

3 TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

3-1 Introducción

3-1-1 Objetivos

Los objetivos de la transferencia tecnológica son los creadores y usuarios de los mapas. El equipo de mapeo topográfico tiene como objetivo la transferencia tecnológica al personal de INETER ya que los miembros del equipo trabajaron estrechamente con ellos. El equipo de la confección de mapas de amenaza tiene como objetivo al personal de INETER y también a los usuarios de los mapas de amenaza para la transferencia tecnológica. Los usuarios de los mapas de amenaza son normalmente el personal de instituciones del gobierno y profesores universitarios. Los programas que tienen como objetivo el personal de INETER se explican en la sección de programas. Los seminarios que tienen como objetivo tanto a los creadores como los usuarios se explican en la sección de seminarios.

El mapeo topográfico tiene siete partes: 1) reconocimiento de puntos de control; 2) reconocimiento de campo; 3) fotogrametría digital; 4) SIG; 5) Imagen ERDAS; 6) simbolización cartográfica; y 7) complementación de campo. La confección del mapa de amenaza tiene cuatro partes: 1) terremoto; 2) volcán; 3) inundación; y 4) Tsunami. Se invitaron cinco personas al Japón quienes asistieron a sesiones de transferencia tecnológica. El número de participantes para cada programa se resume en el siguiente cuadro.

3-1-2 Método

La Capacitación en el trabajo (On the Job Training, OJT) es el método fundamental para la transferencia tecnológica. El personal que recibió el entrenamiento aprendió directamente de los expertos trabajando con ellos en contacto estrecho. Generalmente, las conferencias o explicaciones fundamentales se dieron antes de las sesiones de entrenamiento en el trabajo. Se prepararon manuales y otros documentos que sirven de apoyo a las sesiones de entrenamiento en el trabajo. Cuando fue necesario tener capacitación en computadoras, los miembros del equipo ofrecieron sesiones de práctica en Nicaragua y también en el Japón.

Los seminarios tienen como objetivo a las contrapartes, los dirigentes que toman decisiones, profesores universitarios y usuarios de los mapas topográficos y mapas de amenaza. La participación de las contrapartes para que participe en las conferencias y su preparación, mejoró su capacidad para la comunicación. También fue una buena oportunidad para recibir retroalimentación del personal entrenado. Las conferencias en los seminarios ayudaron a los usuarios a aprender también sobre la confección de mapas topográficos y de amenaza.

3-1-3 Instalación del equipo para la capacitación en el trabajo (OJT)

Los equipos necesarios para OJT se instalaron a principios de agosto del 2004. La distribución en la práctica del equipo se discutió con INETER y finalmente los sistemas se instalaron en la Dirección General de Geodesia y Cartografía y la Dirección General de Geofísica. El sistema se compone de siete subsistemas: 1) sistema de fotogrametría digital mejorado; 2) nuevo sistema de fotogrametría digital; 3) sistema de edición de mapas digital; 4) sistema de aplicación de SIG; 5) sistema de simulación SIG; 6) sistema de base de datos; y 7) sistema de simbolización cartográfica. La configuración del

sistema se aprecia en la Figura 3-1.

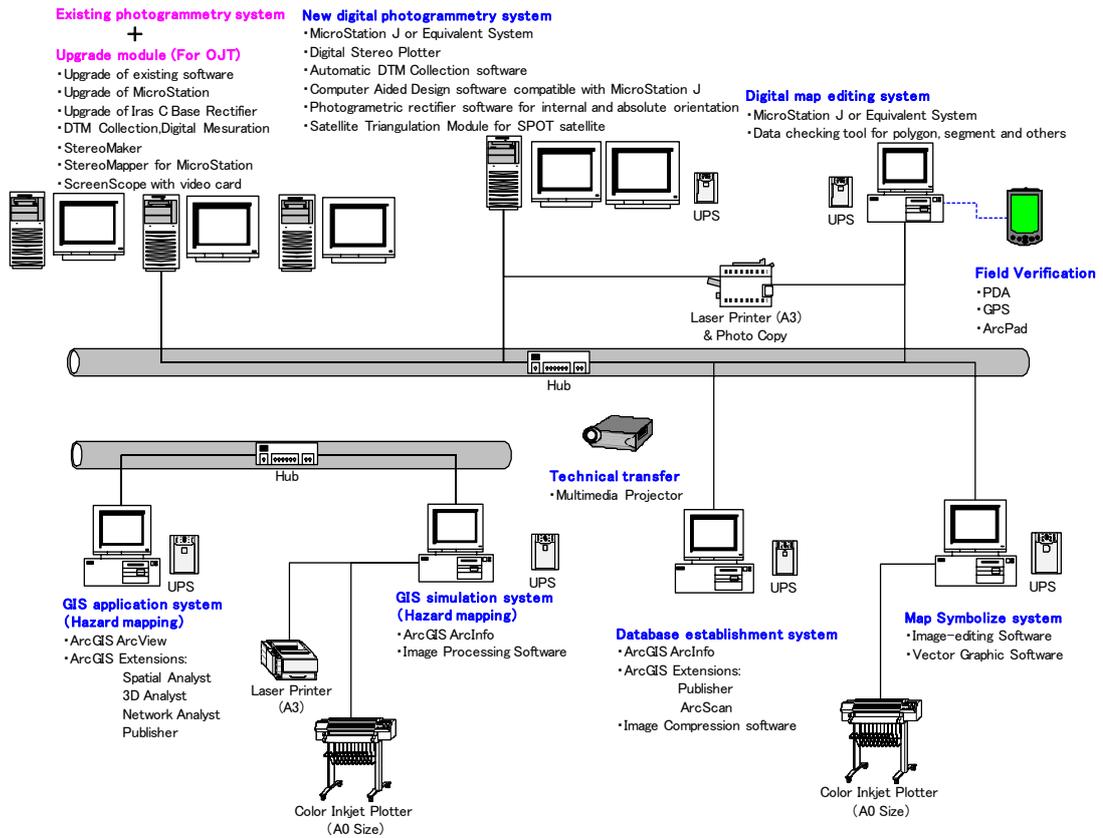


Figura 3-1 Diagrama del sistema

3-2 Programas para INETER

Los programas para el personal en INETER se organizador en dos partes: mapeo topográfico digital y la confección de mapas de amenaza. Se realizó un total de dieciséis sesiones (16) durante el Estudio. Los nombres de los cursos, instructores y período de las sesiones se resumen en el Cuadro 3-1.

Cuadro 3-1 Sesiones de Capacitación para Mapeo Topográfico Digital

Nombre de la Sesión	Instructor	De	A	Lugar
Reconocimiento de puntos de control de Foto	Kiyofumu Tamari	2004/1/13	2004/3/20	Managua
Reconocimiento de Campo 1	Daikichi Nakajima	2004/1/13	2004/3/20	Managua
Reconocimiento de Campo 2	Kiyofumu Tamari	2004/7/5	2004/8/27	Managua
Fotogrametría Digital 1	Takeo Mutoh	2004/7/5	2004/8/27	Managua
Tecnología SIG 1	Awadh Kishor Sah	2004/7/5	2004/8/27	Managua
Fotogrametría Digital 2	Takeo Mutoh/Minori Onaka	2005/1/13	2005/3/21	Managua
Tecnología SIG 2	Awadh Kishor Sah Hidetoshi Kakiuchi	2005/1/28	2005/3/8	Managua
Imagen ERDAS 1	Awadh Kishor Sah	2005/1/28	2005/3/8	Managua
Simbolización cartográfica 1	Kozo Yamaya	2005/2/10	2005/3/21	Managua
Fotogrametría Digital 3	Minori Onaka	2005/5/20	2005/6/26	Managua
Tecnología SIG 3	Awadh Kishor Sah	2005/5/20	2005/6/26	Managua
Imagen ERDAS 2	Awadh Kishor Sah	2005/5/20	2005/6/23	Managua
Fotogrametría Digital 4	Minori Onaka	2005/10/1	2005/11/7	Managua
Tecnología SIG 4	Awadh Kishor Sah	2005/10/1	2005/12/13	Managua
Complementación de Campo	Kiyofumu Tamari/ Choi Jaeyoung	2005/11/3	2005/12/13	Managua
Simbolización cartográfica 2	Kozo Yamaya	2005/10/17	2005/11/27	Managua

Para la confección de mapa de amenaza, se realizaron diez sesiones.

Cuadro 3-2 Sesiones de Capacitación para la Confección de Mapa de Amenaza

Nombre de la Sesión	Instructor	De	A	Lugar
Amenaza de Terremoto 1	Osamu Nishii	2005/5/5	2005/6/12	Managua
Amenaza Volcánica 1	Yoshitaka Yamazaki	2005/5/5	2005/6/12	Managua
Amenaza de Inundación 1	Toshiaki Udono	2005/5/12	2005/6/18	Managua
Amenaza de Tsunami 1	Toshihiro Asahina	2005/5/12	2005/6/18	Managua
Batimetría	Ikuo Katayama	2005/2/8	2005/3/7	Masachapa
Amenaza de Terremoto 1	Osamu Nishii	2005/11/3	2005/12/13	Managua
Amenaza Volcánica 1	Yoshitaka Yamazaki	2005/10/1	2005/11/7	Managua
Amenaza de Inundación 1	Toshiaki Udono	2005/10/1	2005/11/7	Managua
Amenaza de Tsunami 1	Toshihiro Asahina	2005/10/1	2005/11/7	Managua

3-2-1 Mapeo Topográfico

- (1) Reconocimiento de puntos de control
 - 1) Contenido y Calendario

Los objetivos de la transferencia tecnológica fueron: evaluar el nivel tecnológico de la contraparte y apoyar las partes donde están débiles en el proceso de reconocimiento de puntos de control. La tecnología de observación por GPS, la línea de base y el cálculo de ajuste neto se dominan relativamente bien. El Sr. Tamari dio instrucciones a cuatro participantes de la capacitación en la Dirección General de Cartografía y Geodesia de enero a marzo del 2004.

