

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



JUNIO 2003
KOKUSAI KOGYO CO., LTD.



Indice

1. Introduccion.....	1
2. Objetivo.....	2
3. Producción.....	2
3-1 Mapas Topográfico y Base de datos para GIS.....	3
3-2 Mapas de Amenaza	5
4. Transferencia Tecnológica.....	8
5. Aplicaciones potenciales de la producción del proyecto	10
6. Para el futuro de la República de Guatemala	13



1. Introducción

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.

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.

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.

2. Objetivo

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 150,000, 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 1:10,000 a 1:50,000, superficie de unos 10,000 km²) para contribuir a la prevención de desastres de la región.

Contribuir a la construcción de un país próspero y comunidad amena.



Utilización y actualización continuas de los datos del GIS

Política de funciones organizacionales efectivas contra los desastres
Promoción del entendimiento de la población con respecto a la prevención de desastres (aplicación de la base de datos por la parte guatemalteca)

Punto de vista básico para la aplicación

Conversaciones y acuerdo con los organismos relacionados
Utilización de la experiencia acumulada en la población

3. Producción

Mapas topográficos de 1:50,000 y mapas básicos para SIG

- Aerofotografía (Escala 1:40,000 y 1:20,000 con película negativa en blanco y negro)
- Resultado del levantamiento en Guatemala
- Resultados de la triangulación aérea
- Mapa básico GIS y mapa topográfico de 1:50,000

Mapa de amenaza

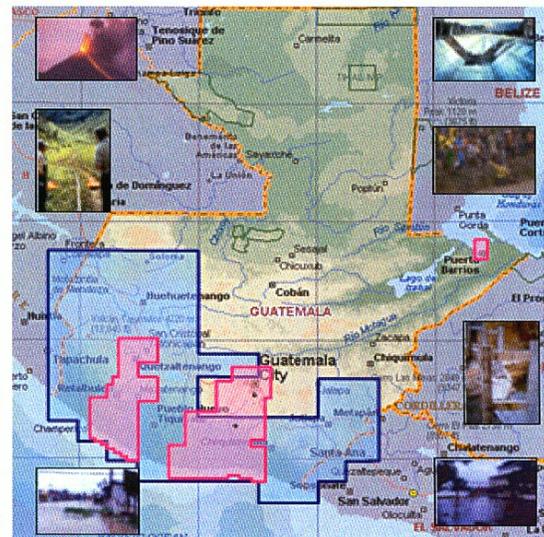
- Mapa ortofotográfico de 1:10,000
- Plano de Estudio de desastres del huracán Mitch
- Plano geomorfológico
- Mapa de amenaza

Terremoto: Ciudad de Guatemala, Quetzaltenango, Mazatenango, Escuintla, Puerto Barrios (1:10,000 y 1:25,000)

Volcanes: Volcán Santiaguito, Volcán Cerro Quemado, Volcán Pacaya (1:10,000 y 1:25,000), Volcán Tacaná (1:50,000)

Deslizamientos: Ciudad de Guatemala, Quetzaltenango, Antigua (1:10,000 y 1:25,000), Región noroeste, (Departamentos de El Quiché, Huehuetenango, San Marcos), Región central (Departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá) (Mapa de clasificación de inclinación a 1:50,000)

Inundaciones: Región de río Samalá, Cuenca del río Acomé, cuenca del río Achiguate, cuenca del río María Linda (1:10,000 y 1:25,000)





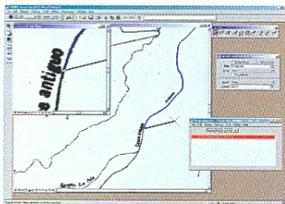
Método de preparación

Este Estudio no trata simplemente de digitalizar los mapas básicos nacionales existentes y estructurar una base de datos GIS sino que debe prepararse también una película de reproducción para impresión. Desde este punto de vista, nuestra empresa observa los puntos comunes y diferencias entre la estructura de los datos para impresión y la de los datos digitales para GIS, realizaremos la digitalización de mapas básicos nacionales a 1:50,000 (mapa topográfico) siguiendo el procedimiento más eficiente y de uso general.

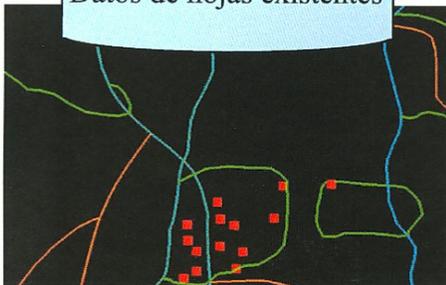
Escaneo de hojas existentes



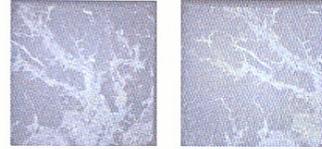
Digitalización



Datos de hojas existentes

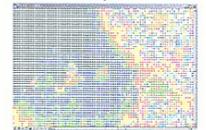
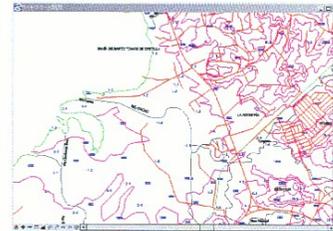


