

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)
Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH)
Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN)

**ESTUDIO
DEL
ESTABLECIMIENTO
DE
LOS MAPAS BASICOS Y MAPAS DE AMENAZA
PARA EL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA
DE
LA REPUBLICA DE GUATEMALA**

**INFORME FINAL
(INFORME PRINCIPAL)**

NOVIEMBRE 2003

KOKUSAI KOGYO S.A.

Tipo de cambio

1US\$=8.37GTQ=109.33JPY

noviembre de 2003

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Guatemala, el Gobierno del Japón decidió realizar el Estudio del Establecimiento de los Mapas Básicos y Mapas de Amenaza para el Sistema de Información Geográfica y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Guatemala una misión de estudio desde diciembre de 2000 hasta noviembre de 2003, en seis fases separadas, dirigida por el Ing. Kazuo Furukata de Kokusai Kogyo Co., Ltd.

La Misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Guatemala y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto, que cubría unos 30,000 km² del territorio guatemalteco. Después de su regreso al Japón, la Misión realizó más estudios analíticos y completó el presente informe y sus productos, que son mapas básicos nacionales, las bases de datos de los mismos para el SIG y mapas de distintas amenazas.

Espero que este informe y los productos sirvan para impulsar los planes de desarrollo de la República de Guatemala y contribuyan a fortalecer las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de Guatemala por su estrecha cooperación y apoyo brindados a la Misión.

Noviembre de 2003

Kazuhisa Matsuoka
Vice Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Noviembre, 2003

Honorable
Sr. Kazuhisa Matsuoka
Vice Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

ACTA DE ENTREGA

Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio del Establecimiento de los Mapas Básicos y Mapas de Amenaza para el Sistema de Información Geográfica de la República de Guatemala.

Bajo el contrato firmado con JICA, la Misión de Estudio encabezada por el suscrito quien pertenece a Kokusai Kogyo Co., Ltd., ha llevado a cabo el presente Estudio desde diciembre de 2000 hasta noviembre de 2003.

La Misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Guatemala y realizó investigaciones, incluyendo la toma de fotografías aéreas, el levantamiento de puntos de fotocontrol, el estudio del historial de desastres y la transferencia técnica entre otros, en los lugares destinados al Proyecto. Y en Japón ejecutó los trabajos cartográficos de actualización, compilación y restitución con uso del sistema de restitución digital de la tecnología de punta, elaboró ortofotomapas digitales y construyó las bases de datos para el SIG. Y como resultados de lo anterior, hemos producido los mapas básicos nacionales a escala de 1:50.000 con sus datos digitales (CD-ROM) y hojas impresas, que cubren 30.000 km² del territorio guatemalteco, los ortofotomapas a escala de 1:10.000, y los mapas de amenaza con sus datos digitales (CD-ROM) y hojas impresas.

El presente informe resume los antecedentes, desarrollo y alcance del Proyecto y las recomendaciones para superar retos en el futuro.

En nombre de la Misión de Estudio el suscrito agradece sobremanera al Gobierno de Guatemala y las instituciones relacionadas por su hospitalidad y apoyo incondicional brindados durante nuestra estadía en la tierra guatemalteca.

También el suscrito aprovecha esta oportunidad para expresar nuestra gratitud al personal de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte, la Embajada de Japón en Guatemala y la Oficina de JICA en Guatemala por sus valiosos consejos y apoyo prestados en los momentos más oportunos de la implementación del Estudio.

Muy atentamente,

Kazuo Furukata
Jefe de la Misión de Estudio del Establecimiento de
los Mapas Básicos y Mapas de Amenaza para el
Sistema de Información Geográfica de la República
de Guatemala
Kokusai Kogyo Co., Ltd.

-  Áreas para producción de mapas básicos nacionales de 1/50.000
-  Áreas para producción de ortofotomapas de 1/10.000

Mapa de ubicación para el Estudio para la creación de Mapas Básicos y Mapas de Amenaza



Fotos de las áreas que sufrieron los daños del gran terremoto de 1976 y del Huracán Mitch, y una del Volcán Pacaya.

ÍNDICE

Capítulo 1 Generalidades del Estudio1-1

1.1	Antecedentes del Estudio	1-1
1.2	Objetivo del Estudio	1-3
1.2.1	Establecimiento de información geográfica básica para GIS.....	1-3
1.2.2	Preparación de mapas de amenaza.....	1-3
1.2.3	Transferencia tecnológica	1-3
1.3	Áreas objeto del Estudio	1-5
1.3.1	Áreas objeto del Estudio para establecimiento de información geográfica básica para SIG	1-5
1.3.2	Áreas objeto del Estudio para mapas de amenaza.....	1-5
1.4	Alcance del Estudio	1-6
1.5	Política básica de trabajos en el Estudio	1-8
1.5.1	Política básica relacionada con lo administrativo	1-9
1.5.2	Política básica relacionada con lo tecnológico.....	1-10
1.5.3	Política básica relacionada con la transferencia tecnológica.....	1-12
1.6	Contenido de los trabajos del Estudio.....	1-15
1.6.1	Contenido de los trabajos del Estudio	1-15
1.6.2	Productos finales	1-20

Capítulo 2 Resultados del Estudio.....2-1

2.1	Establecimiento de los mapas básicos para el SIG a escala de 1:50.000	2-1
2.1.1	Deliberaciones sobre las especificaciones para el SIG, etc.	2-1
2.1.2	Estudio de condiciones reales	2-7
2.1.3	Aerofotografía	2-20
2.1.4	Rasterización (con la cooperación técnica del IGN) y vectorización	2-28
2.1.5	Extracción de cambios temporales, fotointerpretación y estudio en Guatemala	2-33

2.1.6	Creación de la base de datos de la información geoespacial básica (trazado digital de correcciones, compilación digital)	2-43
2.1.7	Preparación de datos para hojas cartográficas impresas (compilación digital)	2-68
2.2	Producción de ortofotomapas de 1:10.000.....	2-79
2.2.1	Levantamiento de puntos de fotocontrol (cooperación técnica del IGN)	2-79
2.2.2	Preparación de ortofotomapas.....	2-90
2.3	Mapeo de Amenaza.....	2-106
2.3.1	Resumen del Estudio de Mapeo de Amenaza	2-106
2.3.2	Resultados de Recolección de Datos para Producción de Mapas de Amenaza.....	2-111
2.3.3	Investigación de Historia de Desastres	2-127
2.3.4	Estudio de Ambiente Natural	2-153
2.3.5	Estudio de Ambiente Social	2-201
2.3.6	Estudio Geomorfológico	2-219
2.3.7	Investigación de Campo y Pruebas de Suelos.....	2-235
2.3.8	Métodos de Evaluación de Amenaza	2-283
2.3.9	Resultados de mapeo de amenaza	2-352
2.3.10	Mapa de Amenaza SIG.....	2-376
2.4	Transferencia tecnológica	2-382
2.4.1	Deliberaciones sobre el alcance del entrenamiento en el trabajo	2-382
2.4.2	Levantamiento preciso de GPS	2-383
2.4.3	Restitución digital / compilación de datos	2-389
2.4.4	Construcción de bases de datos, análisis con el SIG.....	2-419
2.4.5	Impresión digital	2-438
2.4.6	Mapa de amenaza.....	2-451
2.4.7	Seminario sobre SIG y Mapas de amenaza.....	2-452
2.4.8	Evaluación de la capacitación por los participantes de los cursos de la transferencia técnica.....	2-462
2.5	Circunstancias peculiares durante la ejecución del Estudio.....	2-467
2.5.1	Reacciones de las instituciones de contraparte	2-467
2.5.2	Expectativa de la parte guatemalteca hacia el Proyecto.....	2-477
2.5.3	Reconocimiento de la alta dirección de las instituciones estatales	2-479
2.5.4	Importancia del SIG en la nación.....	2-480

2.5.5	Bases de datos imprescindibles para la pronta reconstrucción de la Zona Paz.....	2-485
2.5.6	Organización del Seminario sobre SIG y Mapas de Amenaza.....	2-488

Capítulo 3 Evaluación y conclusión del Proyecto y recomendaciones para el futuro3-1

3.1	Evaluación del Proyecto.....	3-1
3.1.1	Objetivos superiores y objetivos del Proyecto	3-1
3.1.2	Evaluación por cinco factores	3-2
3.1.3	Resultados de la evaluación	3-3
3.2	Conclusiones	3-6
3.3	Desarrollo futuro de la tecnología transferida.....	3-7
3.3.1	Tecnología de la Restitución / compilación	3-7
3.3.2	Técnica para base de datos SIG	3-10
3.3.3	Impresión digital	3-12
3.3.4	Problemáticas de la situación actual en el IGN y el INSIVUMEH y las propuestas para el futuro	3-15
3.3.5	Examen de los Métodos de Aplicación de Mapas de Amenaza y Reforzamiento sobre Prevención de Desastres	3-18
3.4	Propuestas para la implementación de los proyectos de planificación de la prevención de desastres.....	3-25
3.4.1	Tipos del plan de la prevención de desastres	3-25
3.4.2	Prevención de desastres a nivel local y la aplicación de mapas de amenaza.....	3-28
3.4.3	Fortalecimiento de las funciones de los organismos para medidas y respuestas a la emergencia	3-30

Lista de Tablas

Tabla 1.4-1	Contenido del estudio por año.....	1-6
Tabla 1.6-1	Volumen de trabajo planificado.....	1-15
Tabla 1.6-2	Miembros	1-19
Tabla 1.6-3	Tabla de cronograma de trabajos.....	1-21
Tabla 2.1-1	Manual de símbolos para los mapas básicos nacionales	2-4
Tabla 2.1-2	Notas	2-4
Tabla 2.1-3	Experiencia de capacitación del personal de INSIVUMEH sobre SIG	2-10
Tabla 2.1-4	Instituciones que forman parte del SNIG (en el momento del Estudio)	2-14
Tabla 2.1-5	Participación en cursos de capacitación de cada institución	2-15
Tabla 2.1-6	Lo que se espera del Gobierno, Ministerios y Agencias y del sector privado, según opiniones de los encargados del SIG de las instituciones encuestadas.....	2-19
Tabla 2.1-7	Plan de vuelo (1/40.000)	2-24
Tabla 2.1-8	Resolución y formato para escaneo.....	2-29
Tabla 2.1-9	Datos de los atributos de caminos	2-35
Tabla 2.1-10	Datos para las notas.....	2-36
Tabla 2.1-11	Especificaciones de PAABANC.....	2-65
Tabla 2.1-12	Base de datos para el SIG preparado a partir de la base de datos de la información geoespacial básica.....	2-66
Tabla 2.2-1	ítems de accidentes restituidos	2-95
Tabla 2.3.1-1	Lista de Contrapartes.....	2-107
Tabla 2.3.2-1	Datos necesarios para análisis meteorológico y climatológico	2-114
Tabla 2.3.2-2	Escurrimiento y Período de Retorno de los Eventos Históricos y el Caso del Huracán Mitch.....	2-118
Tabla 2.3.2-3	Estaciones Sísmicas.....	2-119
Tabla 2.3.2-4	Sistema de Alerta Frente a las Actividades Volcánicas	2-121
Tabla 2.3.2-5	Características de las Actividades del Volcán Pacaya y sus Condiciones Actuales	2-121
Tabla 2.3.2-6	Mapas de Amenaza Publicados por el Gobierno de Guatemala.....	2-124
Tabla 2.3.3-1	Desastres en el Período 1469 – 2003 (a Mayo-2003).....	2-127