Los ítems para la transferencia tecnológica fueron: 1) selección de puntos de control y planeamiento; 2) instalación de marcas en el terreno; 3) observación por GPS; 4) línea de base y cálculo de ajuste de línea; y 5) descripción de estaciones.

2) Participantes

Los cuatro participantes tenían experiencia previa en el reconocimiento por GPS durante los proyectos de límites nacionales y proyectos catastrales. Tienen experiencia en el uso de Trimble Geomatics Office y han realizado cálculo de ajuste neto y línea de base GPS.

Cuadro 3-3 Lista del Personal Asignado para el entrenamiento (Reconocimiento de Puntos de Control)

Nombre y apellidos	Organización
Leonel Reyna Sovalbarro	Dirección de Geodesia
Francisco Javier Hernández	Dirección de Geodesia
Humberto Martínez	Dirección de Geodesia
Oscar Armando Piche	Dirección de Geodesia
Ramón Avilés	Dirección de Geodesia
Ernesto Bonilla	Dirección de Geodesia

3) Resultados

Las marcas en el terreno y la descripción de estaciones fueron temas nuevos para ellos. El instructor demostró el proceso de colocar marcas en el terreno.

El cálculo de la constante magnética utilizando Geomag32 no les resultó difícil. Sin embargo, como la herramienta no era del tipo de software utilizado diariamente, recordar la metodología puede ser un problema. Se preparó un manual para ese propósito. El elipsoide WGS84 y el software de conversión de coordenadas, Geocalc, que simplificaron el trabajo actual, fueron aceptados por los cuatro participantes a la capacitación y el resto del personal de INETER. El instructor demostró el reconocimiento excéntrico por el método solar. Con el método, se realizó la instrucción del punto para la instalación por GPS.

Sin embargo, las marcas en el terreno se utilizan con menos frecuencia. La experiencia ganada con el Estudio se mantendrá dentro de la organización por la instrucción a los participantes a la capacitación. Tal como se describió, se prepararon manuales para las nuevas tecnologías. Otras tecnologías convencionales que se recuperaron, también se entregarán en forma de documento. Los participantes parecían estar menos preocupados sobre los datos verticales, dependiendo de las alturas del modelo geoide derivado de los reconocimientos por GPS. El instructor mencionó la importancia de los datos de altura para el monitoreo durante las sesiones de OJT.

(2) Reconocimiento de campo

1) Estructura y Calendario

Los objetivos en los ítems en esta transferencia tecnológica son aprender las técnicas para: interpretación de las fotografías aéreas; verificación en las fotografías; uso de GPS en la identificación de campo, aplicación de ortofotografías en el reconocimiento de campo; uso de MicroStation con ortofotografías digitales; preparación de ortofotografías utilizando ArcView. Se introdujo la nueva tecnología de uso de ortofotografías y GPS. Se seleccionaron cuatro participantes de la capacitación para actuar en el reconocimiento de campo de julio a agosto del 2004. Sr. Nakajima dio instrucciones a principios de julio del 2004 y Sr. Tamari guió el trabajo principalmente en agosto.

2) Personal que recibió el entrenamiento

Los cuatro participantes sabían de la utilidad del GPS como conocimiento general pero, en la práctica, fue la primera vez que utilizaron el equipo. El método de utilización de ortofotografías y GPS les resultó interesante.

Cuadro 3-4 Lista del Personal Asignado para el entrenamiento (Reconocimiento de Campo)

Nombre y apellidos	Organización
Isidro Jarquín Vélez	Dirección de Cartografía
Fernando Osorio	Dirección de Cartografía
Néstor Rodríguez	Dirección de Cartografía
Oliver Valladares	Dirección de Cartografía

3) Resultados

Se utilizaron los documentos existentes en la medida de lo posible para reducir el número de ítems a identificar en el campo. Las ortofotografías a una escala de 1/10.000 estuvieron disponibles para la parte norte del área de estudio. El instructor decidió utilizar las ortofotografías a la misma escala para el trabajo en el campo ya que una escala más grande se consideró que era más fácil para la interpretación por los principiantes. Pero se descubrió que la gran cantidad de datos e información en las fotografías aéreas, hasta cierto punto resultó abrumadora para los entrenados y se redujo la escala a 1/50.000. Para las áreas del sur, la escala de las ortofotografías se cambió a 1/25.000. Durante el reconocimiento de campo de la parte sur del área de estudio, se prepararon las claves de interpretación. Las claves ayudaron para la consistencia de la identificación de campo.

Se adquirieron los datos de anotación de los mapas topográficos existentes, considerando el uso futuro como base de datos de anotación. Se introdujo la nueva tecnología de utilizar el GPS para el reconocimiento de campo. Incluyendo la preparación de las claves de interpretación, los entrenados aprendieron a utilizar el GPS de mano para el reconocimiento de campo y la preparación de la base de datos de anotaciones. En el trabajo de oficina, los datos de campo recolectados se dispusieron en los nuevos mapas de acuerdo con anotación y código. Tanto el trabajo de oficina como el trabajo de campo terminaron con niveles de calidad satisfactorios.

(3) Fotogrametría Digital

1) Estructura y Calendario

La “Fotogrametría Digital” se compone de cuatro principales componentes de transferencia tecnológica: triangulación aérea, trazado digital; DTM y generación de líneas de contorno; y recopilación digital. Durante el curso del Estudio, se realizaron cuatro sesiones de transferencia tecnológica. Participaron cuatro miembros de la sección de fotogrametría en las sesiones de transferencia tecnológica. El Sr. Mutoh lideró la primera mitad del OJT 2 y el Sr. Onaka dio instrucciones en la segunda mitad del OJT 2, 3 y 4. La meta de la transferencia tecnológica fue completar las dos hojas cartográficas “NAGAROTE” y “EL TRANSITO”.

Durante la OJT 1, debido al retraso de la instalación del sistema de OJT, no se realizaron sesiones prácticas. En su lugar, las sesiones se concentraron más en la revisión general de la fotogrametría digital. Se dispuso de un ImageStation existente. El instructor utilizó el ImageStation existente y dio soporte operacional a los participantes a la capacitación. El OJT 2 se concentró en la triangulación aérea y el trazado de características planimétricas. En el OJT 3 se abarcó principalmente

la edición de datos y generación de DTM. El OJT 4 tuvo como meta principal la edición del DTM y la edición de curvas de nivel.

2) Personas asignadas a la capacitación

De las cinco personas en la capacitación, uno tenía experiencia en el trazado analógico; otro tenía como única experiencia algunos conocimientos de fotogrametría digital. La experiencia en computadoras también fue poca. Otros dos de los participantes en la capacitación no tenían experiencia en fotogrametría digital con alguna experiencia con computadoras personales. Cinco miembros de la Sección de Fotogrametría participaron en la capacitación: Josué Donado Figueroa; Mayra Silva Díaz; Fátima Martínez Duarte; Uberne Rueda Padilla e Ivone Sáenz Morales.

3) Resultados

La transferencia de la técnica de restitución se hizo con un dibujo manual de las hojas de Nagarote y El Tránsito de las que INETER es responsable, para empezar con las entidades planimétricas durante OJT 2. Quedó claro, durante OJT 2 que las contrapartes demoraban mucho tiempo en dibujar manualmente los contornos debido a su falta de experiencia. Además, había problemas de precisión. Teniendo esto en cuenta, el Equipo de Estudio ha decidido eliminar el método de dibujo de contorno manual y cambió al principio de OJT 3 al método de adquisición de contorno DTM. Durante OJT 3, los conocimientos introducidos para la edición de datos se transfirieron con total éxito al final de OJT 4. La eliminación de datos y creación de polígono fueron los elementos claves de la edición de datos de Vector.

(4) Introducción al SIG y Operaciones de ArcGIS

1) Contenido y Calendario

Los objetivos de la “Introducción al SIG y Operaciones de ArcGIS” fueron adquirir los conocimiento y capacidades de: 1) Concepto de base de datos Geoespacial; 2) Funciones y Habilidades de SIG y; 3) Operaciones con el Software ArcGIS. El curso se diseñó para el personal las Direcciones Generales de Geodesia y Cartografía y de Geofísica en INETER. Un total de diecinueve (19) personas participaron en este curso de capacitación. Este curso se compuso de cuatro sesiones de OJT, en Nicaragua.

2) Personal asignado a la capacitación

Como muchas de las personas en la capacitación participaron durante el OJTs 1 al 3, se dividieron en tres grupos con dos subgrupos adicionales (dos personas en cada uno). Durante OJT 4, los participantes se dividieron en dos grupos con dos subgrupos adicionales.