Escaneo de aerofotografías



Triangulación aérea u orientación

Restitución digital



DEM



CURVAS DE NIVEL



ORTOFOTOGRAFÍA

Extracción de cambios temporales

Datos de cambios temporales



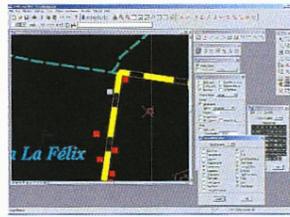
Compilación digital



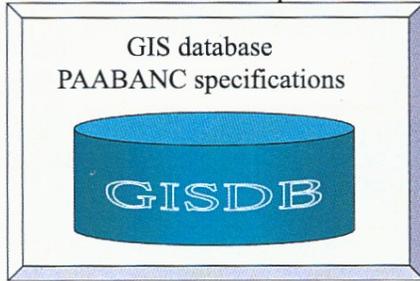
Método de preparación



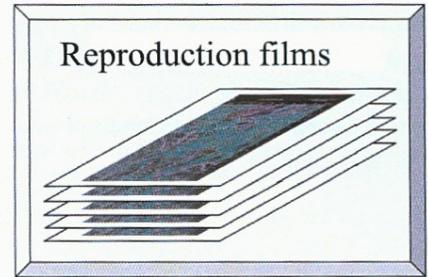
Edición estructurada



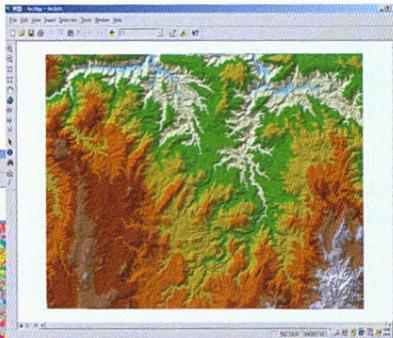
Elaboración de datos para el SIG



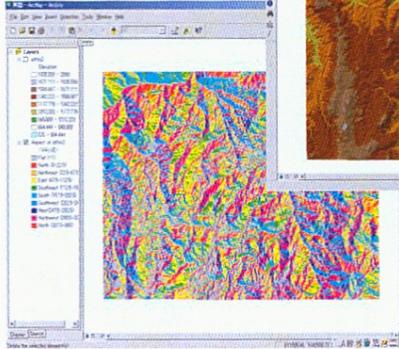
Elaboración de datos para la impresión



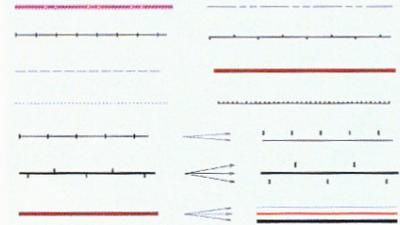
TIN



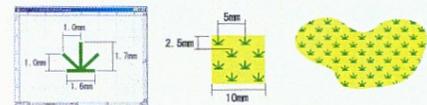
ASPECT



Símbolos lineales necesarios para la representación cartográfica



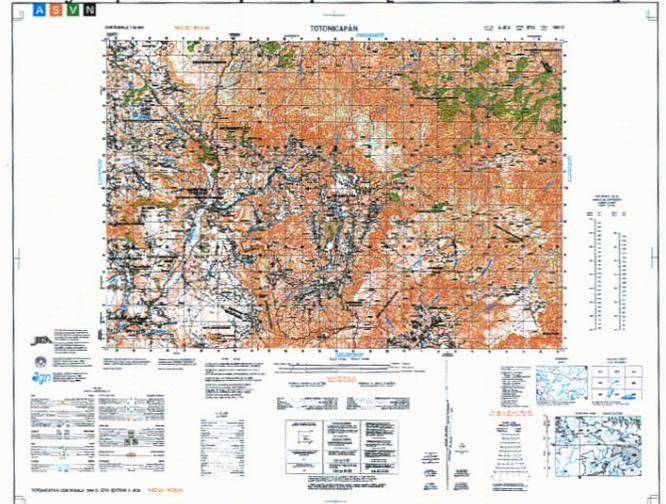
Confección de patrones



Ejemplo de mapa impreso [LOS CERRITOS]

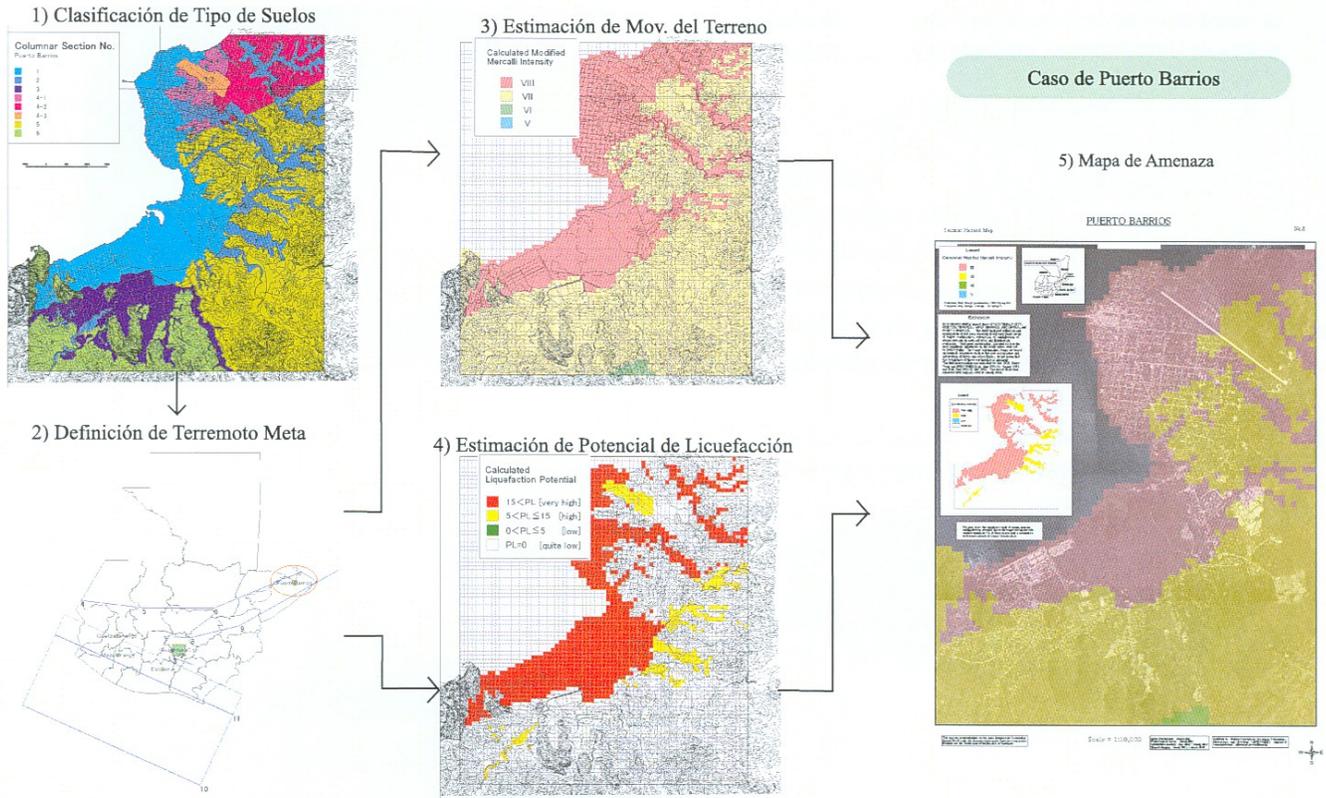


Ejemplo de mapa impreso [TOTONICAPAN]