Tabla 2.3.3-2	Grandes Desastres Naturales en Guatemala, 1469 - 2003 (a Mayo 2003)	2-129
Tabla 2.3.3-3	Víctimas Durante el Terremoto de Febrero, 1976	2-132
Tabla 2.3.3-4	Flujos de Lodo Recientes y Daños de Lahar en V.Santiaguito.....	2-139
Tabla 2.3.3-5	Daños Personales por el Volcán Pacaya	2-140
Tabla 2.3.3-6	Precipitación durante el Huracán Mitch en Guatemala (mm)	2-145
Tabla 2.3.3-7	Daños en Guatemala Durante el Huracán Mitch (Oct.-Nov.,1998).....	2-147
Tabla 2.3.3-8	Costo Económico de los Daños por el Huracán Mitch (US\$ Millones).....	2-147
Tabla 2.3.3-9	Puntos de un mapa de desastres	2-149
Tabla 2.3.3-10	Registros de Precipitación (Junio 2002).....	2-151
Tabla 2.3.3-11	Políticas para Contramedidas	2-152
Tabla 2.3.4-1	Ubicación de puntos de observación y períodos de los datos	2-156
Tabla 2.3.4-2	Número de huracanes y otros fenómenos.....	2-158
Tabla 2.3.4-3	Definiciones de un huracán y otros fenómenos.....	2-158
Tabla 2.3.4-4	Huracanes y otros fenómenos que se han aproximado a Guatemala.....	2-159
Tabla 2.3.4-5	Datos del viento superior.....	2-162
Tabla 2.3.4-6	Frecuencia de Terremotos (considerando todas las fuentes)	2-164
Tabla 2.3.4-7	Volcanes para los cuales se elaborará mapa de amenaza.....	2-171
Tabla 2.3.4-8	Factores de Disparo que Producen Remoción de Masas (Solo Area de Estudio)	2-179
Tabla 2.3.4-9	Grandes Deslizamientos Inducidos por el Terremoto de 1976.....	2-182
Tabla 2.3.5-1	Población de Guatemala por Departamento.....	2-202
Tabla 2.3.5-2	Población por Grupo de Edad	2-203
Tabla 2.3.5-3	Población de 15 años o mayor, por alfabetismo, sexo y área.....	2-203
Tabla 2.3.5-4	Número de viviendas por Departamento.....	2-204
Tabla 2.3.5-5	Número de viviendas por tipo de material de pared y de techo (todo el país)	2-206
Tabla 2.3.5-6	Número de viviendas por tipo de material de pared y de techo (área urbana).....	2-206
Tabla 2.3.5-7	Número de viviendas por tipo de materiales de pared y techo (área rural) (fuente:INE).....	2-207
Tabla 2.3.5-8	Clasificación de Perfiles de Suelos	2-211
Tabla 2.3.5-9	Resumen de la Clasificación de Dictámenes Geotécnicos	2-212
Tabla 2.3.6-1	Leyenda y Perspectiva General de Interpretación Preliminar de	

	Fotos Aéreas	2-221
Tabla 2.3.6-2	Escala de los mapas geomorfológicos.....	2-226
Tabla 2.3.6-3	Leyenda de mapas geomorfológicos.....	2-227
Tabla 2.3.7-1	Sinopsis de investigación de campo en 2001 (Estudio de Amenaza de Terremotos).....	2-235
Tabla 2.3.7-2	Sinopsis de investigación de campo en 2001 (Investigación de Amenaza Volcánica).....	2-236
Tabla 2.3.7-3	Sinopsis de investigación de campo en 2001 (Investigación de Amenaza de Deslizamientos).....	2-236
Tabla 2.3.7-4	Sinopsis de investigación de campo en 2001 (Investigación de Amenaza de Inundaciones)	2-237
Tabla 2.3.7-5	Sinopsis de investigación de campo en 2002	2-237
Tabla 2.3.7-6	Resumen de Resultados de Pruebas de Suelos, Ciudad Guatemala	2-273
Tabla 2.3.7-7	Estimación de Índice de Vacíos y Porosidad de Suelos	2-275
Tabla 2.3.7-8	Estimación de Altura Crítica (Hc) de Taludes Verticales en Suelos Pumíticos sin Soporte (condición estática)	2-278
Tabla 2.3.7-9	Clasificación de Suelos de acuerdo al Coeficiente de Permeabilidad.....	2-279
Tabla 2.3.7-10	Valores del Factor de Erodibilidad K para Suelos Pumíticos en Ciudad de Guatemala	2-280
Tabla 2.3.7-11	Resumen de Resultados de Pruebas de Suelos, Area de Chinautla	2-281
Tabla 2.3.7-12	Coordenadas de suelos muestreados por estudio de JICA y otros.....	2-282
Tabla 2.3.8-1	Enfoques en la Estimación de áreas de Amenaza en este Proyecto	2-284
Tabla 2.3.8-2	Tipos de Suelos en el Area de la Ciudad de Guatemala	2-288
Tabla 2.3.8-3	Tipos de Suelos en el Area de Quetzaltenango	2-291
Tabla 2.3.8-4	Tipos de Suelos en el Area de Mazatenango	2-293
Tabla 2.3.8-5	Tipo de Suelos en el Area de Escuintla	2-295
Tabla 2.3.8-6	Tipos de Suelo en el Area de Puerto Barrios.....	2-297
Tabla 2.3.8-7	Resumen de Categorías de Sitios en Nuevo Código S (de 1994 y 1997 Provisiones de NEHRP y 1997 UBC), incluyendo correspondencia aproximada con categorías de sitios previos S1 y S4.....	2-299
Tabla 2.3.8-8	Parámetros de Falla de Sismos Máximos.....	2-301
Tabla 2.3.8-9	Lista de Casos Asumidos de Movimiento del Terreno y Potencial de Licuefacción	2-301
Tabla 2.3.8-10	Nivel Freático en cada Area de Estudio	2-309

Tabla 2.3.8-11	Leyenda del valor F_L	2-309
Tabla 2.3.8-12	Leyenda del valor P_L	2-310
Tabla 2.3.8-13	Selección de Tipo de Amenaza.....	2-311
Tabla 2.3.8-14	Parámetros de Simulación (Tacaná, Santiaguito) (1/2).....	2-319
Tabla 2.3.8-15	Puntaje de la Evaluación de Rangos de Amenaza de Derrumbes en Ciudad de Guatemala	2-337
Tabla 2.3.8-16	Puntaje de evaluación de amenaza de derrumbes en el área de Quetzaltenango.....	2-338
Tabla 2.3.8-17	Puntaje de evaluación de amenaza de derrumbes en área de Antigua.....	2-339
Tabla 2.3.8-18	Clasificación de Rangos de Amenaza de Derrumbes.....	2-339
Tabla 2.3.8-19	Criterios de evaluación de Rango de Amenaza de Deslizamientos.....	2-340
Tabla 2.3.8-20	Estadísticas de Derrumbes en Japón	2-341
Tabla 2.3.8-21	Método para elaborar mapa de amenaza de inundaciones	2-346
Tabla 2.3.8-22	Niveles esperados de inundaciones	2-347
Tabla 2.3.8-23	Definición de Condiciones.....	2-349
Tabla 2.3.9-1	Lista de Mapas de Amenaza a ser Creados	2-352
Tabla 2.4-1	Observación de líneas base para el monitoreo de las actividades del volcán Pacaya	2-384
Tabla 2.4-2	Contenido de la transferencia de tecnología.....	2-392
Tabla 2.4-3	Participantes del curso de transferencia técnica	2-393
Tabla 2.4-4	Agenda y contenido del curso de transferencia tecnológica	2-403
Tabla 2.4-5	Participantes del curso de transferencia tecnológica.....	2-403
Tabla 2.4-6	Contenido de la transferencia de tecnología.....	2-414
Tabla 2.4-7	Participantes en el curso de la transferencia de tecnología	2-414
Tabla 2.4-8	Transferencia técnica (Mapa de amenaza)	2-451
Tabla 2.4-9	Programa de reuniones seccionales para mapa de amenaza.....	2-458
Tabla 2.4-10	Cuestionario	2-463
Tabla 2.5-1	Proyección de la población publicada por el INE	2-473
Tabla 2.5-2	Población estimada en las áreas estudiadas.....	2-474
Tabla 2.5-3	Lista de los miembros del SNIG	2-482
Tabla 3.4-1	Resultados relacionados a mapa de amenaza en el Proyecto	3-28

Lista de Figuras

Figura 1.5-1	Diagrama conceptual de política básica	1-8
Figura 1.6-1	Flujo de Estudio	1-22
Figura 2.1-1	Experiencia de capacitación (1997-2000) del personal del Departamento de Cartografía, IGN	2-9
Figura 2.1-2	Hardware y software necesarios para IGN.....	2-12
Figura 2.1-3	Hardware y software necesarios para INSIVUMEH.....	2-12
Figura 2.1-4	Número total de licencias de software entre 14 Instituciones (por Software)	2-14
Figura 2.1-5	Número total de licencias de software entre 14 Instituciones (por Institución)	2-15
Figura 2.1-6	Aplicación esperada de la base de datos topográficos del SIG.....	2-16
Figura 2.1-7	Aplicación esperada de los ortofotomapas	2-17
Figura 2.1-8	Aplicación esperada de los mapas de amenaza	2-17
Figura 2.1-9	Índice de vuelo (1/20.000 y 1/40,000)	2-22
Figura 2.1-10	datos rasterizados (caminos, etc.).....	2-32
Figura 2.1-11	datos rasterizados (curvas de nivel, etc.).....	2-32
Figura 2.1-12	datos rasterizados (ríos, etc.)	2-32
Figura 2.1-13	datos vectorizados (después de la digitalización).....	2-32
Figura 2.1-14	Ejemplo de fотомosaico.....	2-33
Figura 2.1-15	Fotomosaico compilado (ampliación).....	2-33
Figura 2.1-16	Hoja con la revisión realizada en Japón	2-39
Figura 2.1-17	Hoja preparatoria para la complementación de campo	2-40
Figura 2.1-18	Concepto de sobredesviación y falta de alcance	2-46
Figura 2.1-19	Creación de DEM.....	2-47
Figura 2.1-20	Defecto en la unión	2-48
Figura 2.1-21	Defecto del nodo	2-49
Figura 2.1-22	Defecto del cierre	2-49
Figura 2.1-23	Ejemplos de errores	2-50
Figura 2.1-24	Relación entre los polígonos y los símbolos	2-51
Figura 2.1-25	Estructura de datos en MicroStation	2-52
Figura 2.1-26	Estructura de datos en Arc/Info	2-52
Figura 2.1-27	Formación del polígono que indica el uso de la tierra.....	2-54