Cuadro 3-5 Lista de participantes en la capacitación (Introducción a SIG)

Nombre y apellidos	Organización
Ramón Avilés Aburto	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Mayra Silva Diaz	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Dina Flores Huembes	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Alberto Orozco Navarro	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Francisco Pérez Pérez	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Ramón Alonso Torrez Rodríguez	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Nestor Rodríguez	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Oliver Valladares Saballos	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Fernando Osorio Salazar	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Isidro Jarquín Vélez	Dirección General de Geodesia y Cartografía

Aaron Godoy Zamora	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Ena Gámez Balmaceda	Dirección General de Geofísica
Virginia Tenorio Bellanger	Dirección General de Geofísica
Antonio Alvarez Castillo	Dirección General de Geofísica
Edna Gómez	Dirección General de Geofísica
Marisol Echaverry López	Dirección General de Geofísica
Tupac Obando Rivera	Dirección General de Geofísica
Armando Saballos	Dirección General de Geofísica
Emilio Talavera	Dirección General de Geofísica

3) Resultados

Los entrenados entendieron bien no sólo el concepto de SIG sino también la forma de utilizar el software ArcGIS para la creación de la Base de Datos SIG así como el uso de la base de datos creada para distintos propósitos de aplicaciones. Algunos entrenados que llegaron a un nivel más alto en la aplicación del ArcGIS pueden ser las personas clave en este campo. En adelante, puede ser muy importante para las agencias de la contraparte el establecimiento de un sistema para el mantenimiento y actualización de la base de datos SIG.

(5) Introducción al ERDAS Imagine y sus Operaciones

1) Contenido y Calendario

Los objetivos del curso de “Introducción al ERDAS Imagine y sus Operaciones” fueron la de que adquirieran conocimientos y capacidad para: 1) Concepto de Datos de Raster y 2) Operaciones del Software ERDAS Imagine. El curso se diseñó para el personal de INETER; sin embargo, dos personas de Movitierra (UNAN, León), una agencia que coopera con INETER también participaron en el curso.

2) Personal que recibió la capacitación

Un total de doce (12) personas participaron en el curso.

Cuadro 3-6 Lista de Personas asignadas al entrenamiento (ERDAS IMAGINE)

Nombre y apellidos	Organización
Josué Donado Figueroa	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Uberne Rueda Padilla	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Francisco Pérez	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Noel Ramírez	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Ramon Alonso Torrez	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Isidro Jarquín Vélez	Dirección General de Geodesia y Cartografía
Marisol Echaverry	Dirección General de Geofísica
Ena Gámez	Dirección General de Geofísica
Armando Saballos	Dirección General de Geofísica
Virginia Tenorio	Dirección General de Geofísica
Eddy García	Movitierra *
Ena Reyes	Movitierra *

* Nota: Movitierra es una institución que recoge los datos de actividad volcánica en tiempo real alrededor de la Ciudad de León y se consideró como institución candidata para la capacitación respondiendo a la solicitud de INETER.

3) Resultados

Los participantes a la capacitación entendieron bien el concepto de datos Raster y las operaciones del Software ERDAS Imagine. Algunos participantes que llegaron a un nivel más alto en las operaciones del ERDAS Imagine pueden ser las personas clave en este campo. En adelante, puede ser muy importante para las agencias de la contraparte el establecimiento de un sistema para el mantenimiento y actualización de la base de datos SIG.

(6) Simbolización cartográfica

1) Contenido y Calendario

La simbolización cartográfica en la transferencia tecnológica apunta a conseguir un cierto nivel de entendimiento de la simbolización de los datos de vector trazados a los símbolos cartográficos y en la creación de archivos de mapas de impresión completos.

El software utilizado fue Adobe Illustrator versión 10 u 11. La capacitación se hizo del 24 de octubre al 25 de noviembre del 2005. Los principales ítems del capacitación fueron: (a) Ajuste de Documento y ajuste de preferencias; (b) Preparaciones de colores de punto y modificación de paletas de muestra; (c) Preparación de símbolos y patrón de mapa; (d) Importación o conversión de datos para edición de mapa con Adobe Illustrator; (e) Simbolización cartográfica para cada detalle como línea, punto, polígono y texto; (f) Diseño marginal, cuadrícula y terminación de números de cuadrulado; y (g) Metodología de verificación de mapas impresos terminados.

2) Personal que recibió el entrenamiento

Cuatro personas de la Sección Cartográfica participaron en OJT de simbolización cartográfica. Son: Isidro Alberto Jarquín Vélez; Dina Del Carmen Flores Huembes; Aaron Anastasio Godoy Zamora y Fernando José Osorio Salazar.

3) Resultados

Fue la impresión general de los participantes que los resultados de Illustrator eran gráficamente más atractivas que los de MicroStation. Además, los participantes entendieron que el uso de funciones como pincel, corte o líneas offset, permitió convertir eficientemente el proceso de simbolización como tildes que requerían mucho tiempo. El personal que recibió el entrenamiento adquirió experiencia de todos los procesos de edición y simbolización dentro de un calendario limitado.

(7) Complementación de campo

1) Estructura y Calendario

El propósito de la complementación de campo es el de investigar detalles que no se pudieron identificar durante el reconocimiento de campo anterior. Las partes no racionales, inconsistentes, detalles con dudas comparadas con los materiales de fuente existentes se examinan y confirman. Todo el trabajo de complementación de campo se completó utilizando mapas de borrador. Los receptores GPS de mano introducidos para la transferencia tecnológica también se utilizaron durante el trabajo. El reconocimiento de complementación de campo lo hicieron las siguientes cinco contrapartes de INETER. La complementación de campo se realizó entre el 31 de octubre y el 26 de noviembre del 2005. La ordenación de los resultados del trabajo de campo se realizó entre el 28 de noviembre y el 9 de diciembre del 2005. Los resultados se examinaron en INETER. Los lugares desconocidos se volvieron a examinar en la fase de examen y organización de los resultados.

2) Participantes

Cinco personas de la Sección de Geodesia y Cartografía participaron en la capacitación de la sección de OJT. Son: Isidro Jarquín Veléz; Oliver Valladares, Ramón Aviles Aburto; Alberto Orozco; Javier Hernández y Fernando Osorio.

3) Resultados

En el campo no hubo problemas de verificación de los datos de punto utilizando el GPS de mano porque tenían experiencia de reconocimiento de campo anterior. Para los datos de punto tales como escuela, hospital, iglesia y otros, fue necesario hacer algunas omisiones o generalizaciones porque fue imposible expresar todos los datos de punto en el mapa topográfico. Aunque se mostraron bastantes datos de punto en los mapas borrador, el Equipo de Estudio dio instrucciones de omitir algunos datos al equipo de campo. Después de terminar el trabajo, les dio instrucciones de arreglar los datos de campo con indicación de código de clave utilizando los borradores de mapas impresos. El Equipo de Estudio terminó la ordenación del trabajo. OJT para la complementación de campo, incluyendo las notas de toponimia se ejecutó con total éxito.

3-2-2 Confección de Mapa de amenaza

(1) Terremoto

1) Contenido y Calendario

Los ítems para los que se hizo la transferencia tecnológica son los siguientes: 1) Mejora del catálogo de terremoto; 2) Determinación de escenario de terremoto; 3) Selección de fórmula de atenuación; 4) Modelo del suelo para ampliación en el sitio; 5) Generación de sistema cuadrulado; 6) Cálculo de distancia de escenario de terremoto para cuadrícula; y 7) Expresión del resultado de simulación en el mapa.

La transferencia tecnológica para los Ítem 1, 2y 3 se realizaron en el período de marzo del 2004 a enero de 2005. Otros ítems se transfirieron en el período de mayo a noviembre del 2005.

2) Participantes

En noviembre del 2005, se realizó un corto curso de tres días sobre cálculo de movimientos sísmicos. Los participantes del Departamento de Geofísica al curso son los siguientes: Wilfried Strauch; Carlos Guzmán; Guillermo Chávez y Manuel Traña.

Cuadro 3-7 Lista del personal que recibió el entrenamiento (Terremoto)

Nombre del participante	Organización
Wilfried Strauch	Dirección General de Geofísica
Carlos Guzmán	Dirección General de Geofísica
Guillermo Chávez	Dirección General de Geofísica
Manuel Traña	Dirección General de Geofísica

3) Resultados

El Sr. Carlos Guzmán es el ingeniero a cargo de establecer el mapa de microzonas sísmicas en INETER. Entendió correctamente el procedimiento de cálculo del movimiento de terremoto en la superficie. A continuación, desarrolló una nueva interfase hombre-máquina para fácil operación del proceso de cálculo. Este programa abarca: 1) generación del sistema cuadrulado; 2) cálculo de la distancia

más corta de la línea de falla al centro de cada cuadrículado; 3) cálculo de atenuación y obtención del movimiento de la roca base de cada cuadrículado; 4) cálculo de la ampliación de superficie y obtención de PGA en el centro de cada cuadrículado; y 5) generación de archivo de base de datos SIG para presentar el mapa base SIG.