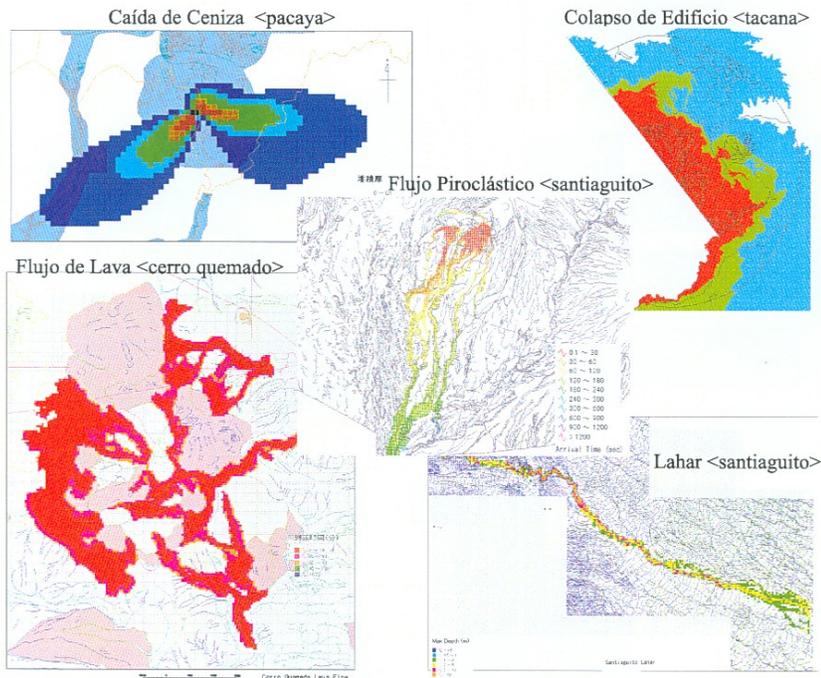




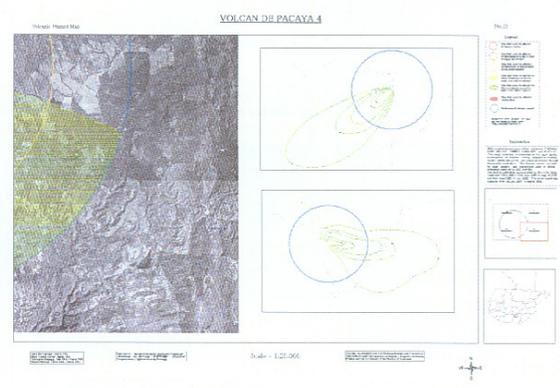
Amenaza Sísmica



Amenazas Volcánicas



Caso de Volcán Pacaya



Selección de Tipo de Amenaza

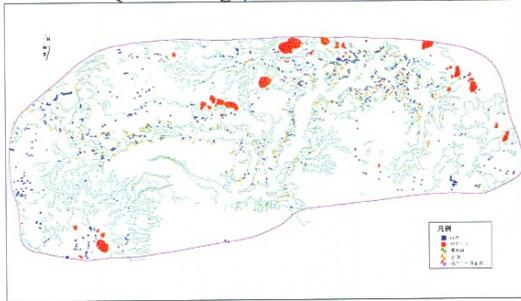
Volcanoes	Ash fall	Pyroclastic flow	Lava flow	Lahar	Edifice collapse
Santiaguito	⊙	⊙	⊙	⊙	○
Cerro Quemado	⊙	⊙	⊙	△	○
Pacaya	⊙		⊙	△	○
Tacana	⊙	○	⊙	△	○

3-1 Producción - Mapas de Amenaza

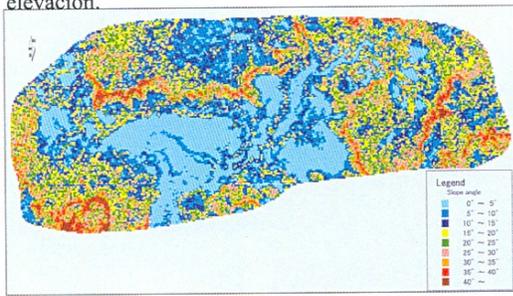


Amenaza de Deslizamientos

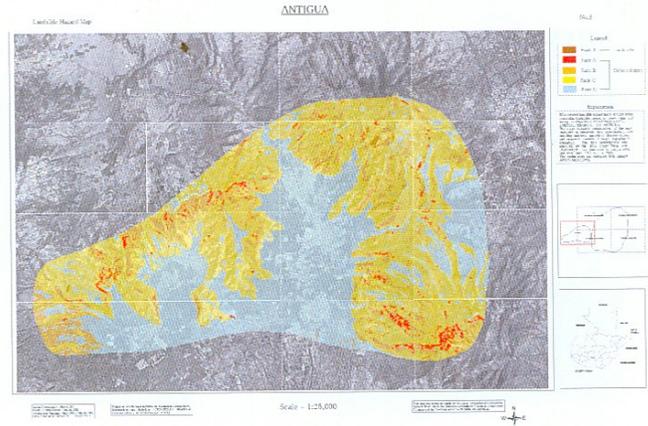
La distribución de deslizamientos y derrumbes de talud en el área de Qutzaltenango, mediante la fotointerpretación aérea.



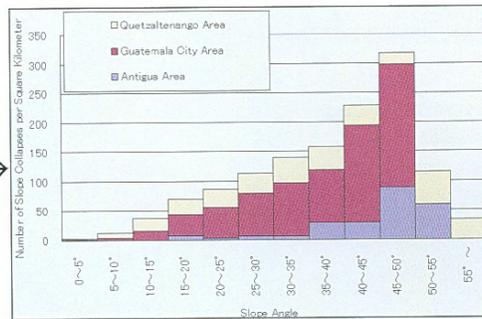
La clasificación de pendientes por inclinación en el área de Qetzulaltenango, derivada de los mapas digitales de elevación.



Caso de Antigua



+ Perspectiva geológica



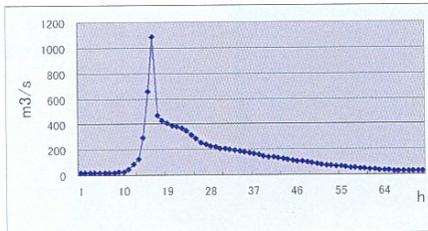
Esta figura muestra la relación entre la inclinación y el derrumbe de talud. Entre 45 y 50 grados de inclinación, se derrumban con mayor frecuencia. Se indica claramente que la inclinación y la frecuencia de derrumbe están fuertemente ligadas.