Figura 2.1-28	Contenido de datos en Arc/Info.....	2-55
Figura 2.1-29	Contenido de datos en MicroStation y Arc/Info.....	2-56
Figura 2.1-30	Formación de polígonos excepto los que indican el uso de la tierra.....	2-56
Figura 2.1-31	Corrección de “Undershoot (corto)” por Arc/Info.....	2-57
Figura 2.1-32	Corrección de nodos por Arc/Info.....	2-57
Figura 2.1-33	Corrección de “Overshoot (traspaso)” por Arc/Info.....	2-58
Figura 2.1-34	Compilación del mapa topográfico de 1/50.000 con MicroStation.....	2-59
Figura 2.1-35	Apareamiento de bordes.....	2-61
Figura 2.1-36	Integración como la hoja cartográfica.....	2-62
Figura 2.1-37	Disolución de micropolígono.....	2-63
Figura 2.1-38	Procesamiento de disolución de arcos “dangle”.....	2-63
Figura 2.1-39	Procesamiento de disolución.....	2-64
Figura 2.1-40	Flujo de exportación de datos a las especificaciones de PAABANC.....	2-67
Figura 2.1-41	Flujo de datos.....	2-68
Figura 2.1-42	Carreteras bloqueadas por los bordes.....	2-70
Figura 2.1-43	Trazar la parte correspondiente a los bordes.....	2-70
Figura 2.1-44	Trazar la parte correspondiente al relleno.....	2-70
Figura 2.1-45	Ticks no ajustados en líneas paralelas.....	2-70
Figura 2.1-46	Ticks uniformes.....	2-70
Figura 2.1-47	Cable eléctrico de alta tensión.....	2-71
Figura 2.1-48	Cerco y alambrada.....	2-71
Figura 2.1-49	Ejemplo de la superimpresión.....	2-72
Figura 2.1-50	Ejemplo del listado de anotaciones.....	2-73
Figura 2.1-51	Valores de coordenadas a representar en la hoja impresa y su posición.....	2-74
Figura 2.1-52	Ejemplo de una anotación reducida de tamaño y reposicionada.....	2-75
Figura 2.1-53	Ejemplo de una anotación reposicionada para evitar la sobreposición del valor de coordenadas.....	2-75
Figura 2.1-54	Límite internacional cuyo desfase está resuelto.....	2-75
Figura 2.2-1	Levantamiento de los puntos de control.....	2-83
Figura 2.2-2	Observación de nivelación por GPS.....	2-87
Figura 2.2-3	Generación de curvas de nivel.....	2-93
Figura 2.2-4	Procesamiento de mosaico.....	2-97
Figura 2.2-5	Compilación de los datos de anotaciones por MicroStation.....	2-99
Figura 2.2-6	Incorporación de los datos de anotaciones con los datos	

	ortofotográficos.....	2-99
Figura 2.2-7	Resultados de los datos de anotaciones corregidos y editados por MicroStation.....	2-101
Figura 2.2-8	Entrada de los datos de escuelas e iglesias.....	2-102
Figura 2.2-9	Ejemplos de la rotulación correcta y la deformada	2-102
Figura 2.2-10	Datos de límites administrativos	2-103
Figura 2.2-11	Unión de las hojas adyacentes.....	2-104
Figura 2.2-12	Creación de la línea eje de ríos.....	2-104
Figura 2.2-13	Cierre de la figura para lagos y pantanos	2-104
Figura 2.2-14	Estructura de capas de un archivo de diseño	2-104
Figura 2.3.1-1	Flujo Global del Estudio de Mapeo de Amenaza	2-106
Figura 2.3.2-1	Estaciones de Observación Meteorológica de INSIVUMEH (2003).....	2-113
Figura 2.3.2-2	Flujo de datos meteorológicos de INSIVUMEH (2003).....	2-113
Figura 2.3.2-3	Estaciones de Observación Hidrológica (2003)	2-115
Figura 2.3.2-4	Diagrama de Comunicación de la Información de Alerta	2-116
Figura 2.3.2-5	Datos de Nivel de Agua por USGS	2-117
Figura 2.3.2-6	Estaciones en operación para la observación sísmica (2003).....	2-118
Figura 2.3.2-7	Estaciones de Observación Volcánica de INSIVUMEH	2-120
Figura 2.3.3-1	Número de Desastres Históricos en Guatemala (a Mayo 2003).....	2-128
Figura 2.3.3-2	Distribución de la Intensidad en la Escala Modificada de Mercalli del Terremoto de Febrero, 1976.	2-131
Figura 2.3.3-3	Tasa de daños en casas de adobe debido al terremoto de Febrero, 1976.....	2-133
Figura 2.3.3-4	Casas demolidas y remoción de escombros en la Ciudad de Guatemala hasta Mayo 4, 1976	2-133
Figura 2.3.3-5	Distribución de fallas secundarias e intensidad en la escala Modificada de Mercalli en la Ciudad de Guatemala, 1976	2-134
Figura 2.3.3-6	Liquefacción por el Terremoto de 1976 en Guatemala	2-135
Figura 2.3.3-7	Mapa de isopacas de los depósitos de pómez de 1902 del Volcán Santa María tal como fue medido por Sapper (1904) (unidad: cm).....	2-136
Figura 2.3.3-8	Mapa de isopacas de los depósitos de la erupción pliniana de 1902 del Volcán Santa María (unidad: cm).	2-136
Figura 2.3.3-9	Rango de flujos piroclásticos en 1929 y rango de influencia de erupciones de 1989 y 1990 del Volcán Santiaguito.....	2-138
Figura 2.3.3-10	Ocurrencia de eventos en las cuencas de los ríos de Guatemala de	

	1931 a 1998	2-141
Figura 2.3.3-11	Regiones dañadas por inundaciones en 1929, 1933, y 1949	2-142
Figura 2.3.3-12	Ruta del Huracán Mitch (fuente: Unisys Weather homepage)	2-144
Figura 2.3.3-13	Precipitación en la Estación de INSIVUMEH	2-145
Figura 2.3.3-14	Mapa de Desastre en Ciudad Vieja, 13 Junio 2002	2-151
Figura 2.3.4-1	Movimiento de Placas alrededor de Guatemala (G. Plafker, 1978).....	2-154
Figura 2.3.4-2	Localización de Epicentros de Réplicas del Terremoto de 1976 y Fallas	2-155
Figura 2.3.4-3	Precipitación mensual en cada punto de observación	2-157
Figura 2.3.4-4	Puntos de observación aerológica en el mundo (Fuente: JMA homepage)	2-160
Figura 2.3.4-5	Datos del viento superior usado en el pasado (Fuente: Kitamura,1995)	2-160
Figura 2.3.4-6	Distribución de Terremotos (desde 1984 a 2001).....	2-164
Figura 2.3.4-7	Sismicidad Histórica de Guatemala (-1976)	2-165
Figura 2.3.4-8	Falla de Rumbo (Direccional)	2-165
Figura 2.3.4-9	Falla de Buzamiento o Echado (Transversal).....	2-166
Figura 2.3.4-10	Terremotos de la Zona de Subducción	2-166
Figura 2.3.4-11	Terremotos del Arco Volcánico	2-167
Figura 2.3.4-12	Terremotos de Interplacas	2-167
Figura 2.3.4-13	Distribución de los principales volcanes en Guatemala	2-170
Figura 2.3.4-14	Distribución de flujos de lava en años recientes	2-173
Figura 2.3.4-15	Distribución de ceniza volcánica de la erupción en mayo de 1998.....	2-177
Figura 2.3.4-16	Distribución de los flujos de lava debido a las erupciones en años recientes.....	2-178
Figura 2.3.4-17	Talud socavado de un río.....	2-191
Figura 2.3.4-18	Precipitación y cambios de nivel de agua durante la inundación del 25 de Septiembre de 1984	2-192
Figura 2.3.4-19	Precipitación y cambios del nivel de agua durante la inundación del 22 de Septiembre de 1988	2-193
Figura 2.3.4-20	Precipitación y cambios de nivel de agua durante una inundación de 11 a 12 de Septiembre de 1987.....	2-197
Figura 2.3.4-21	Precipitación y cambios de nivel de agua durante la inundación del 20 de Septiembre de 1982	2-200
Figura 2.3.5-1	Tasa de viviendas en áreas urbana y rural (fuente: INE).....	2-205

Figura 2.3.5-2	Tasa de viviendas por Departamento (fuente: INE)	2-205
Figura 2.3.6-1	Cálculo de la Pendiente de una Cuadrícula (Ejemplo).....	2-233
Figura 2.3.6-2	Diagrama de la creación de mapa de clasificación de pendientes.....	2-234
Figura 2.3.8-1	Flujo de la Estimación del Movimiento del Terreno y Potencial de Licuefacción	2-285
Figura 2.3.8-2	Flujo de la evaluación de suelos para estimación del movimiento de terreno.....	2-286
Figura 2.3.8-3	Columna Geológica Básica en Ciudad Guatemala (Koch and Maclean, 1975).....	2-287
Figura 2.3.8-4	Modelo de Perfil Estratigráfico en Ciudad Guatemala, Area (1)	2-289
Figura 2.3.8-5	Modelo de Perfil Estratigráfico en Ciudad Guatemala, Area (2)	2-289
Figura 2.3.8-6	Mapa de tipo de suelo en el área de Ciudad Guatemala.....	2-290
Figura 2.3.8-7	Modelo de Columna Estratigráfica el Area de Quetzaltenango	2-292
Figura 2.3.8-8	Mapa de Tipo de Suelos del Area de Quetzaltenango	2-292
Figura 2.3.8-9	Modelo de Columna Estratigráfica en el Area de Mazatenango	2-294
Figura 2.3.8-10	Mapa de Tipo de Suelos en el Area de Mazatenango.....	2-294
Figura 2.3.8-11	Modelo de Columna Estratigráfica en el Area de Escuintla.....	2-296
Figura 2.3.8-12	Mapa de Tipo de Suelos en el Area de Escuintla	2-296
Figura 2.3.8-13	Modelo de Columna Estratigráfica en el Area de Puerto Barrios	2-298
Figura 2.3.8-14	Mapa de Tipo de Suelos en el Area de Puerto Barrios	2-298
Figura 2.3.8-15	Definición de Parámetros	2-300
Figura 2.3.8-16	Mapa de Distribución de los Sismos Máximos	2-300
Figura 2.3.8-17	Ilustración Esquemática de Propagación de Onda	2-302
Figura 2.3.8-18	Diagrama de Flujo de Estimación de Movimiento de Terreno en Basamento Rocoso	2-304
Figura 2.3.8-19	Diagrama de Flujo del Enfoque de Equivalente Lineal.....	2-305
Figura 2.3.8-20	Flujo de Estimación de Potencial de Licuefacción	2-307
Figura 2.3.8-21	Relación entre velocidad de onda-S y valores de N para Suelos Tipo (Imai, 1977)	2-307
Figura 2.3.8-22	Diagrama de Flujo de Estimación de Amenaza Volcánica.....	2-311
Figura 2.3.8-23	Procesos en el método de predicción para caída de ceniza	2-313
Figura 2.3.8-24	Línea de Energía.....	2-315
Figura 2.3.8-25	Cono de Energía	2-315
Figura 2.3.8-26	Flujo de la Evaluación de Amenaza de Deslizamientos.....	2-321
Figura 2.3.8-27	Tipos de Deslizamientos Generados por el Terremoto de	