(2) Amenaza volcánica

1) Estructura y Calendario

El programa consistió en ocho días completos de capacitación cubriendo dos tipos de actividades: teóricas y estudio en campo. Para la capacitación se utilizó el libro de texto denominado "Topografía volcánica con las fotografías aéreas en Japón" publicado por la Asociación de Volcanología de Japón. El trabajo teórico cubrió los siguientes temas: Interpretación de las fotografías aéreas; práctica de la interpretación de fotografías aéreas; práctica del uso de mapas y fotografías 3D del área Telica-El Hoyo y del área León – Telica; y la determinación de los relieves volcánicos utilizando fotografías aéreas alrededor del área de León–Telica. El trabajo en campo fue realizado en modalidad de prácticas en los sitios del volcán Telica–El Hoyo.

2) Participantes

Ocho personas del Departamento de Geografía participaron en la capacitación.

Cuadro 3-8 Lista del personal que recibió el entrenamiento (Volcán)

Nombre del entrenado	Organización
Martha Navarro	Dirección General de Geofísica
Antonio Alvarez	Dirección General de Geofísica
Guillermo Chávez	Dirección General de Geofísica
Mayra Guerrero	Dirección General de Geofísica
Marisol Echaverry López	Dirección General de Geofísica
Rosario Avilés Alemán	Dirección General de Geofísica
Armando Saballos	Dirección General de Geofísica

3) Resultados

La capacitación incluyó discusiones sobre la metodología y la filosofía del proceso de simulacro y preparación de mapas de amenazas, que fueron realizados por primera vez en INETER. Se logró un importante avance en el entendimiento del proceso de elaboración de mapas de amenazas por parte del personal de contraparte. Los participantes tuvieron la oportunidad de realizar el reconocimiento en campo de la información interpretada a partir de las fotografías aéreas durante el trabajo en oficina. Asistidos por la orientación básica preliminar, los participantes tuvieron dos días de aprendizaje intensivo, pese a que el tiempo disponible ha sido muy corto para cubrir los principios básicos.

(3) Inundación

1) Contenido y Calendario

La meta de OJT para la amenaza de inundación para el personal que recibió el entrenamiento es realizar simulaciones de inundación bidimensionales. El programa de OJT abarcó la preparación de datos, indicación de resultados, creación de mapas de amenaza y usos de mapas de amenaza. La primera parte de la capacitación fue impartida entre el 2 y el 8 de junio de 2005, y la segunda entre el 7 de octubre y el 4 de noviembre de 2005. Los temas tratados fueron: 1) Introducción y explicación del plan de capacitación; 2) capacitación en la preparación del modelo digital de elevación; 3) preparación de los archivos de datos ingresados

para el ejercicio del cálculo de muestras; 4) explicación sobre el programa de simulación e instalación sobre las computadoras de los participantes; 5) transferencia de los resultados de simulación al formato ArcView para la representación cartográfica; 6) preparación de los mapas de amenazas (discusiones sobre su contenido y presentación); 7) discusiones sobre el uso y aplicación de los mapas de amenazas; 8) capacitación en el análisis hidrológico estadístico; y 9) discusiones y evaluación.

2) Participantes

Siete miembros participaron en la sección de capacitación.

Cuadro 3-9 Lista del personal que recibió el entrenamiento (Inundación)

Nombre del personal capacitado	Organización
Luis Palacios Ruíz	Dirección General de Recursos Hídricos
Isafás Montoya	Dirección General de Recursos Hídricos
Luz Marina Rodríguez	Dirección General de Recursos Hídricos
Erwin Rueda	Dirección General de Recursos Hídricos
Carlos Collado	Dirección General de Recursos Hídricos
Jamil Robleto	Dirección General de Recursos Hídricos
Ena Gámez Balmaceda	Dirección General de Geofísica

3) Resultados

Las sesiones de OJT fueron completadas logrando los siguientes resultados.

- a. Se prepararon los materiales didácticos por los participantes, incluyendo los manuales de operación, datos de muestra, y otros documentos que puedan ser archivados para las futuras referencias.
- b. La capacitación fue realizada en varios días consecutivos, lo cual permitió retener el interés y el flujo de aprendizaje de los participantes.
- c. Los mismos miembros participaron en el mismo programa de capacitación integral, lo cual les permitió a completar todas las actividades de capacitación.
- d. Los participantes fueron siempre cooperativos y ambiciosos en el aprendizaje.

(4) Amenaza de Tsunami

1) Contenido y Calendario

Se realizó la capacitación técnica dirigida al personal de las Divisiones de Geofísicas y Recursos Hidrológicos de INETER, con el objetivo de asistir en el aprendizaje de los procedimientos y la metodología de preparación del modelo adoptado para la elaboración del mapa de amenazas. A continuación se presenta el programa del curso.

Cuadro 3-10 Temas e ítems de OJT (Tsunami)

Día	Tema	Fecha
1	Crear un modelo	20 de octubre, 2005
2	Cálculo	21 de octubre, 2005
3	Calibración	25 de octubre, 2005
4	Trazado	27 de octubre, 2005
5	Ejecución	1 de noviembre, 2005
6	Evaluación	3 de noviembre, 2005

2) Personal que recibió el entrenamiento

Dos miembros del Departamento de Geofísica y cuatro miembros del Departamento de Hidrología participaron según la lista del Cuadro3-11.

Cuadro 3-11 Lista del personal que recibió el entrenamiento (Tsunami)

Nombre del entrenado	Organización
Wilfried Strauch	Dirección General de Geofísica
Luis Palacios Ruíz	Dirección General de Recursos Hídricos
Manuel Traña	Dirección General de Geofísica
Luz Marina Rodríguez	Dirección General de Recursos Hídricos
Carlos Armando Collado	Dirección General de Recursos Hídricos
Carlos Ramos	Dirección General de Recursos Hídricos

3) Resultados

Los miembros de la Dirección General de Geofísica estaban muy ocupados con los trabajos de monitoreo de rutina y otros proyectos en INETER aunque tenían buen conocimiento del Tsunami, buena experiencia de programación y operación de SIG. Por otro lado, el personal de la Dirección General de Recursos Hídricos no tenía conocimiento del Tsunami y programación aunque tenían experiencia en SIG. Se espera que expliquen la metodología así como las limitaciones cuando los usuarios de fuera de INETER les pregunten y puedan usar y modificar otros casos.

(5) Batimetría adicional en la Costa de Masachapa

En respuesta a la solicitud de INETER como quedó incluido en la minuta firmada el 10 de septiembre de 2004, para el análisis de amenazas de Tsunami, se llevó a cabo un estudio de campo de sondeo exhaustivo sobre el perfil del fondo del mar durante un mes desde el 8 de febrero al 7 de marzo de 2005.

1) Estructura y cronograma

La planificación del estudio básico se inició los primeros días de febrero del 2004. Los ítems técnicos que se tomaron en cuenta fueron: 1) Cómo determinar la cobertura de la batimetría necesaria para vincular los datos disponibles de NGDA con la falta de resolución cerca de la zona costera; 2) Cómo determinar el intervalo, orientación, longitud máxima de las líneas de sondeo; 3) Selección de la computadora portátil utilizada a bordo y en el continente, y la conexión a los aparatos de sondeo disponibles en INETER para un adecuado mantenimiento; 4) Cómo asignar el personal en las tareas desde el punto de vista de la seguridad de la operación durante el estudio y la selección del sistema de comunicación entre la embarcación y la base continental.

2) Participantes

En el cuadro 3-12 se muestra la lista de los participantes.

Cuadro 3-12 Lista de Participantes (Batimetría)

Nombre	Organización
Luis Palacios Ruíz	Dirección General de Recursos Hídricos
Sergio Antonio Cordonero Gonzáles	Dirección General de Recursos Hídricos
Francisco Javier González	Dirección General de Recursos Hídricos
José Tomas Valle Paz	Dirección General de Recursos Hídricos
Juan José Martínez Aguirre	Dirección General de Recursos Hídricos

3) Resultados

Las lecciones y las contramedidas tomadas fueron las siguientes: 1) Alquilar la embarcación que fue adecuadamente diseñada con un capitán experimentado en varias investigaciones marinas de una Compañía de Construcción Naviera, EPN; 2) realizar las pruebas y demostración de cómo construir un sistema ideal de PC para el uso a bordo; 3) se intentó determinar la longitud de extensión de las líneas de sondeo interpretando el límite de reflexión de eco desde el fondo del mar; 4) se instaló una escala temporal de marea en el pilar de Montelimar y se realizó la medición continua del nivel de marea y los datos fueron utilizados para corregir los datos de sondeo.

Este estudio fue el primer logro de la batimetría para adquirir los datos prácticos de ingeniería que se materializó a través de la cooperación entre INETER y EPN y el apoyo financiero de JICA. Ambas instituciones concertaron un acuerdo de cooperación en el área técnica hacia el futuro.