Amenaza de Inundaciones

Método para elaborar mapa de amenaza de inundaciones
 María Linda : Clasificación geológica, interpretación de fotografías aéreas, e historia de desastres
 Achiguaté : Ditto
 Acomé : Ditto
 Samalá : Otros métodos y simulación de inundaciones

Elaboración del hidrograma basado en los resultados de observación por el INSIVUMEH



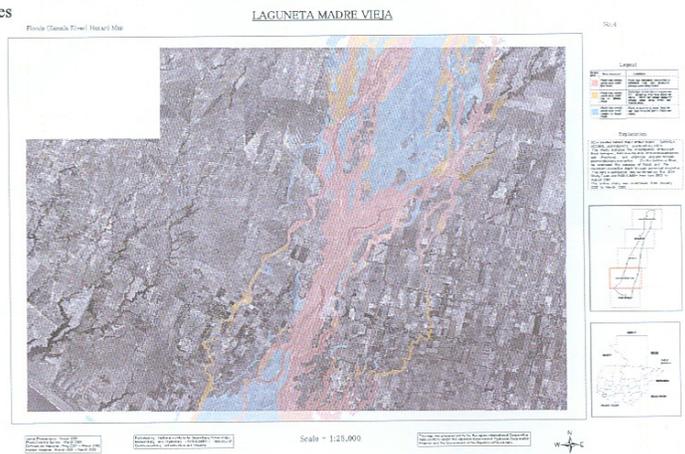
Simulación bidimensional de la inundación

Estimación de áreas y profundidad de la inundación



Max inundation depth
 Light blue: < 0.5m
 Blue: 0.5 - 1.0m
 Dark blue: 1 - 2m
 Pink: 2 - 3m
 Red: 3m <

Caso de Río Samalá



Tiempo estimado de llegada de la inundación desde su inicio
 Blue: 18 - 24 hours
 Purple: 24-30 hours
 Magenda: 30 - 36 hours
 Pink: 36 - hours



Aplicación de los mapas de amenaza

Usos del mapa de amenaza

Mitigación

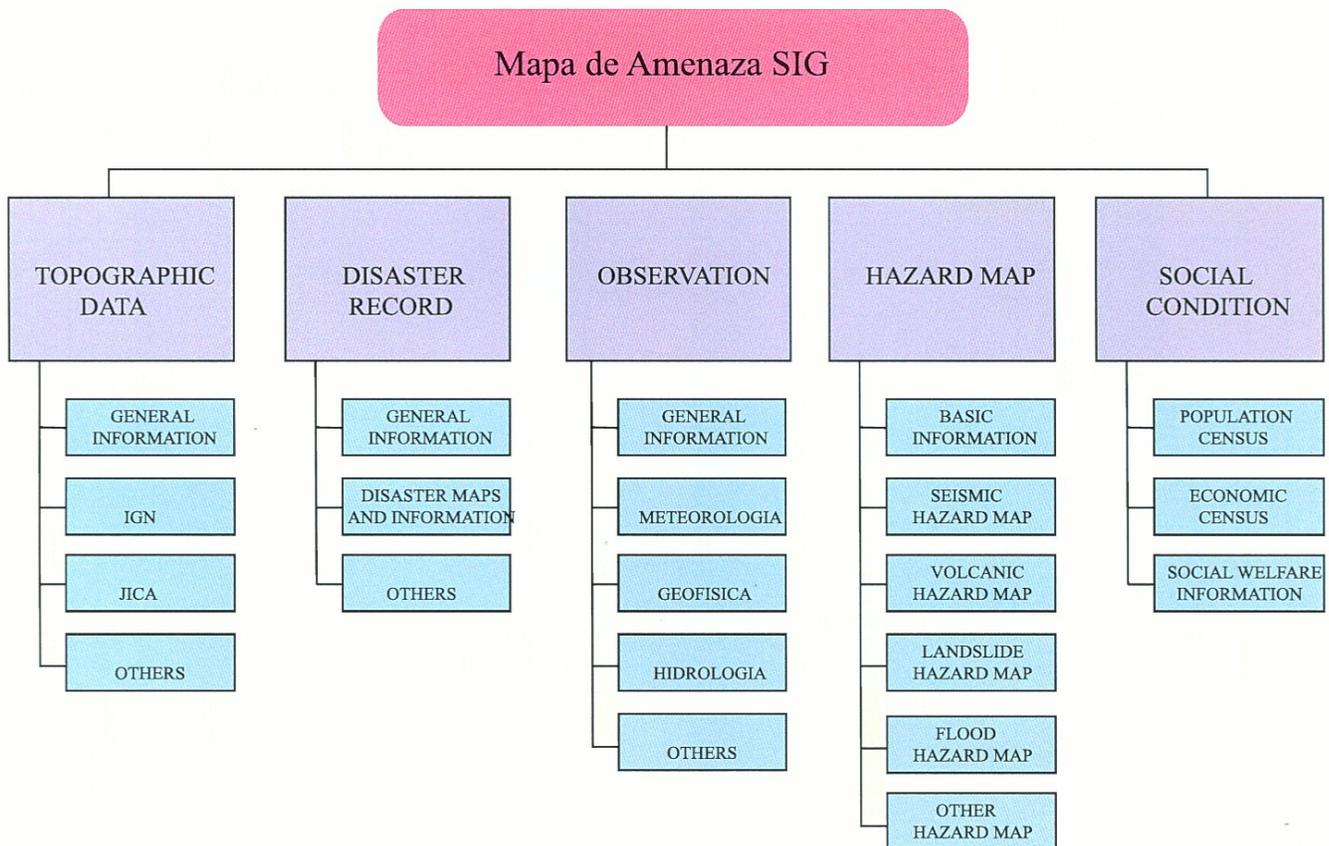
- *Comunidades resistentes a las amenazas sobre edificios
- *Revisión de la ubicación de los refugios y las rutas de evacuación
- *Estudio de las medidas de evacuación y rescate para los grupos vulnerables
- *Desarrollo de la red de comunicación para la información de evacuación
- *Provocar conciencia de gestión de desastres y difundir el conocimiento sobre la gestión de desastres
- *Promover el establecimiento de las organizaciones administradoras de desastres basadas en cada comunidad
- *Educación sobre la gestión de desastres, los ejercicios de la gestión de desastres

