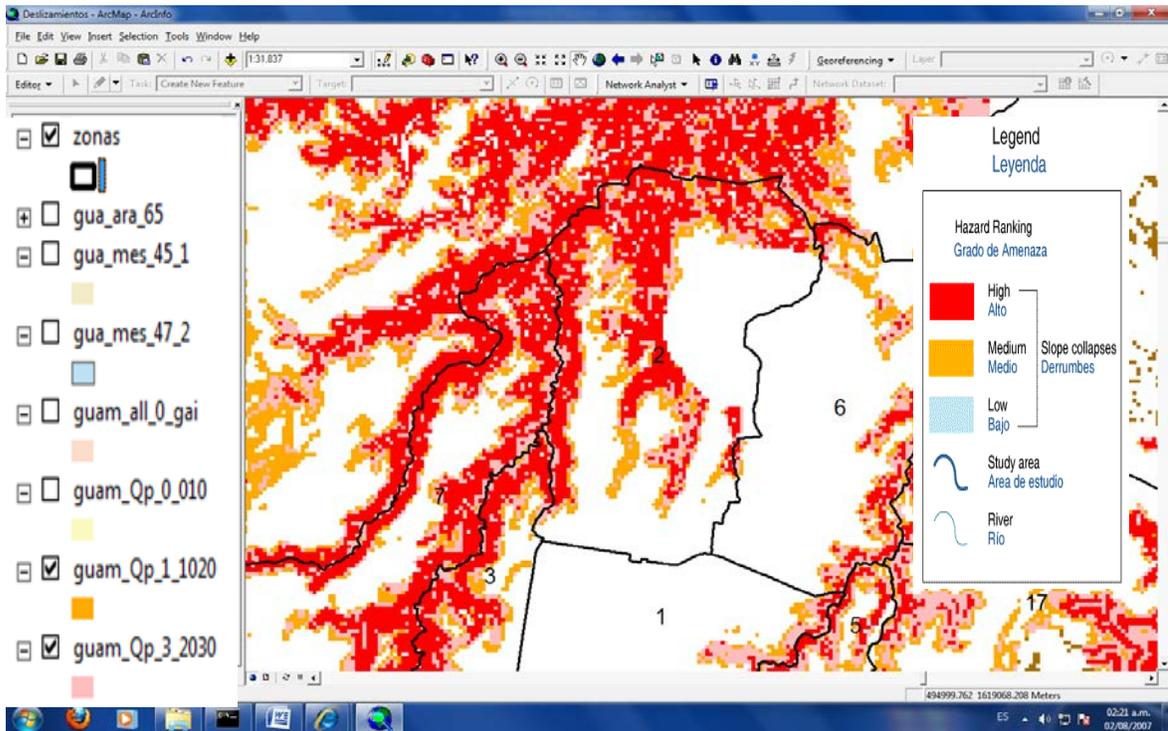


**FUENTE: INSIVUMEH**

Trabajo efectuado por la Misión Japonesa JICA y el INSIVUMEH

#### 8.12.4. ORTOFOTO AMPLIADA DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, CON SOBREPOSICIÓN DEL MAPA DE ZONAS DE DESLIZAMIENTO

Mapa temático ampliado de las zonas en riesgo, principalmente en las zonas 2, 7 y 18 de la Ciudad de Guatemala, el color rojo, representa las áreas de más alto riesgo por deslizamiento, el color amarillo un nivel medio y los colores más suaves representan niveles con muy poco riesgo.