3-2-3 Capacitación en Japón

Un total de ocho personas de INETER fueron invitadas a Japón, en dos grupos, para recibir capacitación. Los cursos de capacitación se diseñaron para ofrecer a los participantes una revisión general de lo que aprendieron acerca de la elaboración del mapa topográfico y mapa de amenaza en las sesiones de OJT en Nicaragua. A continuación se dan los nombres de los participantes y el período de su estadía en Japón

Cuadro 3-13 Capacitación en Japón

Nombre de la sesión	Participantes	De	A	Lugar
Confección de Mapa de amenaza 1	José Manuel Traña Pérez	2005/1/10	2005/2/08	Tokio
Confección de Mapa de amenaza 1	Guillermo Chávez	2005/1/10	2005/2/08	Tokio
Fotogrametría digital 1	Fernando Osorio	2004/11/22	2004/12/22	Tokio
Fotogrametría digital 1	Josué Donado	2004/11/22	2004/12/22	Tokio
Mapa de amenaza 2	Carlos Guzmán	2005/9/1	2005/9/30	Tokio
Mapa de amenaza 2	Jamil Robleto	2005/9/1	2005/9/30	Tokio
Fotogrametría digital 2	Mayra Silva Díaz	2005/9/1	2005/9/30	Tokio
Fotogrametría digital 2	Isidro Jarquín Vélez	2005/9/1	2005/9/30	Tokio

3-3 Seminarios

El Equipo de Estudio y la Contraparte organizaron cuatro grandes seminarios: Seminario Internacional INETER- Universidad Nacional de Ingeniería – Equipo de Estudio de JICA; Seminario en la ciudad de Managua; y, el taller sobre la preparación de mapas de amenazas y su aplicación para la reducción de riesgos en la ciudad de León, Nicaragua.

(1) Seminario final

Se invitó a los miembros del gobierno central, gobiernos locales, universidades y el proyecto de JICA y se organizó un seminario de transferencia tecnológica para presentar el contenido y los resultados del estudio el 17 de agosto de 2006. La contraparte presentó los materiales preparados para la presentación en cooperación con el Equipo de Estudio utilizando el software de presentación MS PowerPoint. Durante la presentación, se explicaron los resultados y productos del Estudio junto con sus usos y usuarios. Se organizó una sesión de carteles para mostrar productos específicos y se realizó una demostración utilizando el sistema de computadora. El seminario final tuvo gran éxito y el número de participantes superó las 100 personas.

(2) Seminario internacional

Se convocó un seminario internacional el 9 de junio del 2005 que abarcó totalmente el contenido y progreso del Estudio. Se invitó a las organizaciones nacionales, locales e internacionales. El seminario apuntó no sólo a la presentación de los resultados del estudio sino a la promoción de una producción sostenible de mapas de amenaza y usos efectivos de los mapas de copia digital e impresos. Se llevó a cabo las encuestas con el fin de recoger las opiniones de los participantes y recomendaciones sobre: a) resultados del proyecto preliminar presentados en el seminario, y b) posibles aplicaciones de estos productos para la reducción de desastres.

(3) Seminarios de la Universidad Nacional de Ingeniería-INETER y el Equipo de Estudio de JICA

El 10 de febrero del 2005, se realizaron dos seminarios en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), organizados por INETER, UNI y el Equipo de Estudio de JICA.

El primer seminario fue sobre el impacto del Tsunami de Indonesia de diciembre del 2004 y sus consecuencias en la región centroamericana y fue presidida por el Alcalde de la Ciudad de Managua y por el Sr. Cristóbal Sequeira Secretario Ejecutivo de SINAPRED. El Dr. Carlos Villacís, y los miembros del Equipo de Estudio fueron invitados a presentar un informe de los principales descubrimientos y recomendaciones de la Conferencia Mundial de Kobe sobre Reducción de Desastres y sus implicaciones para Nicaragua. Varios representantes de los medios de comunicación cubrieron muy bien el evento. En la tarde, se realizó otro seminario en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) que se suponía duraba de las 5 p.m. a las 8 p.m.

(4) Seminario en la Ciudad de Managua

En colaboración con el Municipio de Managua y la Universidad Nacional de Ingeniería se realizó un seminario en la Alcaldía de Managua para presentar un informe de progreso del proyecto JICA-INETER, aprender acerca del programa de la Ciudad para la reducción de desastres y proponer actividades para una relación y colaboración más estrecha entre INETER, la Ciudad de Managua y la Universidad Nacional de Ingeniería. El seminario se realizó en el auditorio de la Alcaldía el 17 de febrero de las 10 a.m. a las 12 del mediodía. Los participantes del seminario incluyeron representantes de los Alcaldes de Managua, Tipitapa, Ticuantepe, Ciudad Sandino y El Crucero así como el Director de SINAPRED, el representante de JICA y representantes de otras instituciones tales como el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Defensa Civil, Ministerio de Salud, etc.

(5) Preparación de un Taller de Trabajo de Mapas de Amenaza y Aplicación para la Reducción de Riesgo en León, Nicaragua.

Se realizó el taller de trabajo el 23 de agosto del 2004 en la Casa de Protocolo UNAN – León. Las organizaciones participantes fueron: Ciudad de León, INETER y Equipo de Estudio. El taller de trabajo tuvo tres objetivos específicos: presentar el Estudio JICA – INETER, sus productos esperados y sus posibles aplicaciones a las autoridades y comunidad de la Ciudad de León; presentar la capacidad local actual y el avance logrado en la reducción de vulnerabilidad a los desastres en la Ciudad de León; discutir y producir recomendaciones para asegurar que los resultados del Estudio respondan a las necesidades de la Ciudad de León y aumentar la capacidad de reducción de desastres locales. Los aproximadamente 110 participantes del taller de trabajo se dividieron en cuatro grupos para producir recomendaciones sobre aspectos específicos que puedan aumentar los beneficios del Estudio para la reducción de riesgo de desastre del Municipio de León.

4 DISCUSIONES SOSTENIDAS

Durante el desarrollo del presente Estudio, se sostuvieron varias sesiones de discusión. En esta sección se resumen los resultados y las conclusiones de estas discusiones. Para más detalles, sírvase referir las minutas de discusiones.

4-1 Comité Directivo

Durante la primera sesión se decidió conformar el Comité Directivo, cuyos miembros fueron seleccionados de INETER, SINAPRED, y los representantes del Ministerio de Relaciones Exteriores. Además, fueron invitados los representantes de la Alcaldía de Managua, ENACAL y del Ministerio del Medio Ambiente para la tercera sesión del Comité Ejecutivo. En esta reunión, el Equipo de Estudio informó sobre el avance, resultados y especificaciones de los trabajos a los miembros del comité. Se dio por terminada la actividad del comité con la quinta reunión para el informe final.

4-2 Transferencia Tecnológica

Durante las primeras sesiones, se acordaron los temas de la Capacitación en el Trabajo (OJT) y las áreas de trabajo. El Equipo de Estudio propuso los equipos requeridos para la realización de OJT (Minuta de Reunión del 20 de enero del 2004).

Todos los equipos fueron instalados conforme las especificaciones acordadas en enero del 2004. INETER acordó en revisar la cantidad y las condiciones de funcionamiento de todos los sistemas junto con el Equipo de Estudio. En particular para los productos ESRI, INETER acordó comunicarse con el proveedor. (Minuta de Discusiones del 9 de septiembre del 2004)

4-3 Ítems Adicionales de Trabajo

La solicitud de INETER consistió en: 1) la batimetría en las aguas costeras de Masachapa para la simulación de amenaza de Tsunami; 2) perfil del Río Maravilla para la simulación de amenaza de inundación; 3) la preparación de los mapas topográficos (Aproximadamente 200 km²) a escala 1/5.000 en la Ciudad de Managua para el Estudio sobre el Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua; y 4) confección del mapa de información sobre las instalaciones básicas para la prevención de desastre natural para su aplicación en SIG. (M/D del 9 de septiembre del 2004).

JICA central y el Equipo de Estudio discutieron el tema y reconocieron la importancia de estos ítems de trabajo, y decidieron ejecutar los cuatro ítems durante el segundo año del Estudio.

En lo que concierne a la expansión del mapeo topográfico a escala 1/5.000 para la parte sur del área montañosa que ha sido recomendada por INETER en la Minuta de Discusiones del 23 de febrero del 2005, el Equipo de Estudio informó que el mapeo de esta parte fue realizado en Japón con el fin de mejorar la precisión de las curvas de nivel de 1/50.000 en el primer año. (M/D del 24 de julio de 2005)

4-4 Especificaciones

(1) Especificaciones

Se discutieron los siguientes aspectos de las especificaciones: 1) simbología de los

mapas (M/D del 24 de Julio del 2005); 2) información marginal (M/D del 10 de septiembre del 2004); 3) Especificaciones de la base de datos SIG (M/D del 23 de febrero del 2005); 4) reglas de extracción de los datos digitales restituidos (M/D del 23 de febrero del 2005); y 5) derecho de autor de los mapas (M/D del 24 de julio, 2005).