Reacción a la emergencia

- *Áreas sujetas a la inundación y la profundidad aproximada del agua durante los aguaceros
- *Área de posible alcance de los productos volcánicos en algún evento de la erupción volcánica
- *Confirmación de las rutas de evacuación y la ubicación de los refugios
- *Orientación para la evacuación



Mapa de Amenaza SIG



ACTIVIDADES DE CAMPO

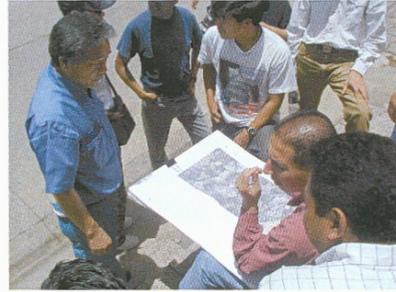
Levantamiento de puntos de control
- pinchado de puntos



Estudio de edificios públicos y límites/
nombres administrativos



Estudio de topografía/accidentes planimétrico

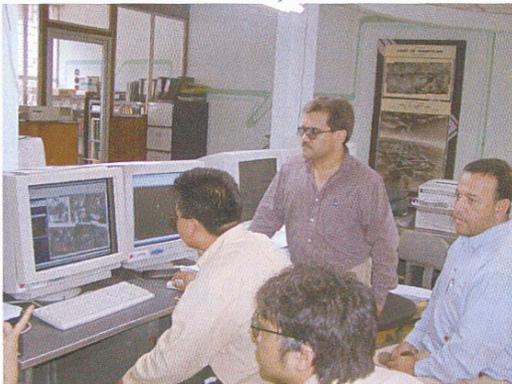


Medición de las líneas base con GPS
del volcán de Pacaya



TRAZADO DIGITAL

Triangulación aérea automática y
formación de DEM, curvas de nivel



Compilación digital

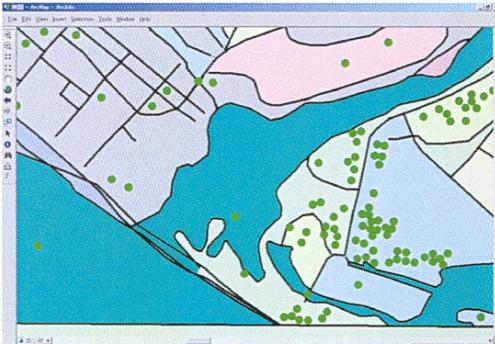


BASE DE DATOS SIG Y ANALISIS

Introducción del SIG



Construcción de la base de datos para el SIG

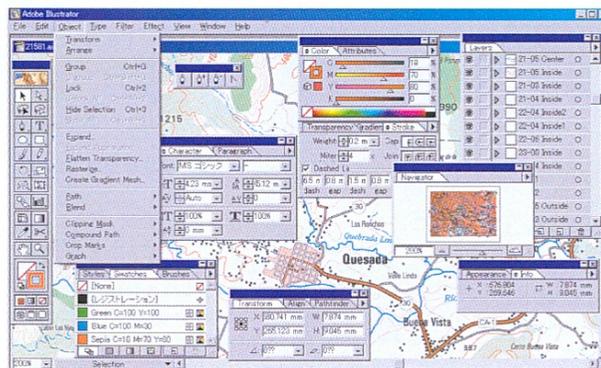


PREPARACION DE DATOS PARA IMPRESION

Introducción



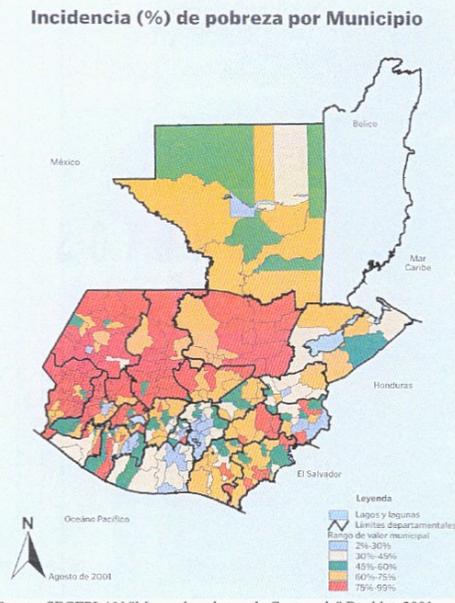
Simbolización cartográfica y la compilación digital



5. Aplicaciones potenciales de la producción del proyecto

REDUCCION DE LA POBREZA

LEVANTAMIENTO DE LOS MAPAS DE POBREZA (SEGEPLAN) + BASE DE DATOS DEL SIG (PRODUCCION DE ESTE PROYECTO) + EL ULTIMO CENSO (INE) = MAPAS DE POBREZA ACTUALIZADOS



Fuente: SEGEPLAN "Mapas de pobreza de Guatemala" Booklet, 2001

SEGEPLAN completó un proyecto de levantar mapas de pobreza en colaboración con el Banco Mundial en 2001. Desde entonces las condiciones políticas y económicas han cambiado. Para producir el mapa de pobreza actualizado, reducir la pobreza y promover el desarrollo especialmente en la Zona Paz, una combinación de la base datos del SIG con los datos de los últimos censos sería sumamente importante.