	Guatemala de 1976.....	2-322
Figura 2.3.8-28	Distribución de Deslizamientos y Derrumbes en el Area de Ciudad Guatemala	2-323
Figura 2.3.8-29	Distribución de Deslizamientos y Derrumbes en Area de Quetzaltenango.....	2-324
Figura 2.3.8-30	Distribución de Deslizamientos y Derrumbes en Area de Antigua	2-324
Figura 2.3.8-31	Proporción de Area de Tipo Geomorfológico en las Tres Areas de Estudio Detallado	2-325
Figura 2.3.8-32	Número de Derrumbes por Tipo Geomorfológico (Todo)	2-326
Figura 2.3.8-33	Número de Derrumbes por Tipo Geomorfológico por (1 km ²).....	2-326
Figura 2.3.8-34	Mapa de Clasificación de Angulo de Talud en Area Ciudad Guatemala	2-327
Figura 2.3.8-35	Mapa de Clasificación de Angulo de Talud en Area de Quetzaltenango.....	2-327
Figura 2.3.8-36	Mapa de Clasificación de Angulo de Talud en Area de Antigua	2-328
Figura 2.3.8-37	Número de Derrumbes en Función de la Pendiente (Global).....	2-329
Figura 2.3.8-38	Número de Derrumbes en Función de Angulo de Talud (por Km ²)	2-329
Figura 2.3.8-39	Número de Derrumbes en Función de Rasgos Geológicos (Global)	2-330
Figura 2.3.8-40	Número de Derrumbes en Función de Rasgos Geológicos (por Km ²)	2-331
Figura 2.3.8-41	Número de Deslizamientos en Función de la Pendiente	2-332
Figura 2.3.8-42	Número de Deslizamientos en Función de Angulo de Talud, por Km ²	2-332
Figura 2.3.8-43	Número de Deslizamientos y Derrumbes por Rasgos Geológicos (Global)	2-333
Figura 2.3.8-44	Número de Deslizamientos en Función de Rasgos Geológicos, por Km ²	2-334
Figura 2.3.8-45	Sur-oeste de Guatemala, mostrando las áreas de alta densidad de deslizamientos inducidos por el terremoto, distribución de depósitos de pómez del Pleistoceno (Bonis y otros, 1970; Koch y McLean, 1975), líneas isosísmicas (Espinosa y otros, 1976), ruptura de falla (Plafker y otros, 1976), y límites aproximados de área afectada por deslizamientos (según E.L. Harp, y otros, 1981).	2-335
Figura 2.3.8-46	Relación entre la precipitación antecedente y la precipitación diaria (Observatorio Meteorológico de Aomori, Japón, 1986).....	2-336

Figura 2.3.8-47	Número de derrumbes por pendiente (por Km ²) en área de Ciudad Guatemala	2-338
Figura 2.3.8-48	Número de derrumbes por pendiente (por Km ²) en área de Quetzaltenango.....	2-338
Figura 2.3.8-49	Número de derrumbes por pendiente (por Km ²) en área de Antigua	2-339
Figura 2.3.8-50	Influencia de Derrumbe sobre Casas bajo un Acantilado (Pagina Web del Ministerio de Tierras, Infraestructura y Transporte de Japón).....	2-340
Figura 2.3.8-51	Perfil Esquemático de Derrumbe	2-341
Figura 2.3.8-52	Areas con Concentración de Deslizamientos, Derrumbes y Cárcavas en la región Nor-Oeste.....	2-342
Figura 2.3.8-53	Areas con Concentración de Deslizamientos, Derrumbes y Cárcavas en región Central	2-342
Figura 2.3.8-54	Mapa de Clasificación de Pendientes en región Nor-Oeste	2-343
Figura 2.3.8-55	Mapa de Clasificación de Pendientes en región Central	2-343
Figura 2.3.8-56	Número de Deslizamientos y Derrumbes en Función de la Pendiente (Global).....	2-344
Figura 2.3.8-57	Numero de Deslizamientos y Derrumbes en Función de la Pendiente, por Km ²	2-344
Figura 2.3.8-58	Número de Deslizamientos y Derrumbes en Función de los Rasgos geológicos (Global)	2-345
Figura 2.3.8-59	Número de Deslizamientos y Derrumbes en Función de los Rasgos Geológicos, por Km ²	2-345
Figura 2.3.8-60	Flujo de la Elaboración de Mapa de Amenaza de Inundaciones	2-346
Figura 2.3.8-61	Método de Simulación de Inundaciones	2-347
Figura 2.3.8-62	Higrógrafo (Nivel de inundación C)	2-349
Figura 2.3.8-63	Relación entre relieves y rango de amenaza de inundaciones.....	2-350
Figura 2.3.8-64	Vista de Sección del Río Samalá.....	2-351
Figura 2.3.8-65	Vista de Sección Longitudinal del Río Samalá	2-351
Figura 2.3.10-1	Bosquejo de Mapa de Amenaza SIG.....	2-376
Figura 2.3.10-2	Estructura de Base de Datos de Mapas Básicos	2-377
Figura 2.3.10-3	Estructura de Registros de Desastres SIG	2-378
Figura 2.3.10-4	Estructura de Observación SIG	2-379
Figura 2.3.10-5	Estructura de Mapa de Amenaza SIG.....	2-380
Figura 2.3.10-6	Ejemplo de Imagen de Pantalla de Mapa de Amenaza de SIG	2-381

Figura 2.4-1	Plan de observación (1).....	2-386
Figura 2.4-2	Plan de observación (2).....	2-387
Figura 2.4-3	Plan de observación (3).....	2-387
Figura 2.4-4	Flujo de trabajo para la creación de ortofotomapas	2-391
Figura 2.4-5	Areas objeto de la capacitación en la obra, “Puerto Barrios”.....	2-391
Figura 2.4-6	Diferencia entre el mapa de líneas y el ortofotomapa	2-394
Figura 2.4-7	Procesos de producción ortofotográfica	2-395
Figura 2.4-8	Relieve tridimensional con la aplicación de DEM.....	2-396
Figura 2.4-9	Modelo tridimensional arriba mencionado+ortofotografía+datos lineales.....	2-396
Figura 2.4-10	Proceso de creación de ortofotografías por cada paso.....	2-397
Figura 2.4-11	Relación de mapas existentes, ortofotomapas y datos existentes.....	2-398
Figura 2.4-12	datos existentes + ortofotomapas, datos existentes + datos nuevos lineales, datos de líneas compilados + ortofotomapas	2-399
Figura 2.4-13	Flujo de trabajo para corregir cambios temporales en los mapas básicos nacionales	2-402
Figura 2.4-14	Codificador dañado	2-404
Figura 2.4-15	Codificador de repuesto	2-404
Figura 2.4-16	Cable fijado	2-404
Figura 2.4-17	Aerofotografía del área muestra	2-405
Figura 2.4-18	Mapa índice de orientación para los mapas básicos nacionales de 1/50.000.....	2-405
Figura 2.4-19	Diálogo de ingreso de resultados PATB	2-406
Figura 2.4-20	Resultados de los factores de la orientación exterior	2-406
Figura 2.4-21	Preparación de símbolos.....	2-407
Figura 2.4-22	Digitalización	2-407
Figura 2.4-23	Trabajo de compilación digital.....	2-409
Figura 2.4-24	Creación de líneas a medida.....	2-410
Figura 2.4-25	DEM.....	2-410
Figura 2.4-26	Curvas de nivel.....	2-410
Figura 2.4-27	Datos vectoriales	2-411
Figura 2.4-28	Ortofotografía en mosaico.....	2-411
Figura 2.4-29	Ortofotografía sintetizada con datos vectorial.....	2-411
Figura 2.4-30	Práctica con uso de los datos muestra	2-415
Figura 2.4-31	Configuración de GTM	2-415

Figura 2.4-32	Píxeles a lo largo de la línea marginal.....	2-416
Figura 2.4-33	Imágenes ortofotográficas pegadas.....	2-416
Figura 2.4-34	Imagen ortográfica con la parte blanca eliminada.....	2-416
Figura 2.4-35	Mosaicado con “TNT-mips”.....	2-416
Figura 2.4-36	Dangle y gap.....	2-417
Figura 2.4-37	Imagen en pantalla de “MicroStationGeographics”.....	2-417
Figura 2.4-38	Modelado del mundo.....	2-423
Figura 2.4-39	Muestras del SIG.....	2-423
Figura 2.4-40	Interfaces de MicroStation.....	2-424
Figura 2.4-41	Interfaz de ArcMap.....	2-425
Figura 2.4-42	Ejemplo de las especificaciones de la sobreposición de figuras.....	2-426
Figura 2.4-43	Ejemplo de la aplicación del SIG.....	2-427
Figura 2.4-44	CUI: Interface con uso de caracteres de ArcInfo WorkStation.....	2-428
Figura 2.4-45	Ejemplo de los datos de prueba construidos en la clase.....	2-429
Figura 2.4-46	Información de los atributos posteriores a la construcción de la estructura topológica.....	2-430
Figura 2.4-47	Diferencia entre los datos del mapa básico nacional (MicroStation) y los datos del SIG (ArcInfo).....	2-430
Figura 2.4-48	Ejemplo de la transmisión y la desaparición de la información como consecuencia del proceso de conversión.....	2-431
Figura 2.4-49	Programa de conversión.....	2-432
Figura 2.4-50	Reconstrucción de un polígono del SIG desde un área del mapa topográfico.....	2-435
Figura 2.4-51	Visualización de errores por ArcInfo.....	2-436
Figura 2.4-52	Procesamiento de datos por Adobe Illustrator.....	2-439
Figura 2.4-53	Símbolos lineales necesarios para la representación cartográfica.....	2-440
Figura 2.4-54	Procesamientos de las líneas discontinuas.....	2-441
Figura 2.4-55	Confeción de patrones.....	2-441
Figura 2.4-56	Ejemplo de los datos topográficos en proceso.....	2-442
Figura 2.4-57	Ejemplo de la composición de capas.....	2-443
Figura 2.4-58	Ejemplos de las marcas de registro y los bloques de control de colores.....	2-444
Figura 2.4-59	Proceso de la impresión digital.....	2-446
Figura 2.4-60	Principales programas de DTP y el flujo de datos.....	2-446
Figura 2.4-61	Flujo de procesos de la producción del mapa impreso con las bases	