(2) Sitio Web

Ambas partes acordaron publicar la información del proyecto de JICA en la página Web de INETER. Los datos a publicarse fueron preparados por INETER con base en el Informe Inicial. (Minuta de Discusiones de enero de 2004)

(3) Entrega de los resultados intermedios

El Equipo de Estudio entregó los siguientes resultados intermedios a INETER como parte integral de la capacitación en el trabajo (OJT):

- 1) Dos (2) juegos de fotografías de contacto a color cubriendo el estudio de volcán (M/D del 9/9/2004)
- 2) Un (1) juego de ortofotos digitales (blanco y negro) a escala 1/25.000 cubriendo la nueva área para fotografiar (M/D del 9/9/2004)
- 3) Un (1) juego de fotografías escaneadas cubriendo la nueva área para fotografiar (M/D del 9/9/2004)
- 4) Un (1) juego de ortofotos a color a escala 1/10.000 del área de amenaza volcánica (M/D del 6/24/2005)
- 5) Un (1) juego de ortofotos (blanco y negro) para hojas cartográficas, 2752-II (Corinto), 2753-III (León), 2853-II (La Paz Centro), 2953-III (Isla Momoto), 2952-I (Tipitapa), 2855-II (Achuapa) (M/D del 7/24/2005)
- 6) Un (1) juego de fotografías digitales (blanco y negro) a escala 1/40.000 que fueron escaneadas utilizando las películas positivas existentes. (M/D del 7/24/2005)
- 7) Dos juegos de base de datos SIG sobre infraestructuras para Mitigación de Desastre en DVD (M/D del 11/24/2005)
- 8) Dos juegos de impresión por contacto a color a escala 1/20.000 del área volcánica (M/D del 11/24/2005)
- 9) Un (1) juego de datos de mapeo digital a escala 1/5.000 (M/D del 11/24/2005)

5 PROCESOS DE CREACIÓN DE MAPAS TOPOGRÁFICOS DE 1/50.000

El área objeto del nuevo mapeo topográfico es de aprox. 20.000 km² (60 hojas cartográficas) para la zona del Océano Pacífico. La parte norte equivalente a un 45% del área de estudio ya está cubierta por las fotografías aéreas tomadas en el año 2000 con una escala a 1/40.000. Los nuevos mapas topográficos se crearon utilizando las fotografías nuevas y existentes. El trabajo empezó con la recolección de datos existentes en Nicaragua. El proceso del trabajo aparece en la Figura 5-1.

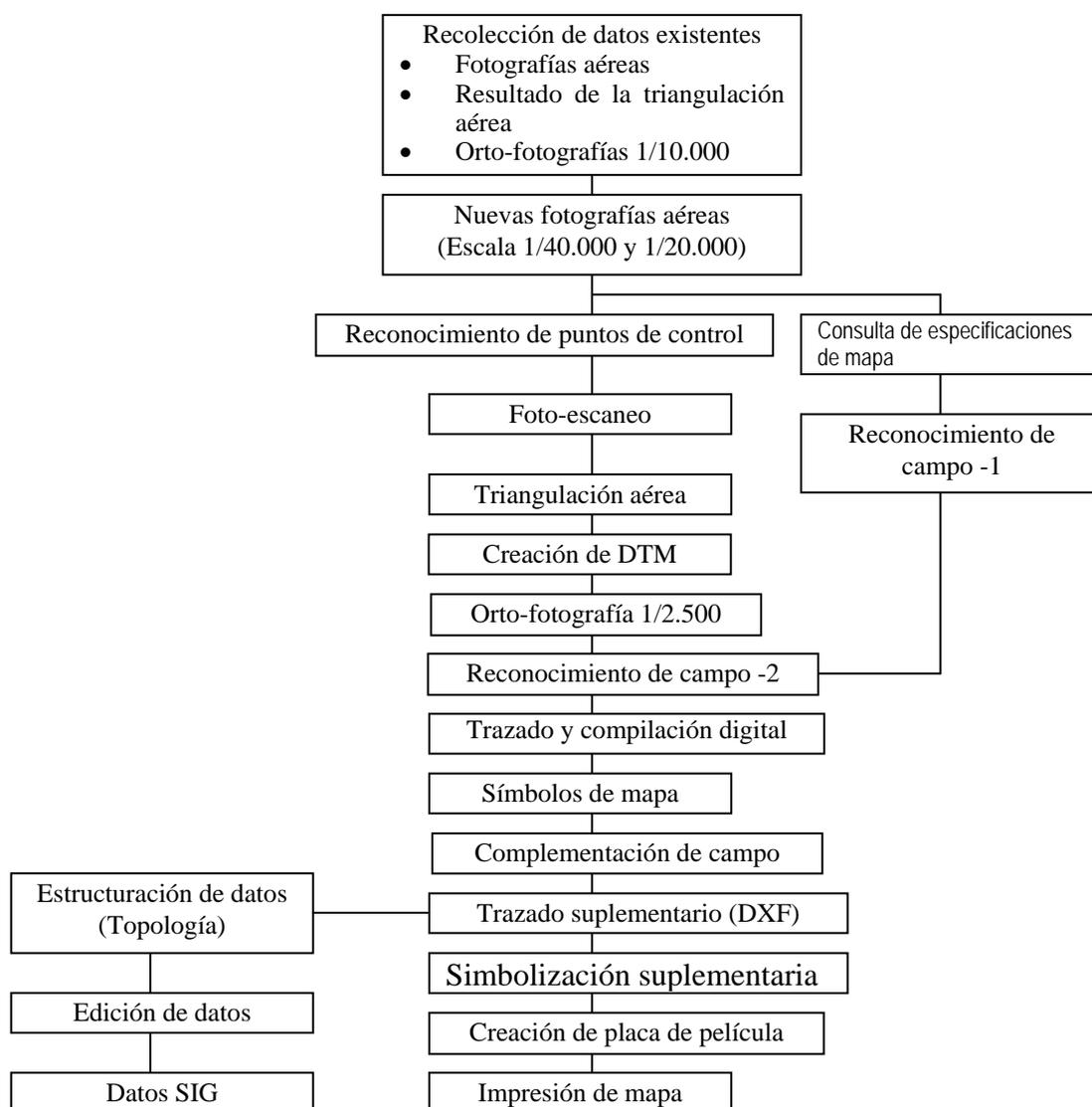


Figura 5-1 Flujo de trabajo de mapeo topográfico

5-1 Recolección de Datos

Se recogió la información y los materiales existentes de INETER y otras organizaciones. El

Equipo de Estudio utilizó las distintas piezas de información y materiales para el Estudio en la preparación de nuevos datos de mapeo. Los materiales recogidos son los siguientes:

Cuadro 5-1 Juego de Datos Existentes Recogidos

ÍTEM	Cantidad	Formato
Mapas impresos a escala de 1:50.000	60 hojas	Papel, TIFF
Orto-fotografías a escala de 1:10.000	317 hojas salidas	Papel
Fotografías aéreas ampliadas dos veces	94 fotos	Papel
Resultados de la Triangulación Aérea	1 juego	Formato B igual
Películas positivas existentes (1/40.000)	920 piezas	Película
Impresiones por contacto existentes (1/40.000)	920 fotografías	Papel
Datos de límites nacionales	1 juego	DXF
Datos de límites administrativos	1 juego	DXF
Datos de anotación para 1:50.000	1 juego	DGN
Área protegida	1 juego	DGN
Catálogo de anotaciones para 1:50.000	1 juego	DGN e Illustrator
Cuadro de coordenadas para los puntos de control existentes	1 juego	Excel

5-2 Enfoque de Base de Datos SIG

La base de datos SIG existente en la Dirección de Fotogrametría de INETER se creó a partir de fotografías aéreas en blanco y negro tomadas en 1996 y 2000. La base de datos digital se creó en seis capas: 1) Capa de Administración; 2) Capa de Elevación; 3) Capa Hidrológica; 4) Capa de Infraestructura; 5) Capa de Transporte; y 6) Capa de Vegetación. El Equipo de Estudio e INETER discutieron los símbolos de mapa y sistema de codificación para la base de datos SIG a preparar en este Estudio, especialmente con respecto a los códigos de capa. Se consideró importante que la base de datos SIG a entregarse no esté aislada de la base de datos existente en INETER; ambos deben ser compatibles.

5-3 Fotografía Aérea (1/40.000 y 1/20.000)

La fotografía aérea consiste en aproximadamente 12.000 km² de fotografías aéreas en blanco y negro con una escala a 1:40.000 y aproximadamente 1.350 km² de fotografía aérea color con una escala a 1:20.000 para el mapeo de Amenaza Volcánica.

El primer vuelo de fotografía aérea se realizó el 5 de febrero del 2004 y toda el área del proyecto se terminó el 25 de febrero del 2004. Se dio por terminado este trabajo el 26 de febrero del 2004 después de verificar que se cubrió toda el área con las fotografías aéreas.

En total se tomaron 288 fotografías aéreas color y 814 en blanco y negro durante el proceso de tomas de fotografías aéreas por un subcontratista, FINNMAP. Se preparó el mapa índice de vuelo con el formato AutoCad y se entregó en un CD. La figura 5-2 muestra la vista general del mapa índice.