Departamento	Pobreza General				Pobreza Extrema				Índice a=0
	%	# de pobres	Brecha de pobreza Quetzales	Porcentaje	%	# de pobres	Brecha de pobreza Quetzales	Porcentaje	
Guatemala	11.73	201,905	227,025,287	2.81	1.34	23,026	7,966,601	0.71	28.23
El Progreso	54.8	57,672	95,724,255	1.18	18.13	19,078	9,613,915	0.85	30.42
Sacatepéquez	33.45	54,895	67,122,852	0.83	4.62	7,576	2,700,474	0.24	27.58
Chimaltenango	57.92	176,511	260,241,721	3.22	13.46	41,031	15,996,905	1.42	22.93
Escuintla	35.15	131,502	156,529,517	1.93	4.32	16,160	5,491,508	0.49	21.8
Santa Rosa	62.07	147,656	254,438,081	3.14	21.46	51,057	26,759,204	2.37	27.67
Solola	76.36	165,785	311,518,444	3.85	32.62	70,825	41,068,043	3.64	23.29
Totonicapán	85.62	226,429	539,558,642	6.67	55.62	147,095	121,168,457	10.75	33.73
Quezaltenango	60.67	296,120	517,841,371	6.4	22.42	109,429	59,113,037	5.24	33.21
Suchitepéquez	53.88	161,321	249,389,298	3.08	14.7	44,018	20,325,534	1.80	26.8
Rotahuleu	57.57	106,322	162,261,203	2.01	14.93	27,569	11,776,212	1.04	25.17
San Marcos	66.66	544,659	1,347,784,296	16.65	61.07	383,864	307,844,774	27.31	36.79
Huehuetenango	77.85	479,937	948,953,250	11.73	37.15	229,049	133,116,710	11.81	28.35
Quiché	81.09	343,901	665,086,556	8.22	36.75	155,831	87,991,639	7.81	23.94
Baja Verapaz	71.56	108,766	204,784,324	2.53	31.01	47,135	27,206,849	2.41	29.29
Alta Verapaz	76.4	402,047	795,265,966	9.83	36.6	192,607	114,849,206	10.19	30.76
Petén	59.3	130,024	227,374,499	2.81	22.16	48,593	26,715,576	2.37	30.05
Izabal	52.12	127,968	209,784,637	2.59	16.84	41,346	20,360,103	1.81	29.18
Zacapa	43.78	65,968	102,065,287	1.26	12.53	18,878	9,582,123	0.85	30.96
Chiquimula	49.27	109,606	170,944,516	2.11	13.91	30,936	14,786,331	1.31	30.23
Jalapa	72.59	133,255	248,329,250	3.07	29.23	53,664	27,832,607	2.47	28.82
Jutiapa	63.88	188,598	330,795,755	4.09	23.24	68,600	34,781,819	3.09	30.82

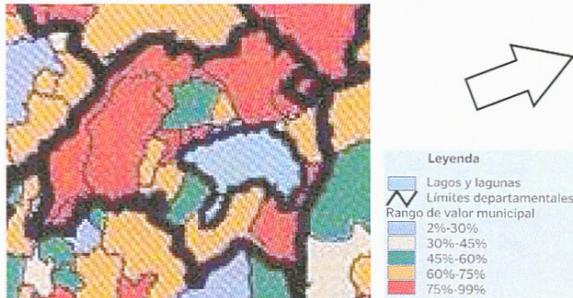
Fuente: SEGEPLAN Internet Homepage

RESOLVER LA POBREZA

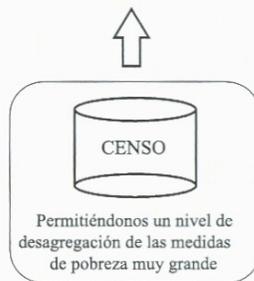
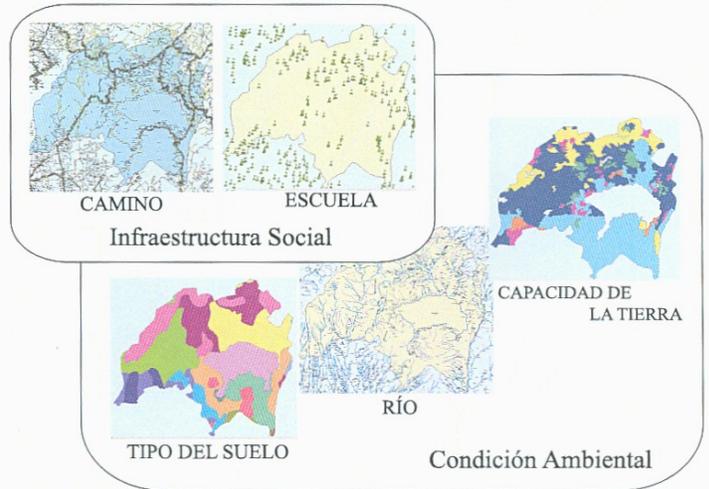
BASE DE DATOS DEL SIG (PRODUCCION DE ESTE PROYECTO) + DATOS DE LOS CENSOS (INE) + PLAN MAESTRO PARA REDUCIR LA POBREZA (PROYECTO ANTERIOR DE LA JICA) = EVALUACION GEOESPACIAL DE LA POBREZA Y EL PLAN

Caso de Solola

Incidencia (%) de Pobreza por Municipio



Fuente: SEGEPLAN, Agosto de 2001



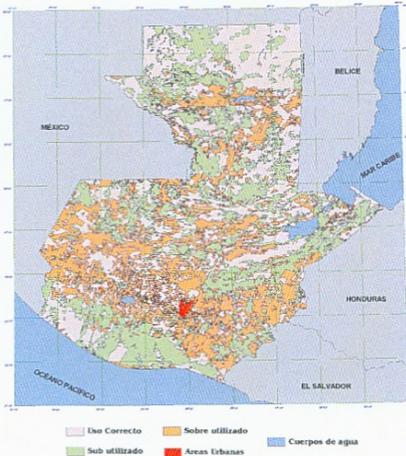
Hay muchas formas para evaluar la "pobreza". La pobreza varía según los indicadores incorporados, la escala adoptada (i.e. al nivel departamental, municipal, comunal, de hogar, etc.), y también según la metodología analítica. Los resultados serían totalmente diferentes si se escogieran indicadores distintos. Esto es un intento que un análisis estadístico muestra cómo los indicadores incorporados afectarían los resultados y se influirían mutuamente con otros indicadores cuando se evaluara la pobreza. También utilizando los resultados de estudio de este Proyecto y del Plan Maestro para la Reducción de la Pobreza, se examina cómo el plan de desarrollo sugerido puede contribuir al desarrollo de las municipalidades objeto.

5. Aplicaciones potenciales de la producción del proyecto

AGRICULTURA

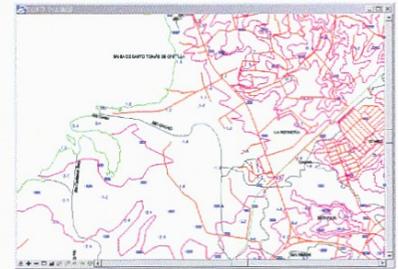
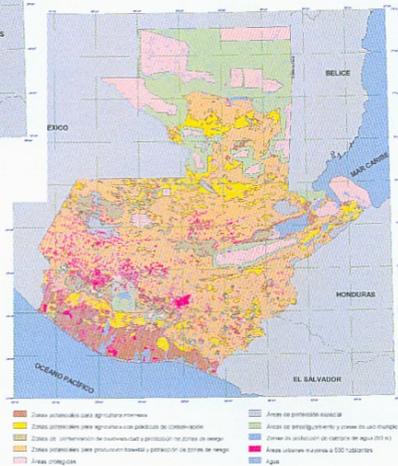
INFORMACION DEL TERRENO AGRICOLA (MAGA) + BASE DE DATOS DEL SIG (PRODUCCION DE ESTE PROYECTO) + AEROFOTOGRAFIAS / ORTOFOTOGRAFIAS (PRODUCCIONES DE ESTE ESTUDIO) = INFORMACION ACTUALIZADA DEL TERRENO