	de datos para el SIG	2-447
Figura 2.4-62	Disposición de la información marginal.....	2-449
Figura 2.4-63	Mapa topográfico y mapa temático	2-455
Figura 2.4-64	Métodos de identificación de accidentes según datos del mapa topográfico y del SIG	2-456
Figura 2.4-65	El rol de SIG.....	2-456
Figura 2.4-66	Departamento de Sololá visualizado tridimensionalmente	2-457
Figura 2.4-67	El número de casas según parteaguas.....	2-457
Figura 2.4-68	Evaluación del Curso de Transferencia Técnica	2-464
Figura 2.4-69	Autoevaluación de los participantes (Su nivel de entendimiento)	2-465
Figura 2.4-70	Autoevaluación de los participantes.....	2-466
Figura 2.5-1	Logotipo del IGN	2-467
Figura 2.5-2	Logotipo del INSIVUMEH.....	2-469
Figura 2.5-3	Logotip de la SEGEPLAN	2-470
Figura 2.5-4	Indicación de la densidad demográfica	2-471
Figura 2.5-5	Mapa del uso de suelo actual.....	2-475
Figura 2.5-6	Generalidades del SIG.....	2-477
Figura 2.5-7	Diferencia entre el mapa topográfico (izq.) y la base de datos SIG (dcha.).....	2-480
Figura 2.5-8	Perfil del SNIG.....	2-481
Figura 2.5-9	Logotipos de las organizaciones participantes del SNIG participating in SNIG	2-481
Figura 2.5-10	Generalidades del Programa para el Control de la Enfermedad de Chagas	2-483
Figura 2.5-11	Mapa del habitat, una aplicación ejemplo del SIG.....	2-483
Figura 3.3-1	Datos vector tridimensionales	3-8
Figura 3.3-2	Secuencia de fenómeno volcánico y contramedidas	3-21
Figura 3.3-3	Medidas para el Canal del Río Samalá.....	3-22
Figura 3.3-4	Areas de Evacuación Basadas en los Mapas de Amenaza	3-23
Figura 3.4-1	Esquema de la prevención de desastres.....	3-27

Capítulo 1 Generalidades del Estudio

1.1 Antecedentes del Estudio

La República de Guatemala (en adelante Guatemala) tiene límites con México, Honduras, El Salvador, Belice e incluye parte de la península de Yucatán con costas al Mar Caribe y al Océano Pacífico, tiene la mayor población de América Central con 11.100.000 habitantes en una superficie de 108.889 km².

Guatemala se independizó de España el 15 de septiembre de 1821 y se convirtió en una República, situación que continúa hasta la actualidad. Dentro de esta Historia, desde 1960 hubo una guerra civil que se extendió a todo el país y duró 36 años produciendo uno de los conflictos más largos de América Central. Durante este lapso hubo un estancamiento económico y la población de los lugares donde la guerra civil fue más intensa que la población tuvo que emigrar, dentro y fuera del país, y casi todas las infraestructuras sociales como los caminos, puentes, tubería de agua potable, escuelas, hospitales, etc. fueron destruidas.

El 29 de diciembre de 1996, se firmó un “Acuerdo de Paz” bajo la vigilancia atenta de todo el mundo y se proclamó el “Gobierno dentro de la legalidad y el respeto de los derechos humanos” firmándose un acuerdo por el que se declara el respeto de la democracia. Después de la terminación de la guerra civil el Gobierno de Guatemala estableció “el Plan de Ejecución para Implementar el Acuerdo de Paz (1996 - 2000)” con plan de acción política, económica y social, haciendo grandes esfuerzos para su materialización. Al principio el proceso de pacificación avanzó bastante bien. Sin embargo, en 1998 se produjeron revueltas internas derivadas de los problemas económicos, como la reforma tributaria, etc. y para peor, en Octubre de dicho año, el huracán Mitch azotó toda la región centroamericana incluyendo Guatemala y el desastre provocado, sin antecedentes, retrasó las actividades para cumplir con el Acuerdo de Paz.

Por otro lado, el país se encuentra en una zona de grandes desastres, sobre los límites de 3 placas: la del Caribe, la de América del Norte y la de Cocos, y cuando se mueve una placa se produce un terremoto, erupciones volcánicas, etc. que provocan grandes desastres. Debido a su geología frágil y topografía precipitada, Guatemala sufre de condiciones susceptibles de desastres causados por huracanes, como deslizamiento de tierra e inundación. El país se destaca en toda América Central por los tipos de desastres más diversos y la alta peligrosidad de desastres naturales de la capital.

En estas condiciones, el Gobierno de Guatemala se enfrenta con muchísimos problemas cuya solución es imprescindible para consolidar el acuerdo de paz, que son; Asegurar nuevos terrenos de asentamiento para los refugiados en la amplia zona de pacificación, rehabilitar las

infraestructuras sociales, etc. En este proceso de ejecución del desarrollo nacional, se define como tema de urgencia la “prevención de desastres naturales”.

Para establecer políticas para evitar desastres, es necesario crear un mapa de amenaza con carácter urgente. Además, para planificar un plan de desarrollo es necesario contar con la información más reciente del mapa básico nacional. Sin embargo, la mayor parte del mapa básico del territorio de Guatemala (escala de 1/50.000) fue creada por los EE.UU. en la década de 1960 y no refleja las realidades actuales.

Sobre la base de estas condiciones, el Gobierno de Guatemala desea renovar el mapa básico nacional para que pueda utilizarse ampliamente, y propone una política de “Establecimiento de información geográfica básica para GIS”, para su aprovechamiento efectivo se fundó un comité de comunicaciones interministeriales (en adelante SNIG). De esta forma se va adecuando la organización para compartir información, utilizar el GIS. Sobre la base de esta iniciativa, con la ayuda de los EE.UU y Francia se hizo una digitalización del mapa básico nacional para las regiones norte y central pero esto es sólo una parte del amplio territorio nacional.

Con estos antecedentes, en 1998 el Gobierno de Guatemala solicitó a nuestro gobierno la cooperación para la “Preparación de un sistema de información geográfica de las regiones sur, centro y oeste”. Pero después, en octubre llegó el huracán Mitch que produjo grandes desastres y JICA en noviembre y diciembre de 1999 ejecutó el “Estudio de formación de un proyecto para enfrentar desastres y recuperación del Huracán”. De los resultados de este estudio, en junio del 2000 se envió una misión preparatoria y en agosto del 2000 se envió una Misión de Estudio preliminar. El 17 de agosto del 2000 el Instituto Geográfico Nacional (en adelante IGN), el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (en adelante INSIVUMEH) firmaron el S/W como organizaciones ejecutoras.

1.2 Objetivo del Estudio

Con respecto al área objetivo, se prepararán las correcciones basadas en los cambios temporales y digitalización de los mapas básicos nacionales existentes (a escala de 1/50.000, en una superficie de unos 30.000 km²) ordenándolo como la información geográfica básica para GIS, y se prepararán también mapas de amenaza de terremotos, volcanes, deslizamiento de tierra, inundaciones (a escala de 1/20.000 a 1/50.000, superficie de unos 10.000 km²) para contribuir a la prevención de desastres de la región.

1.2.1 Establecimiento de información geográfica básica para GIS

- ◆ Digitalización de mapas topográficos de 1/50.000
- ◆ Correcciones por cambios temporales de mapas topográficos de 1/50.000 (Preparación simultánea de películas reproducibles para la impresión)

1.2.2 Preparación de mapas de amenaza

- ◆ Preparación de ortofotomapas de 1/10.000
- ◆ Estudio de historia de desastres
- ◆ Preparación de mapas de amenaza

1.2.3 Transferencia tecnológica

De acuerdo con el presente Estudio se realizará la transferencia tecnológica de forma precisa mediante los trabajos en común y entrenamiento en la obra. En cuanto al establecimiento de la información geográfica básica para GIS, se transferirá a la contraparte IGN las tecnologías de digitalización de los mapas básicos, correcciones de cambios temporales, preparación de datos para impresión y confección de ortofotomapas y técnica para la producción de mapas básicos nacionales y método de construcción y aplicación de base de datos SIG Y en cuanto a la preparación de mapas de amenaza, se transfirió a la contraparte INSIVUMEH las tecnologías de estudio de historia de desastres y su método de clasificación, método de preparación de mapas de amenaza, método de simulación y entrenamiento y sus trabajos relacionados.

Además ante los organismos miembros del SNIG, al que pertenecen ambos organismos de contraparte, se organizaron seminarios y talleres de trabajo para ofrecer una transferencia tecnológica más detallada. Los temas de estos seminarios fueron la planificación de programas de desarrollo y prevención de desastres con supuesto uso efectivo del GIS, el método de control

1.2 Objetivo del Estudio

y mantenimiento de la base de datos, etc. clasificándolos en los aspectos generales y aspectos peculiares de cada organismo.

La transferencia tecnológica se hizo comprando nuevos equipos para el Estudio, que permitía aprovechar los últimos adelantos tecnológicos.

1.3 Áreas objeto del Estudio

1.3.1 Áreas objeto del Estudio para establecimiento de información geográfica básica para SIG

Será la región sudoeste, con una superficie de unos 30.000 km² (74 hojas actuales de mapa topográfico). Las posiciones de estas regiones se detallan en el Mapa de Estudio de la cabecera.

1.3.2 Áreas objeto del Estudio para mapas de amenaza

(1) Terremoto (Unos 600 km²)

1/20.000: Quetzaltenango, Mazatenango, Escuintla, Puerto Barrios.