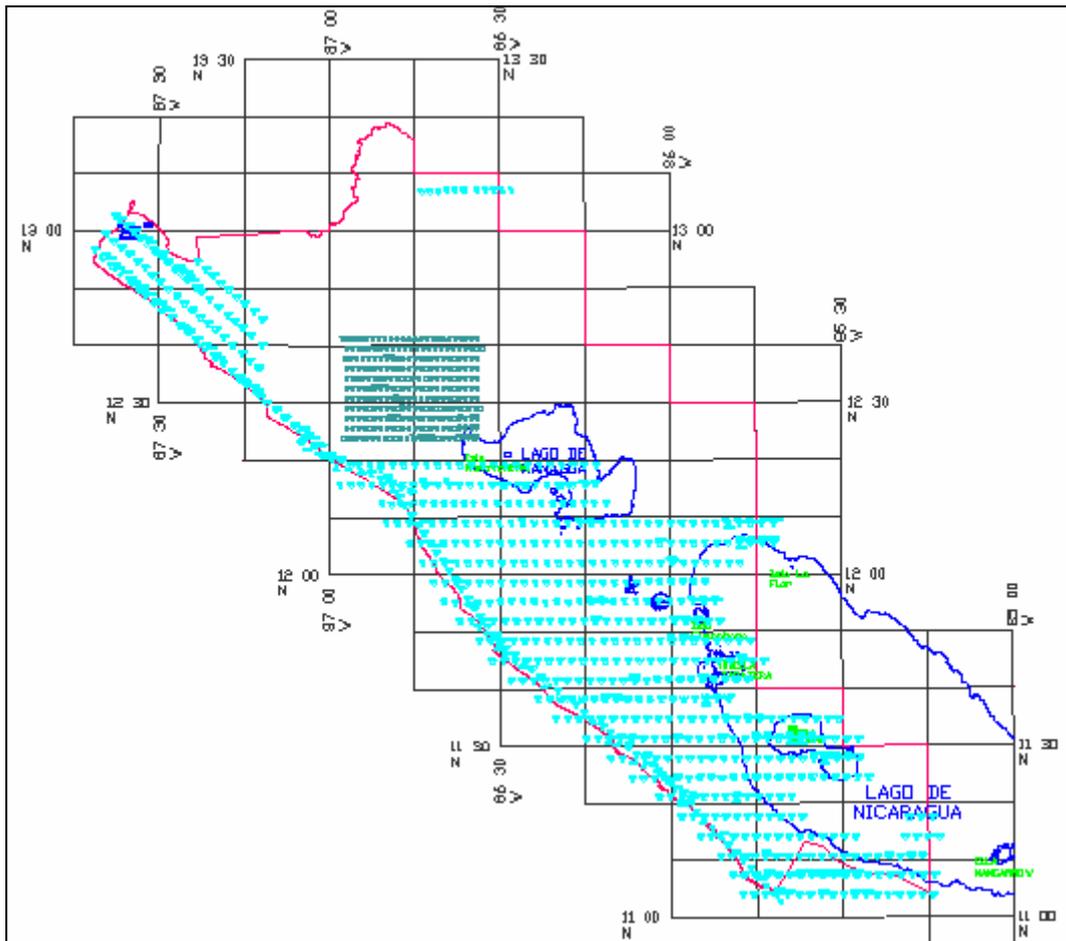


Figura 5-2 Índice de fotos

5-4 Reconocimiento y marcación de puntos de control

El organismo de contraparte solicitó realizar la capacitación en la instalación y adquisición de las marcas terrestres y en el cálculo de elementos excéntricos. En respuesta de esta solicitud, se instalaron marcas terrestres en 35 puntos de control según el plan original. Además, se llevó a cabo el estudio en seis (6) puntos de control adicionales puesto que la aerotriangulación no había cubierto algunos segmentos por las fotografías aéreas existentes. Por lo tanto, se llevó a cabo la investigación en 41 puntos de control terrestre del Área del Estudio.



Foto 5-1 Capacitación en la instalación de Marcas en el Terreno



Foto 5-2 Observación de GPS

- (1) Los resultados de las marcas terrestres y puntos de pinchado.

10 de los 41 puntos no estaban visibles en las fotografías, probablemente debido al defecto en la instalación de las marcas terrestres. Sin embargo, se consideró que 31 puntos de control eran suficientes para realizar el reajuste de nodos de la triangulación aérea.

- (2) Observación GPS

41 puntos de control fueron observados por GPS de doble frecuencia. Se llevaron a cabo 14 sesiones de observación de GPS. (Las especificaciones del mapa estipulan una precisión de los Puntos de Control en la observación de cada sesión en menos de $2 \text{ cm} \pm$ longitud de la línea base $\times 10 \text{ ppm}$ como el cierre del lazo)

- (3) Hoja de descripción

Las coordenadas de las marcas en el terreno y los puntos de marcación se registraron en una hoja de descripción para que los resultados del cálculo pudieran servir como puntos de control de triangulación aérea.

- (4) Marcación de los puntos de nivelación de GPS

Para asegurar la precisión de la elevación (Nivel del Mar Promedio) para los subsiguientes procesos de triangulación aérea se ejecutó un trabajo de marcación de los puntos de nivelación/GPS.

- (5) Metodología del cálculo de altura ortométrica

Los puntos de nivelación/GPS existentes que se ajustaron por el Proyecto de Datos Verticales establecido en el 2000, sólo tenían alturas elipsoidales. Por lo tanto fue necesaria la altura geoidal de los puntos de nivelación/GPS en el área de estudio para que pudiera convertirse en altura ortométrica de la altura elipsoidal. Después de crear un modelo geoidal local y curvas de nivel, se calculó para cada punto las alturas ortométricas utilizando el método de interpolación.

5-5 Escaneo de fotografías aéreas

La película negativa aérea utilizada fue en blanco y negro para la escala a 1:40.000 y color para la escala a 1:20.000. Las imágenes se escanearon utilizando el escáner Fotogramétrico Vexcel

UltraSacan5000 con 20 micras. Se memorizaron en el disco duro 288 fotografías aéreas a colores y 814 en blanco y negro que abarcan el área de estudio como datos de respaldo. Los datos escaneados finales se entregaron en el 2006.

5-6 Triangulación Aérea

El Equipo de Estudio recogió las fotografías existentes y los resultados de la triangulación aérea para el proceso de trazado. El Equipo de Estudio encontró que algunas áreas no tenían resultado de triangulación aérea en el área fotografiada existente. Por lo tanto, se llevó a cabo una aerotriangulación adicional en el área de las fotografías existentes: Bloque 1, Bloque 2, y Bloque 3 son el plan original del área de aerotriangulación en la nueva área fotografiada. (Bloques 4 y el Bloque 5 son las áreas adicionales. Al final, la aerotriangulación fue dividida en 6 bloques.)

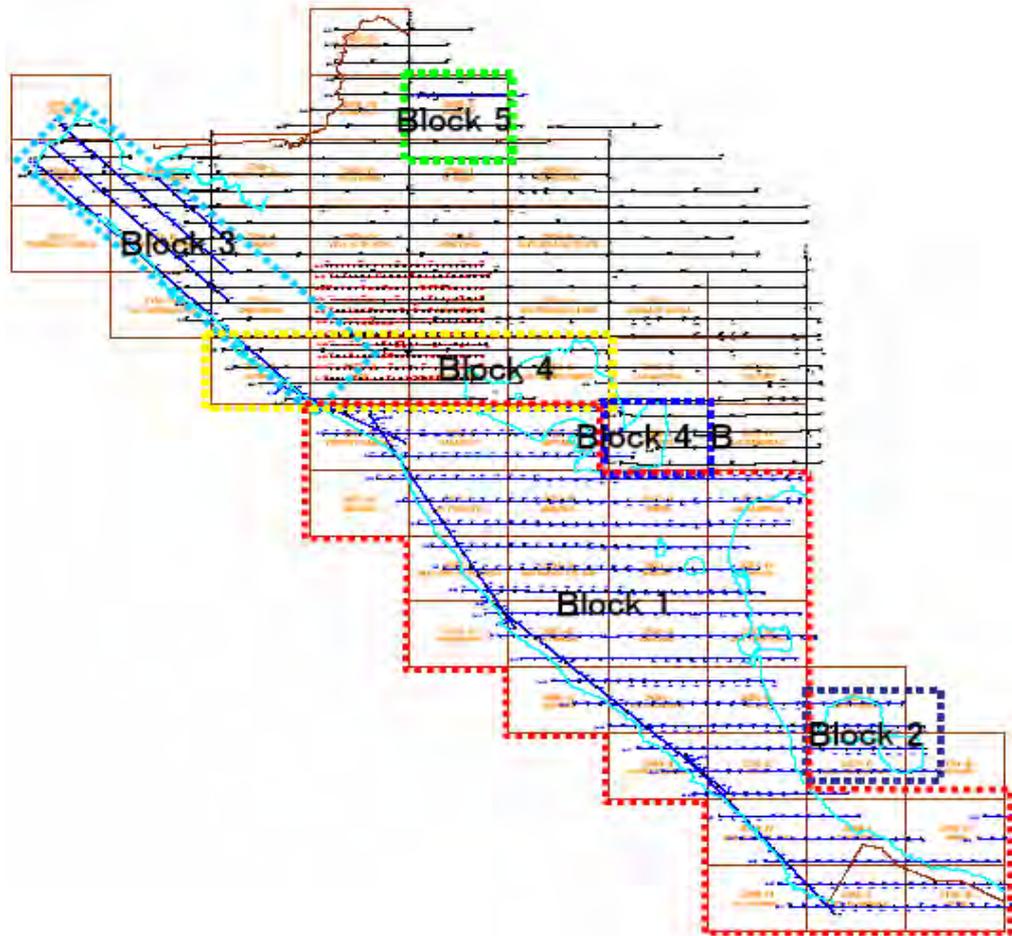


Figura 5-3 Bloques de Triangulación aérea

En el Cuadro 5-2 se muestran los residuales en los puntos de control utilizados..