Mapa de Intensidad de Uso de la Tierra
República de Guatemala



MAGA ha venido aplicando el SIG a evaluar la capacidad e idoneidad del suelo para cosechar algunos tipos de productos en determinados cultivos. Este planteamiento podrá ser respaldado con sus pormenores una vez que se pongan disponibles las aerofotografías y ortofotografías. También la última situación de la ocupación del suelo será revisada a través de la base de datos del SIG, lo que podrá ser de apoyo para actualizar la información existente de MAGA relacionada con la tierra.

Mapa de Ordenamiento Territorial
República de Guatemala



BASE DE DATOS DEL SIG



ORTOFOTOGRAFÍA

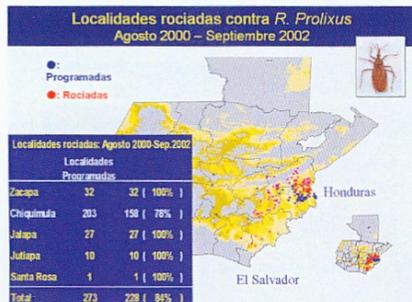
Programa de Emergencia por Desastres Naturales (PEDN)

ASISTENCIA SANITARIA

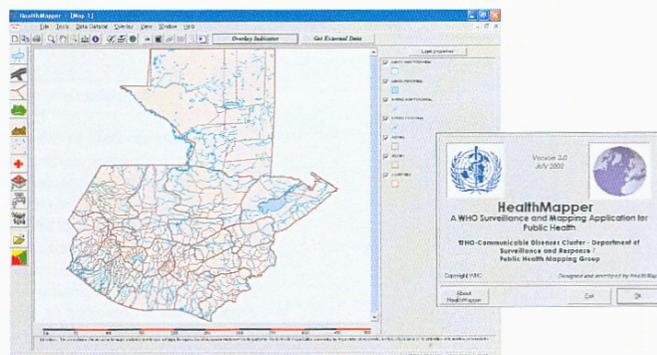
DATOS DE CHAGAS (PROYECTO CHAGAS) + BASE DE DATOS DEL SIG (PRODUCCION DE ESTE PROYECTO) + ACTIVIDADES DE CAMPO = RECURSOS EFICIENTES / ASIGNACION DE ACTIVIDADES Y EL MONITOREO CHAGAS



Como una parte de las medidas para prevenir la enfermedad de Chagas en la República de Guatemala, la distribución del insecto vector, vinchuca, fue indicada sobre un mapa digital a escala de 1:250.000. Aunque esto permitió al Gobierno para conocer la distribución aproximada de vinchucas en el territorio nacional, se descubrió que las pequeñas aldeas no estaban indicadas sobre el mapa, y había varias poblaciones cuya posición no estaba correctamente representada. Cuando se lleven a cabo las actividades de monitoreo por municipio en el futuro, será deseable utilizarse el mapa digital a escala de 1:50.000 que sea más detallado y preciso. Con indicar la posición del hábitat de vinchucas, además de las bases y rutas de las actividades de monitoreo en el mapa, se puede comprender la totalidad del sistema de monitoreo. Además, el mapa digital de 1:50.000 puede unirse con otro producido en El Salvador, de modo que las condiciones de distribución del insecto vector en las áreas fronterizas de ambos países pueden ser analizadas simultáneamente. La OMS elaboró un producto llamado "Health Mapper", que es un programa para el SIG y un juego de datos especialmente diseñado para los investigadores y médicos de la asistencia sanitaria. Esta herramienta también será utilizada para el Proyecto Chagas en recolectar, manejar, analizar y presentar la información.



Fuente: the presentation slides of Programa para el Control de la Enfermedad de Chagas en Guatemala, 2002

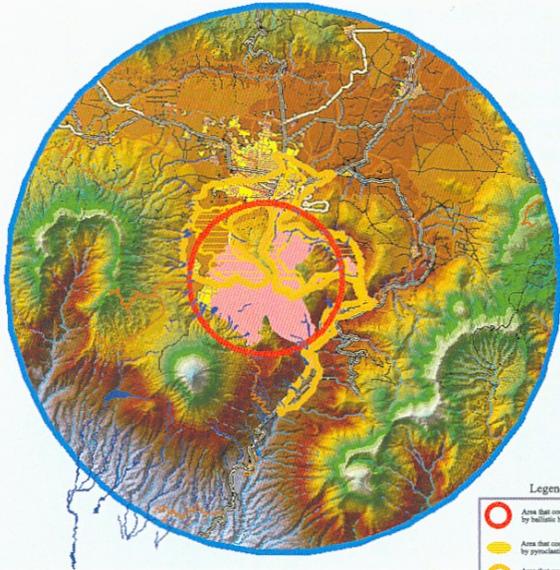


HEALTH MAPPER by OMS

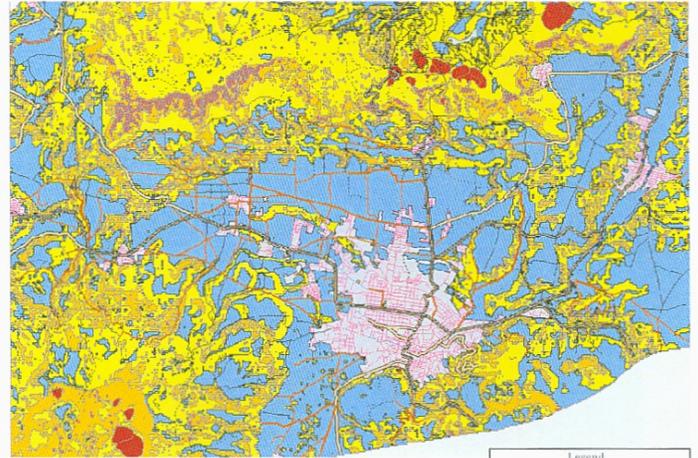
5. Aplicaciones potenciales de la producción del proyecto