**FUENTE: INSIVUMEH**

Trabajo efectuado en conjunto Misión Japonesa JICA y el INSIVUMEH

## IX. CONCLUSIONES

1. La Gestión de Riesgo es un proceso social y complejo que va de la mano con el Ordenamiento Territorial, dependiendo de este para la planificación y uso adecuado del territorio, así como de las estrategias que deben estar orientadas a impedir o reducir los efectos adversos de los fenómenos naturales, sobre la población, sus bienes y servicios.
2. Para el Ordenamiento Territorial y Gestión de Riesgo, los Sistemas de Información Geográfica, constituyen un instrumento importante, ya que permiten la visualización gráfica, descriptiva y temática, que se lleva a cabo mediante el manejo de bases de datos, para la identificación y representación espacial, con determinada precisión de las zonas vulnerables.
3. La vulnerabilidad de una zona o región, está relacionada con fenómenos físicos y sociales, la primera por los efectos del cambio climático y daños al medio ambiente y la segunda por la expansión desordenada y sin planificación de los asentamientos humanos, de esta manera la Geografía Humana y Física, constituye una serie de conocimientos fundamentales, dentro de la Gestión de Riesgo, para la identificación científica de las áreas vulnerables con aplicación de los Sistemas de Información Geográfica.
4. Se pudo constatar que las Instituciones del estado, que proporcionaron las fuentes de información, para el despliegue de los mapas y localización geográfica de las áreas en riesgo, son Instituciones especializadas, que tienen una buena base de datos, y actualizada en ciertos casos, que únicamente requieren proporcionalmente más apoyo económico y logístico por parte de las autoridades gubernamentales.



## X. RECOMENDACIONES

1. La Gestión de Riesgo y Ordenamiento Territorial, debe estar presente en las agendas nacionales y políticas del país, para la planificación temprana e identificación de las zonas vulnerables, por las instituciones relacionadas con el tema.
2. Es necesario el apoyo legislativo, para el fortalecimiento de las Leyes existentes o bien para la creación o aprobación de las que hacen falta relacionadas con los temas de Ordenamiento Territorial, Gestión de riesgo, Sistemas de Infraestructura de bases de datos espaciales, Medio ambiente y Recursos Naturales, etc. necesarias para la implementación de un plan nacional de seguridad ante los desastres por fenómenos naturales.
3. El Investigador de Ordenamiento Territorial, debe identificar fortalezas y debilidades de las comunidades o regiones, en relación a su cultura y adaptación al espacio vital (Geografía Humana) y medio ambiente (Geografía Física). Utilizando las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica, para la identificación espacial y descriptiva de las zonas vulnerables.



## XI. BIBLIOGRAFÍA

1. APARICIO MIJARES, Francisco Javier, *Fundamentos de Hidrología de Superficie, México, D.F.*, Limusa, 2010.
2. BOLLIN, Christina, *Gestión Local de Riesgo Experiencias de América Central* MIJARES, Eschborn 2003. Disponible en:  
<http://www.gtz.de/de/dokumente/es-gestion-local-de-riesgo-centroamerica.pdf>
3. CONRED (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres), Mapas de evaluación de riesgo, para el Departamento de Guatemala. 2010.
4. GÓMEZ, Jorge Hernando y QUIROGA, Vanessa Mercedes. *Sistemas de Información Geográfica*. Bucaramanga, Colombia, Ediciones UIS, 2005.
5. IGN (Instituto Geográfico Nacional). *Mapas Temáticos Uso de la Tierra*, para la República de Guatemala, 2005.
6. IGN (Instituto Geográfico Nacional). *Mapas de Red Vial de la República de Guatemala*, para la República de Guatemala, 2005.
7. INE (Instituto Nacional de Estadística), *Demografía y Población*, disponible en:  
<http://www.ine.es/indiceweb.htm>
8. INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología é Hidrología), Geofísica, *Mapa de amenaza por deslizamiento*, disponible en:  
[http://www.insivumeh.gob.gt/mapas/Mapas\\_de\\_Amenaza\\_Deslizamiento.htm](http://www.insivumeh.gob.gt/mapas/Mapas_de_Amenaza_Deslizamiento.htm)
9. KELLER, Edward A., BLODGETT, Robert H. *Riesgos Naturales, Procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes*, Madrid, España, Prentice Hall, 2007.
10. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación), *Atlas Temático de la República de Guatemala*. 2002.
11. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación), *Clasificación de Municipios para el Desarrollo de Obras Viales Prioritarias*. 2005.
12. MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, *Plan de Ordenamiento Territorial*, disponible en:  
<http://pot.muniguate.com/>

13. PALACIO-PRIETO, José Luís y SANCHO, Jaime, CASADO, José María (comps), *Indicadores para la caracterización y el Ordenamiento Territorial*. México, D.F. UNAM, 2004.
14. PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), *Manual de Capacitación Ordenamiento Territorial y Gestión de Riesgos, lasificación de Municipios para el Desarrollo de Obras Viales Prioritarias*. 2005.
15. SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia), *Infraestructura de datos espaciales*, disponible en:  
[http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=260](http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=260)