1/50.000: Ciudad de Guatemala

(2) Volcanes (Unos 1.700 km²)

1/25.000: Volcán Santiaguito, Volcán Cerro Quemado, Volcán Pacaya

1/50.000: Volcán Tacaná

(3) Deslizamientos

1/25.000:(unos 1.400 km²): Ciudad de Guatemala, Quetzaltenango, Antigua

Mapa de clasificación de inclinación a 1/50.000 (unos 5.000 km²): Región noroeste, (Departamentos de El Quiché, Huehuetenango, San Marcos), región central (Departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá)

(4) Inundaciones (1/25.000: 2.000 km²)

Región de río Samalá, Cuenca del río Acome, cuenca del río Achiguate, cuenca del río María Linda

1.4 Alcance del Estudio

Este Estudio se hizo en 4 años, clasificado por año tal como se describe en la Tabla 1.4-1.

Tabla 1.4-1 Contenido del estudio por año

Año	División del trabajo	Nombre del trabajo
Primer año	Trabajos preparatorios en Japón	Recolección de documentos e información Preparación del Informe Inicial
	1er. estudio en Guatemala	Explicación, deliberación del Informe Inicial, recopilación de documentos relacionados Aerofotografía: 1/40.000 y 1/20.000 Deliberación sobre especificaciones de GIS, hoja cartográfica impresa, alcance del entrenamiento en el trabajo / Estudio de condiciones reales Rasterización de mapas topográficos actuales Deliberación sobre criterios de preparación de ortofotomapas, alcance del entrenamiento en el trabajo / Estudio de condiciones reales Levantamiento de puntos de control – pinchado de puntos Deliberación de criterios para la preparación de mapa de amenaza / Estudio de condiciones reales
	1er. Trabajo en Japón	Preparación del Informe de Progreso 1
Segundo año	2° estudio en Guatemala	Explicación, Deliberaciones del Informe de Progreso 1 Fotointerpretación / Detección de cambios temporales Estudio de límites/nombres administrativos/topografía/accidentes planimétricos Interpretación preliminar de clasificación geomorfológica / Estudio de registro histórico de desastres / Estudio de experiencias de inundación de río Estudio de ambiente natural, social / Estudio en Guatemala de mapas de amenaza Deliberaciones sobre el contenido del seminario
	2° trabajo en Japón	Vectorización de base de datos de información espacial básica Trazado digital de correcciones Unión de datos actuales con datos trazados con corrección Formación de DEM Escaneo de negativos de aerofotografías Triangulación aérea automática Formación de DEM / Formación de curvas de nivel Trazado digital de datos topográficos / Perfil longitudinal y transversal de río Formación de ortofotografía Fotointerpretación preliminar para la clasificación geomorfológica Preparación de mapa geomorfológica / mapa de clasificación de inclinaciones, etc. Ordenamiento de factores sociales de desastres (1) Preparación del Informe de Progreso 2

Año	División del trabajo	Nombre del trabajo
Tercer año	3er. estudio en Guatemala	Explicación, Deliberaciones del Informe de Progreso 2 Transferencia tecnológica de vectorización/trazado de correcciones/formación de DEM Estudio de edificios públicos y límites/nombres administrativos Transferencia tecnológica para triangulación aérea/DEM/preparación de las curvas de nivel Deliberación del método de ejecución de la simulación / Medición suplementaria en Guatemala de mapa geomorfológico Transferencia tecnológica para la preparación de mapas de amenaza
	3er. Trabajo en Japón	Compilación digital de base de datos de información espacial básica Compilación digital de datos para hojas cartográficas impresas Compilación digital / Estructuración Producción de mapas impresos, CD-ROM Ordenamiento de factores sociales de desastres (2) Digitalización de planos temáticos de diversos tipos Simulación de pronóstico de desastre / Análisis de movimientos sísmicos, flujo de productos de erupción volcánica, inundación de río Preparación de mapas de amenaza Evaluación de métodos de utilización de mapas de amenaza y medidas para reforzar la prevención de desastres
	4° estudio en Guatemala	Transferencia tecnológica relacionada con la estructuración/aplicación de GIS Medición suplementaria en Guatemala para la base de datos de información espacial básica Transferencia tecnológica para la confección de mapas topográficos/la preparación ortofotográfica
	4° trabajo en Japón	Estructuración de base de datos GIS Compilación digital de datos suplementarios para hojas cartográficas impresas Preparación del Informe de Progreso 3
Cuarto año	5° estudio en Guatemala	Explicación, Deliberaciones del Informe de Progreso 3 Transferencia tecnológica de simbolización de mapa/compilación digital Seminario de mapas de amenaza Sugerencia/deliberación de políticas de prevención de desastres
	5° trabajo en Japón	Producción de películas positivas reproducibles / Preparación de CD-ROM Preparación de datos digitales e impresión de mapas de distintos tipos Preparación del Borrador del Informe Final
	6° estudio en Guatemala	Explicación, Deliberaciones del Borrador del Informe Final Taller de trabajo para la transferencia tecnológica
	6° trabajo en Japón	Preparación del Informe Final y de productos finales

1.5 Política básica de trabajos en el Estudio

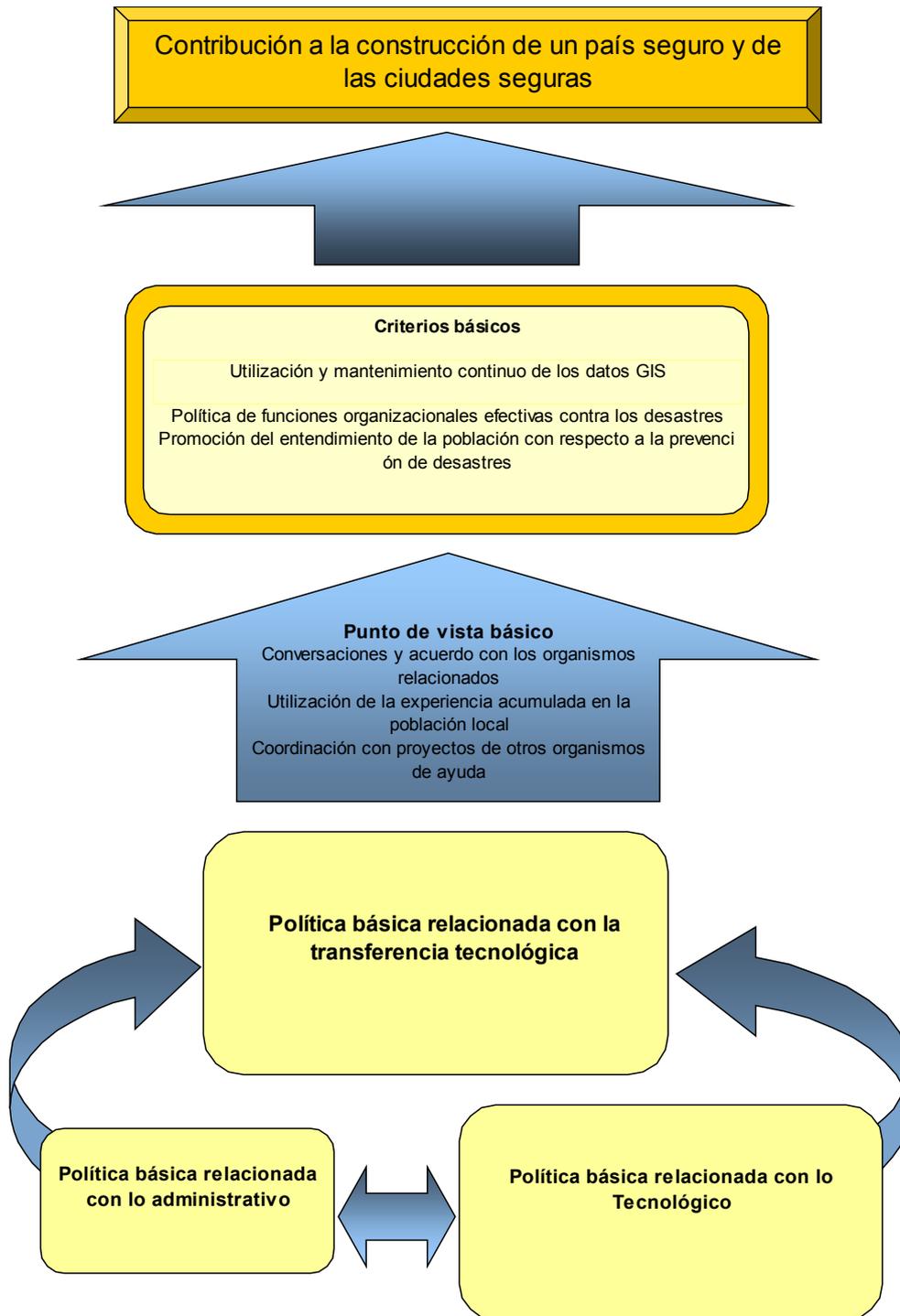


Figura 1.5-1 Diagrama conceptual de política básica

1.5.1 Política básica relacionada con lo administrativo

(1) Ejecución de deliberaciones y preparación del sistema de comunicaciones más apropiado

La Misión de Estudio realizará un intercambio de la información necesaria empezando con las contrapartes IGN e INSIVUMEH así como SNIG y otros organismos del Gobierno de Guatemala, para la preparación de la información geográfica para GIS y la preparación de diversos mapas de amenaza. Además se tiene previsto llevar adelante el Estudio manteniendo estrechas deliberaciones y ejecución con los organismos relacionados del Gobierno de Guatemala, para que el Estudio sea utilizado efectivamente para el GIS y para tomar medidas de prevención de desastres.

Para que el trabajo y la transferencia tecnológica puedan realizarse sin problemas, el lado japonés y el lado guatemalteco deberán establecer un sistema de ejecución apropiado y preparar un sistema de comunicaciones que permita mantener lazos más estrechos entre ambas partes.

Además, para que los dos equipos de la Misión de Estudio puedan trabajar conjunta y simultáneamente con sus respectivas contrapartes en diferentes tareas, durante su estadía en Guatemala se les proporcionará una oficina en cada instituto de contraparte. Aunque los resultados buscados sean diferentes, la mayoría de los datos utilizados son compatibles y se considera esencial una buena coordinación entre los institutos de contraparte, y los miembros de la Misión deberán mantener contacto e intercambio de información estrechamente entre sí.

(2) Política de seguridad estricta

- ① La Misión de Estudio deberá consultar suficientemente con la contraparte sobre toda la región de alcance del Estudio para recibir información sobre la seguridad en general de estas regiones.
- ② La Misión de Estudio, antes de ejecutar el estudio en cada lugar lo comunicará por adelantado a las autoridades locales y además de la contraparte se contratará personal local que conozca la información local y guardias para mayor seguridad durante el recorrido.
- ③ Como muchos criminales pueden estar armados, cuando la Misión de Estudio se vea envuelta en incidentes de este tipo, no ofrecerá resistencia inútil y obedecerá, junto con la contraparte, las instrucciones que éstos le den, para dar prioridad a las vidas humanas, decisión que deberá comunicarse a todos los que acompañen la Misión.