PREPARACIÓN CONTRA DESASTRES

MAPA DE AMENAZA (PRODUCCION DE ESTE PROYECTO) + BASE DE DATOS DEL SIG : CAMINOS Y EL AREA EDIFICADA (PRODUCCION DE ESTE PROYECTO) = IDENTIFICAR AREAS CATASTROFICAS Y LA GENTE EXPUESTA AL RIESGO



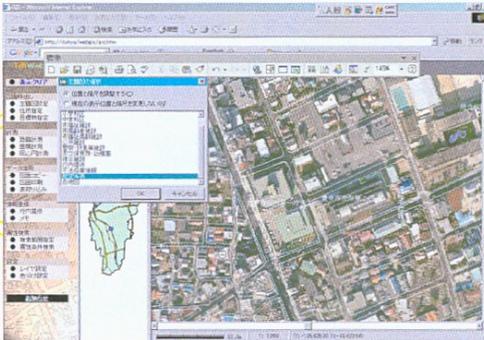
El mapa demuestra los riesgos de incidencia de varios flujos volcánicos (i.e. bombas balísticas, flujo piroclástico, etc.), que son consecuencias de una erupción volcánica. Está sobrepuesto en el área edificada, el mapa de caminos y TIN. Estos flujos son simulados bajo las mismas condiciones que las erupciones volcánicas ocurridas en el pasado en la República de Guatemala. Se puede ver cómo el área poblada quedaría afectada si ocurriera una erupción.



Este mapa demuestra el riesgo de incidencia del deslizamiento de la tierra, y está sobrepuesto en el área edificada y el mapa de caminos. Se puede ver que el riesgo de deslizamiento está distribuido en los alrededores del área urbana de Quetzaltenango. El riesgo de deslizamiento se calcula en la base estadística tomando en consideración de la topografía, pendientes y el mapa geológico.

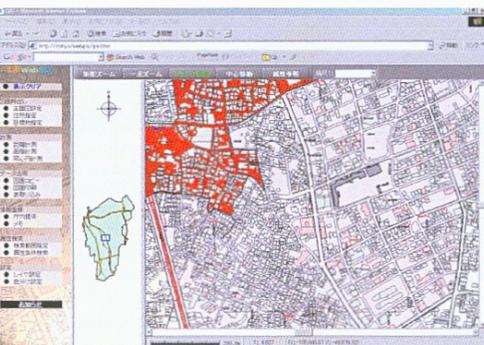
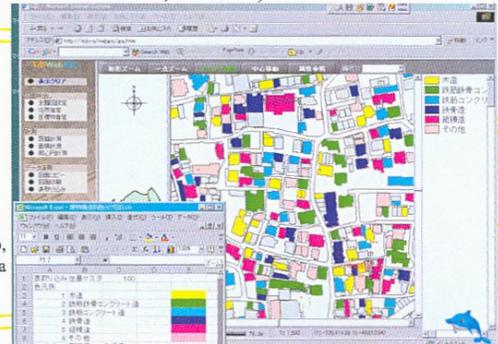
ADMINISTRACION MUNICIPAL

ADEMINISTRACION MUNICIPAL - INTRANET DEL SIG (CONDADO DE TOYONAKA, JAPON)



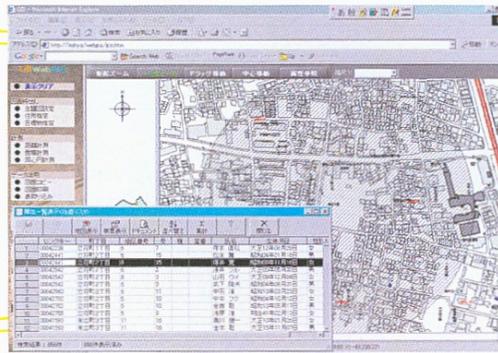
Preparación para la emergencia

Cuando ocurra un desastre, surgirá una enorme demanda de la información geoespacial. Para estar preparado, el sistema tendrá que abarcar datos geoespaciales de varios tipos, como los datos de imagen, datos topográficos, datos catastrales, condiciones del edificio, y toda la información de la infraestructura urbanística.



Respuesta a la emergencia

Izquierda: Cuando se inunde un río, se alertará la emergencia y las rutas de evacuación serán examinadas según la base de datos de viviendas / residentes y el mapa de amenaza de inundación. Derecha: Se recolectará la información detallada de los residentes al escoger un refugio de emergencia, de modo que se revise la capacidad de cada refugio y las rutas de evacuación para los ciudadanos más vulnerables.



6. Para el futuro de la República de Guatemala

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO



Promover la integración interinstitucional, definir normas y directrices para crear la información geográfica que ofrezca un sistema básico aprovechable

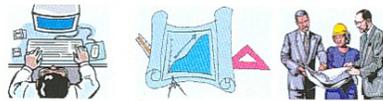
Promover la planificación, gestión y desarrollo en cada área de la administración gubernamental

Cooperación internacional (Japón)

JICA PROJECT
Estudio para el desarrollo de **nuevo aeropuerto internacional**

JICA PROJECT
Programa para el control de la enfermedad de **Chagas**

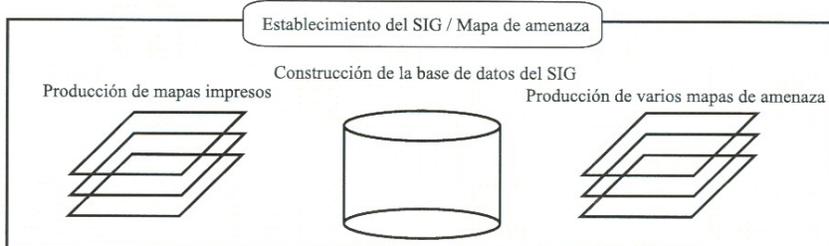
Esfuerzos continuos y propios del IGN y el INSIVUMEH (para la utilización sostenible de los datos, sistemas y equipos donados por este Proyecto)



Cooperación internacional

CEPREDENAC
Centro de Coordinación Para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central

NIMA
National Imagery and Mapping Agency





JAPÓN
Asistencia Oficial para el Desarrollo

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)



1-1, Yoyogi 2-Chome, Shibuya-ku, Tokyo, 151-8558, Japan

Phone: 81-3-5352-5198 / Fax: 81-3-5352-5094

URL: www.jica.go.jp



KOKUSAI KOGYO CO., LTD.

5 Sanbancho, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-0075, Japan

Phone: 81-3-3237-5472 / Fax: 81-3-3237-5477

URL: www.kkc.co.jp