- ④ Como medida básica para la seguridad, la Misión de Estudio utilizará teléfonos celulares por satélite para mantener las comunicaciones en todo momento.
- ⑤ En caso de producirse un problema, se dará información inmediata a los organismos relacionados de Guatemala, a la Embajada del Japón en Guatemala, a la oficina de JICA y se tomarán las medidas apropiadas del caso.

1.5.2 Política básica relacionada con lo tecnológico

Como IGN e INSIVUMEH tienen especialidades técnicas diferentes, realizan diferentes tareas. Sin embargo, ambas organizaciones consideran muy importantes una base de datos de la información geográfica de GIS y los mapas de amenaza para la preservación del territorio nacional.

Además, las organizaciones SEGEPLAN, CONRED (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres), MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación) además de las universidades e institutos de investigación están muy interesados en los resultados de este Estudio y en la transferencia de técnicas de preparación. Comprendemos esta situación y nosotros preparamos los siguientes criterios básicos desde el punto de vista técnico.

[Acerca de GIS]

(1) Preparación de especificaciones técnicas

La Misión de Estudio preparará las especificaciones técnicas que será la base para futura expansión y mejora de la preparación de datos y fortalecimiento de la capacidad técnica.

(2) Cumplimiento estricto del control de calidad y programa para la creación de una base de datos

La Misión de Estudio producirá los siguientes resultados principales del trabajo en el presente Estudio.

- ◆ Base de datos para GIS
- ◆ Datos para la impresión de mapas (películas reproducibles)
- ◆ Ortofotomapas digitales
- ◆ Mapas de amenaza

La administración de la calidad de los datos digitales deberá hacerse mediante una verificación lógica de los datos mismos e inspección visual de los mapas impresos; estas inspecciones deberán hacerse para cada proceso.

Además entre el software CAD para capturar y compilar datos y el software GIS para

utilizar los datos hay diferencias de tipo de datos, por lo que deberá ser muy estricto el control de calidad de los datos digitales.

Por otro lado, los datos ortofotográficos, los datos GIS se utilizan como datos antecedentes para los mapas de amenaza, por lo tanto se considera importante mantener una coordinación estrecha entre el estudio de campo y los trabajos en Japón. Para lo cual, se requiere que tanto los miembros de la Misión como todo el personal para los trabajos en Japón, en el trazado y simulación, etc. sepan el estado de progreso de los trabajos y realicen sus tareas bajo un control de programa preciso.

[Mapa de amenaza]

(3) Base de datos de información básica para la prevención de desastres

Las organizaciones que manejan la información para prevención de desastres son INSIVUMEH y CONRED, y la Misión de Estudio deberá definir precisamente las funciones de cada uno de estos organismos y clasificar la información básica para prevenir desastres mediante la colaboración, y presentará un sistema orgánico que permita utilizarla recíprocamente.

(4) Preparación de mapas geomorfológicos necesarios para preparar el mapa de amenaza

Los cambios topográficos se producen por los fenómenos con fuerte impacto en la gravedad de los desastres, por lo que el mapa geomorfológico es información importante para predecir los desastres.

Sin embargo, en Guatemala no hay mapas geomorfológicos preparados por los organismos oficiales. La Misión de Estudio está consciente de la importancia de hacer comparaciones entre los ejemplos de desastres en el pasado y el mapa geomorfológico para preparar los mapas de riesgo. Se estudiará a fondo la relación entre la topografía y los desastres en Guatemala y se elaborarán mapas geomorfológicos.

(5) Ejecución de simulación en cada factor principal de desastres

Para realizar la simulación, los datos de terremotos y meteorológicos así como los fenómenos causantes de desastres deberán recopilarse de INSIVUMEH, etc. La Misión de Estudio ingresará los datos de estos factores de desastre en el programa de simulación desarrollado por el Japón para pronosticar el alcance de los desastres, la gravedad y frecuencia de los fenómenos que provocan los desastres.

1.5.3 Política básica relacionada con la transferencia tecnológica

Además del simple método de utilización de los resultados, durante los 36 meses del trabajo se permitirá a las organizaciones de contraparte ganar una invaluable experiencia técnica ya que la Misión de Estudio hará un entrenamiento en el trabajo, organizará seminarios, talleres de trabajo para hacer una transferencia tecnológica completa.

Además, la transferencia tecnológica no sólo está dirigida a las contrapartes responsables sino para todos los técnicos por lo que la Misión de Estudio deberá preparar un manual de instrucciones fácil de entender para hacer una transferencia tecnológica lo más amplia y precisa.

[GIS]

(1) Técnica de construir una base de datos de múltiples usos y su aplicación en el GIS

- **Vectorización a 1/50.000/trazado de correcciones/preparación de DEM**

Para preparar los mapas impresos con datos digitales, será necesario digitalizar casi todos los elementos cartográficos utilizados en los mapas topográficos en la actualidad (vectorización). La Misión de Estudio hará la transferencia tecnológica de cada etapa de trabajo sobre el trazado de correcciones, método de elaboración de DEM a base de las curvas de nivel completadas, utilizando los equipos traídos por esta Misión, como compilador y instrumentos de trazado digital etc. y los datos ya preparados.

- **Simbolización a 1/50.000/ compilación digital**

La base de datos anterior está compuesta de un conjunto de simples puntos (casas) • líneas (caminos, ríos, etc.) • superficies (campos de cultivo, etc.). Esto se convertirá en datos a imprimir mediante la compilación y simbolización de acuerdo con las especificaciones. (los caminos y ríos se representan con líneas compuestas)

La Misión de Estudio utilizará para este trabajo el software de compilación del equipo de Estudio y hará la transferencia tecnológica con un entrenamiento en el trabajo.

- **Estructuración/ aplicación en el GIS**

Para convertir la base de datos mencionada en base de datos GIS se deberá integrar información espacial dividida por recuadro y agregar información topológica en la parte gráfica básica. Los elementos componentes de la red (carreteras, ríos, etc.) deberán contar con información adyacente (continuidad lógica) completa dentro del alcance del Estudio y lo mismo puede decirse del polígono (figura cerrada) uniendo los elementos gráficos que atraviesan los límites de hojas cartográficas.

Esta base de datos se utilizará para preparar los mapas de amenaza , que son el resultado del GIS en sí, pero para su uso más efectivo con múltiples objetivos, necesitará

ser complementada con otros mapas temáticos y datos de infraestructuras sociales, etc. Por lo tanto, es necesario e importante la preparación de una base de datos de atributos. La Misión de Estudio tendrá en cuenta estos puntos y hará la transferencia tecnológica a las organizaciones relacionadas de Guatemala para que el GIS sea utilizado de forma más útil y efectiva en estas organizaciones.

(2) Preparación de ortofotomapa, método de mantenimiento y administración

• Triangulación aérea/DEM/preparación de curvas de nivel

La Misión de Estudio traerá un instrumento digital de restitución para colaborar con IGN en la mejora de su capacidad de preparación de mapas.

Este instrumento de restitución incluye varios software y funciones, que hacen posible el proceso desde la triangulación aérea hasta la compilación final de datos para mapa topográfico. La transferencia tecnológica se realizará divididas en dos etapas de Estudio en Guatemala.

En la primera etapa se harán la triangulación aérea, que es la base de todo el proceso, y se harán los cálculos analíticos mediante la observación de las coordenadas fotográficas, y de esta forma se calcularán los elementos de orientación de todas las fotografías aéreas.

Y después, con los datos se hará el DEM (Digital Elevation Model) y TIN (Triangulated Irregular Networks) y sobre la base de éstos, se ejecutará hasta el proceso de computación de donde salen las curvas de nivel.

• Trazado topográfico/preparación ortofotográfica

Durante la segunda transferencia tecnológica, se enfocarán en la preparación ortofotográfica y el método de mosaico, y la metodología para medir y representar los accidentes, necesaria para la representación topográfica. Al mismo tiempo se incluirá en la transferencia tecnológica la metodología necesaria para trazar correcciones por cambios temporales en mapas topográficos a 1/50.000.

[Mapas de amenaza]

(3) Técnica de fotointerpretación y método de estudio en campo para la clasificación geomorfológica

Los mapas geomorfológicos se prepararán mediante la fotointerpretación y el estudio en campo. La identificación del lugar y la fotointerpretación se harán concomitantemente para que la contraparte pueda aprender las técnicas de clasificación geomorfológica, cuanto más oportunidades tenga de hacer observaciones topográficas, mejor se aprenderán las técnicas de clasificación geomorfológica. La Misión de Estudio transferirá las técnicas de

fotointerpretación y la metodología de estudio en campo, mediante un entrenamiento en el trabajo concentrándose principalmente en la topografía y desastres (peligros). La geomorfología es un tema académico, por lo que es necesario presentar su necesidad ante los académicos en Guatemala.

(4) Criterios de simulación de principales elementos de desastres

La simulación a ejecutarse en este Estudio así como la preparación de los mapas de amenaza corresponde a sólo una parte del territorio nacional. La Misión de Estudio realizará la transferencia tecnológica con el objetivo de ampliar la comprensión de los técnicos guatemaltecos sobre conceptos básicos, algoritmos, imágenes producidas, etc. para que ellos mismos puedan preparar los mapas de amenaza en el futuro. Para la explicación de las técnicas de simulación se invitarán expertos de la Universidad de San Carlos, etc.

(5) Método de uso de los mapas de amenaza

Tal como se mencionó, la preparación de mapas de amenaza es el inicio de una política de prevención de desastres. En el caso de la erupción del Volcán Nevado del Luis en Colombia, a pesar de que ya existía un mapa de amenaza, éste no se había hecho público y, en consecuencia, fueron sacrificadas 25.000 vidas humanas. El mapa de amenaza es útil en la medida que el gobierno lo sepa utilizar. La Misión de Estudio realizará la transferencia tecnológica sobre el método de uso de mapas de amenaza en Guatemala tomando como referencia los ejemplos de países desarrollados al respecto.

1.6 Contenido de los trabajos del Estudio

1.6.1 Contenido de los trabajos del Estudio

(1) Los ítems, generalidades y volumen del trabajo en el Estudio

Los ítems, generalidades y volumen del trabajo en este Estudio se dividen por año y se ejecutan de acuerdo al volumen de trabajo planificado en la Tabla 1.6-1 y el cronograma detallado se muestra en la Tabla 1.6-3.

(2) Flujo general de trabajos en el Estudio

Deben entenderse cabalmente los antecedentes, objetivo y contenido del Estudio de acuerdo con el 1.5 Política básica de trabajos en el Estudio y el diagrama de flujo general de los trabajos del estudio se describe en la Figura 1.6-1.

Tabla 1.6-1 Volumen de trabajo planificado

Año	Clasificación	No.	Nombre de trabajos	Resumen de trabajos	Volumen de trabajos
Primer año	Japón	Owp-1	Recolección de documentos e información	Recolección y análisis de documentos relacionados con este Estudio,	-
		Owp-2	Preparación del Informe Inicial	Política básica, método, procesos, procedimiento del Estudio.	20 copias en ingles, 20 copias en español
	Guatemala	Fw1-1	Explicación, deliberación del Informe Inicial	Explicación, deliberación, confirmación, acuerdo con Guatemala	-
		Fw1-2	Aerofotografía: 1/40.000 y 1/20.000	Fotos a 1/40.000 & 1/20.000 (blanco y negro)	aprox. 24.600km ² (1/40.000)
		Fw1-3	Deliberación sobre GIS/especificaciones de mapa impreso, alcance del entrenamiento en el trabajo / Estudio de condiciones reales	Deliberación de la estructura de datos de GIS, especificaciones de digitalización de mapa impreso, recolección y estudio de documentos.	aprox. 7.000km ² (1/20.000)
		Fw1-4	Rasterización de mapas topográficos existentes	Digitalización con escáner (Cooperación técnica de IGN)	5 elementos x 74 hojas=aprox. 370 hojas
		Fw1-5	Deliberación sobre criterios de preparación de mapa ortofotográfico, alcance del entrenamiento en el trabajo / Estudio de condiciones reales	Confirmación con Guatemala sobre las normas de levantamiento, recopilación y estudio de documentos	
		Fw1-6	Levantamiento de puntos de control – pinchado de puntos	Levantamiento por GPS (Cooperación técnica de IGN)	Puntos de control: 20 puntos / Pinchado: 175 puntos / Marcas de nivelación por GPS: 25 puntos
		Fw1-7	Deliberación del plan de preparación de mapas de amenaza / Estudio de condiciones reales	Comprensión de mapa de amenaza, datos existentes y determinación de necesidades potenciales	Sismo: unos 600 km ² Volcán: unos 1700 km ² Deslizamiento: unos 1.400 km ² (mapa de clasificación de inclinación: unos 1.400 km ²) Inundación: 2.000 km ²
	Japón	PR/R-1	Preparación del Informe de Progreso 1	Concluir contenido de los trabajos del 1er. Año	20 copias en ingles, 20 copias en español

1.6 Contenido de los trabajos del Estudio

Año	Clasificación	No.	Nombre de trabajos	Resumen de trabajos	Volumen de trabajos
Segundo año	Guatemala	Fw2-1	Explicación, Deliberaciones del Informe de Progreso 1	Explicación de los resultados de trabajos del 1er. Año, su aprobación	Ídem
		Fw2-2	Fotointerpretación / Detección de cambios temporales	Determinación de puntos de corrección por cambios temporales con nuevas aerofotografías	Correspondiente a partes con cambios temporales
		Fw2-3	Estudio de límites/nombres administrativos/topografía/accidentes planimétricos	Estudio de campo de topografía y accidentes (Cooperación técnica de IGN)	
		Fw2-4	Interpretación preliminar de clasificación geomorfológica / Estudio de registro histórico de desastres / Estudio de antecedentes de inundación de río	Interpretación detallada de aerofotografías	
		Fw2-5	Estudio de ambiente natural, social / Estudio en Guatemala de mapa de amenaza	Confirmación y análisis de causas naturales, sociales de desastres	
		Fw2-6	Deliberaciones sobre el contenido del seminario	Deliberación, confirmación del seminario	
	Japón	Ow2-1	Vectorización de base de datos de información espacial básica	Estructurar datos esqueléticos para impresión y GIS	
		Ow2-2	Trazado digital de correcciones	Trazado de correcciones por cambios temporales	
		Ow2-3	Unión de datos actuales con datos trazados corregidos	Unión de base de datos de información; base de datos de información básica espacial y partes con cambios temporales	
		Ow2-4	Formación de DEM	Cuadrícula de 40 m, curvas de nivel 5m	
		Ow2-5	Escaneo de película negativa de aerofotografías	Se convierte la aerofotografía negativa en dato de imagen	
		Ow2-6	Triangulación aérea automática	Triangulación aérea por tanda	
		Ow2-7	Formación de DEM / Formación de curvas de nivel	Formación automática de DEM, con TIN se forman curvas de nivel	
		Ow2-8	Trazado digital de datos topográficos / perfil longitudinal y transversal de río	Trazado de carretera, río, notas, perfil longitudinal y transversal en serie a 2 km y ancho de 500 m	
		Ow2-9	Formación de ortofotografía	Memorizar por hojas unitarias a 1/10.000	
		Ow2-10	Fotointerpretación preliminar para la clasificación geomorfológica	Entendimiento de relación entre clasificación geomorfológica, distribución geológica y el peligro de desastre	
		Ow2-11	Preparación de mapa geomorfológico / mapa de clasificación de inclinaciones, etc.	Preparación a base de mapa básico nacional y ortofotografía	
		Ow2-12	Ordenamiento de factores sociales de desastres (1)	Recopilación y clasificación de datos de vulnerabilidad social en caso de desastres	
		PR/R-2	Preparación del Informe de Progreso 2	Concluir contenido de los trabajos del 2º año	20 copias en inglés, 20 copias en español

Año	Clasificación	No.	Nombre de trabajos	Resumen de trabajos	Volumen de trabajos
Tercer año	Guatemala	Fw3-1	Explicación y deliberación sobre el Informe de Progreso 2	Explicación de los resultados de trabajos del 2º año y su aprobación	Ídem
		Fw3-2	Transferencia tecnológica de vectorización/trazado de correcciones/formación de DEM	Ejecución de la transferencia tecnológica utilizando manual y equipos del estudio	
		Fw3-3	Estudio de edificios públicos y límites/nombres administrativos	Estudio en el campo, recopilar documentos (Cooperación técnica de IGN)	
		Fw3-4	Transferencia tecnológica para triangulación aérea/DEM/preparación de las curvas de nivel	Ejecución de la transferencia tecnológica utilizando manual y equipos del estudio	
		Fw3-5	Deliberación del método de ejecución de la simulación / Medición suplementaria en Guatemala de mapa geomorfológico	Deliberar procedimiento de simulación de pronóstico de desastres, informe intermedio de progreso	
		Fw3-6	Transferencia tecnológica para la preparación de mapas de amenaza	Introducir ejemplos de los países desarrollados en mapa de amenaza , Promover la comprensión de peligro de desastres	
	Japón	Ow3-1	Compilación digital de base de datos de información espacial básica	Compilación digital, refiriéndose a las especificaciones de mapa impreso y datos GIS	
		Ow3-2	Compilación digital de datos para mapa impreso	Compilación de acuerdo con las especificaciones de impresión. Reproducción de representación topográfica	
		Ow3-3	Compilación digital / Estructuración	Compilación de datos topográficos, de accidentes en el terreno, notas, de límites administrativos	
		Ow3-4	Preparación de mapa de salida, CD-ROM	Producir mapas impresos por impresora, almacenar datos en CD-ROM	
		Ow3-5	Ordenamiento de factores sociales de desastres (2)	Recopilación, clasificación de datos sobre la vulnerabilidad social ante desastres	
		Ow3-6	Digitalización de mapas temáticos de diversos tipos	Digitalización de mapas temáticos adquiridos de diversos tipos	
		Ow3-7	Simulación de pronóstico de desastre / Análisis de movimientos sísmicos, flujo de productos de erupción volcánica, inundación de río	Ejecución de la evaluación de peligro	
		Ow3-8	Preparación de mapas de amenaza	Preparación de mapas de amenaza con resultados de la simulación	
		Ow3-9	Evaluación de método de utilización del mapa de amenaza y medidas para reforzar la prevención de desastres	Evaluación del uso de mapas de amenaza	
	Guatemala	Fw4-1	Transferencia tecnológica relacionada con la estructuración/aplicación de GIS	Ejecución de la transferencia tecnológica utilizando manual y equipos del estudio	
		Fw4-2	Medición suplementaria en Guatemala para base de datos de información espacial básica	Inspección de datos en Guatemala, confirmación de puntos dudosos	
		Fw4-3	Transferencia tecnológica para el trazado topográfico/la preparación ortofotográfica	Ejecución de la transferencia tecnológica utilizando manual y equipos del estudio	

1.6 Contenido de los trabajos del Estudio

Año	Clasificación	No.	Nombre de trabajos	Resumen de trabajos	Volumen de trabajos
Tercer año	Japón	Ow4-1	Estructuración de base de datos GIS	Estructuración topológica de datos de información básica especial, coordinación de base de datos externa	20 copias en inglés, 20 copias en español
		Ow4-2	Compilación digital de datos suplementarios para mapa impreso	Hacer reflejar el contenido de medición suplementaria local en los datos para mapa impreso	
		PR/R-3	Preparación del Informe de Progreso 3	Concluir contenido de los trabajos del 3er año	
Cuarto año	Guatemala	Fw5-1	Explicación, Deliberaciones del Informe de Progreso 3	Explicación de los resultados de trabajos del 3er año y su aprobación	Ídem
		Fw5-2	Transferencia tecnológica de simbolización de mapa/compilación digital	Ejecución de la transferencia tecnológica utilizando manual y equipos del estudio	
		Fw5-3	Seminario de mapas de amenaza	Sugerencia de criterios de administración GIS, informe de resultados del análisis de causas de desastres	
		Fw5-4	Sugerencia/deliberación de políticas de prevención de desastres	Deliberación de medidas para evitar desastres con el mapa de amenaza	
	Japón	Ow5-1	Salida a película positiva para reproducción/ Preparación de CD-ROM	Preparación de resultados, mapas básicos nacionales a 1/50.000	[Datos digitales]
		Ow5-2	Preparación de datos digitales de distintos tipos y producción de mapas impresos	Preparación de resultados finales de mapas de amenaza	Mapas topográficos GIS 20 juegos Mapas ortofotográficos 20 juegos Mapas geomorfológicos 20 juegos Mapas de amenaza 20 juegos Mapas de estudio de desastres del huracán Mitch 20 juegos [impresos] ídem 10 juegos, Mapas de amenaza 100 juegos
		DF/R	Preparación del Borrador del Informe Final	Resumen de procesos, sugerencias de todo el Estudio	20 copias en inglés, 20 en español, 20 copias del resumen en inglés, 20 en español
	Guatemala	Fw6-1	Explicación, Deliberaciones del Borrador del Informe Final	Explicación de sugerencias, procesos de todo el Estudio, y su aprobación	Ídem
		Fw6-2	Taller de trabajo para la transferencia tecnológica	Resumir la transferencia tecnológica de este Estudio, organizar taller de trabajo y seminario de entrega total	
	Japón	F/R	Preparación del Informe Final y de productos finales	Completar el Informe Final con los comentarios de contraparte de Guatemala	20 copias en inglés, 20 en español, 20 copias del resumen en inglés, 20 en español