Cuadro 5-2 Residuos en los Puntos de Control Usados para cada Bloque

BLOQUE_1	Desviación normal de puntos de control RMS	Residuos MAX,
Sub bloque-1		
X	0,422 m	0,770 m
Y	0,277 m	0,495 m
Z	0,627 m	0,928 m
Sub bloque-2		
X	0,212 m	0,265 m
Y	0,212 m	0,296 m
Z	0,287 m	0,347 m
Sub bloque-3		
X	0,202 m	0,360 m
Y	0,229 m	0,366 m
Z	0,319 m	0,383 m
BLOQUE_2		
X	0,316 m	0,515 m
Y	0,468 m	0,804 m
Z	0,510 m	0,941m
BLOQUE_3		
X	0,331 m	0,566 m
Y	0,175 m	0,281 m
Z	0,599 m	0,826 m
BLOQUE_4		
X	0,636 m	1,156 m
Y	0,474 m	0,877 m
Z	0,549 m	0,553 m
BLOQUE_4B		
X	0,226 m	0,498 m
Y	0,343 m	0,715 m
Z	0,393 m	0,958 m
BLOQUE_5		
X	0,672 m	0,987 m
Y	0,536 m	0,942 m
Z	0,731 m	0,984 m

De acuerdo con las especificaciones que se discutieron entre el Equipo de Estudio e INETER, la desviación normal en los residuos de puntos de control debe ser de menos de 0,2% de la altura de vuelo. El máximo debe ser de menos de 0,4% de la altura de vuelo. Además los residuos en los puntos de paso utilizados para el ajuste de bloque

deben ser de menos de 20 micrones. Por lo tanto el resultado de la triangulación aérea cumplió totalmente con las especificaciones.

5-7 Preparación de orto-fotografías para el reconocimiento de campo

Las orto-fotos a escala 1/10.000 estaban disponibles en el área fotografiada existente. El Equipo de Estudio decidió crear nuevas orto-fotografías a escala 1/25.000 para la verificación en las nuevas áreas fotografiadas. Para la creación de las ortofotos, se generaron DTM utilizando la aerotriangulación con espaciamiento de la cuadrícula de 50 m. El proceso de generación de DTM fue totalmente automatizado. La rectificación fue realizada utilizando el programa Inpho's OrthoMaster en forma completamente automática. El software Ortho Vista utiliza técnicas de procesamiento de imagen avanzadas para ajustar automáticamente y combinar orto-fotografías de cualquier fuente en un solo mosaico sin cortes.

Para dividir los datos de acuerdo a la división de hojas cartográficas finales, los datos se convirtieron primero en el formato de Cuadrícula utilizando ArcInfo. Después de dividir, las orto-fotografías se memorizaron por hoja cartográfica en el formato Tiff.

5-8 Reconocimiento de campo

El reconocimiento de campo fue dividido en dos áreas: el área de fotos existentes y el área de nuevas fotografías. El área de fotos existentes se realizó de enero a marzo del 2004.

(1) Estudio en el campo

La metodología del reconocimiento de campo se compone de dos métodos. Uno fue el método convencional utilizando la ampliación dos veces de la fotografía aérea y mapas existentes. Otra forma fue usar las orto-fotografías existentes y nuevas en conjunto con GPS de mano. Se utilizaron orto-fotografías a escala 1/10.000 para el área de orto-fotografías existentes, y se prepararon orto-fotografías a escala 1/25.000.



Foto 5-3 Verificación en el campo



Figura 5-4 Orto-fotografías

(2) Disposición de los resultados en el campo

Para los sucesivos trabajos de trazado, los resultados en el campo se verificaron y dispusieron en la oficina. Fue necesario editar los datos de lugar de varios objetos que se recogieron con el GPS de mano en el campo. El proceso de edición se hizo para comparar las coordenadas de punto e imagen de fondo (orto-fotografías) utilizando el software MicroStation en la oficina.

5-9 Trazado Digital

(1) Trazado de Accidentes Planimétricos

El trabajo de trazado para accidentes planimétricos tales como camino, río, lago, edificio, vegetación y otros objetos del terreno, se adquirieron refiriéndose a los resultados de la verificación con un modelo tridimensional de la fotografía aérea. Se presenta la muestra de los datos de accidentes planimétricos en la Figura 5-5

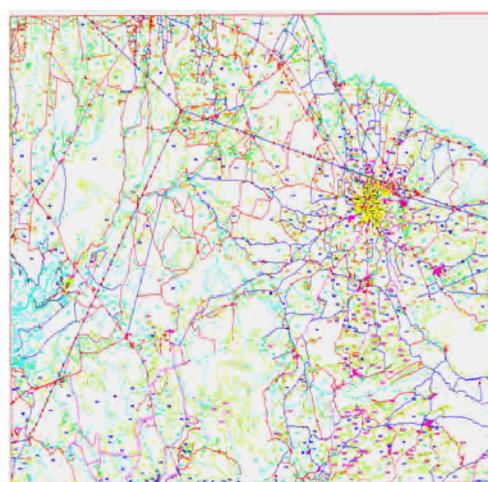
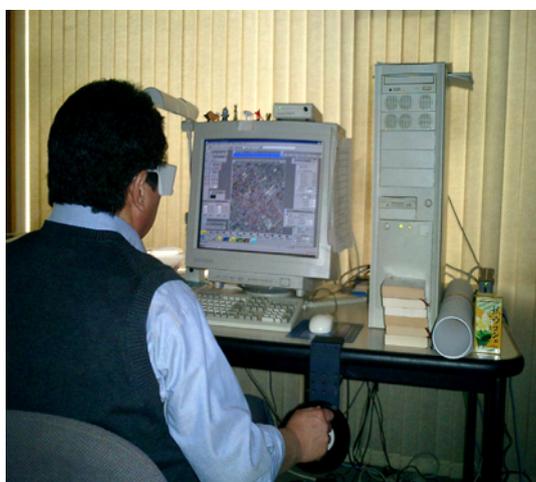


Foto 5-4 Trabajo de trazado digital

Figura 5-5 Accidente Planimétrico

(2) Delineación de Curva de Nivel

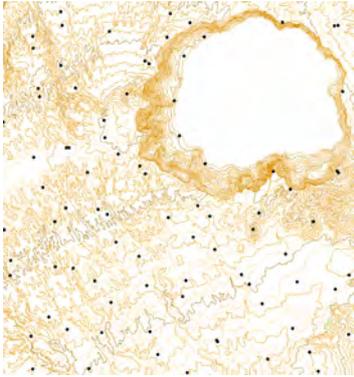
Originalmente, la metodología de delineación de curva de nivel se planeó para su uso en un módulo de Modelo de Terreno Digital (DTM) en los sistemas de trazado digital. Sin embargo, se encontró una gran discrepancia del DTM automático y la altura de terreno real en algunas áreas forestales. En el caso de una gran discrepancia de más de 5 m, la precisión de los mapas se espera que tenga menor precisión que las especificaciones. Por lo tanto se utilizó el método de delineación de curva de nivel manual con vista tridimensional.

(3) Generación de DEM

En este estudio, se utiliza el comando TOPOGRID que es una de las funciones de ArcInfo para generar datos DEM con el uso de los datos de curva de nivel y de altura en puntos. Este espacio de cuadrícula es de 20 metros a solicitud de INETER.

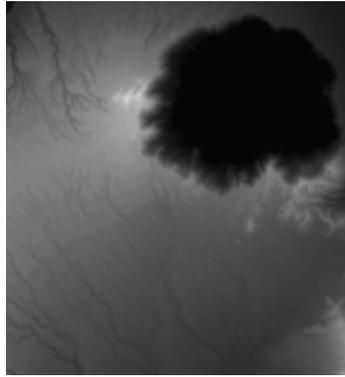
Después de generar DEM en ArcInfo, los datos se editaron en ERDAS IMAGINE para ofrecer valores constantes en áreas planas tales como la superficie de un lago y el mar.

1. Preparación de datos



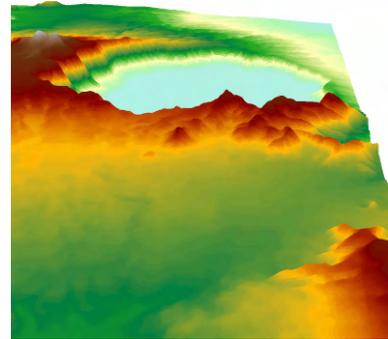
Datos de curva de nivel y altura en puntos

2. Generación de DEM



DEM (formato de cuadrícula en ArcInfo)

3. Indicación del terreno



Vista a vuelo de pájaro de DEM

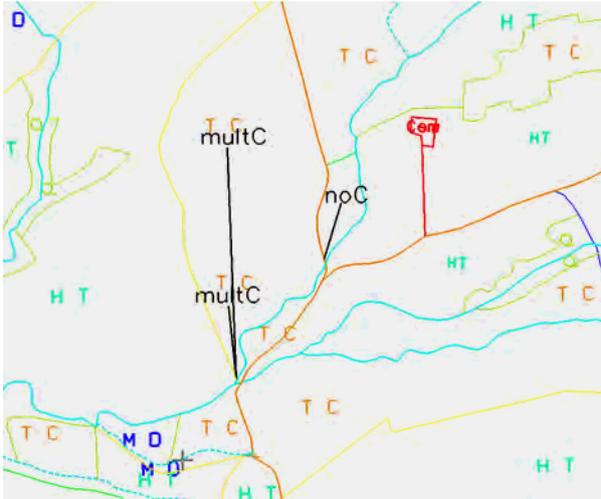
Figura 5-6 Flujo de Trabajo de Generación de DEM

(4) Edición de Datos de Vector

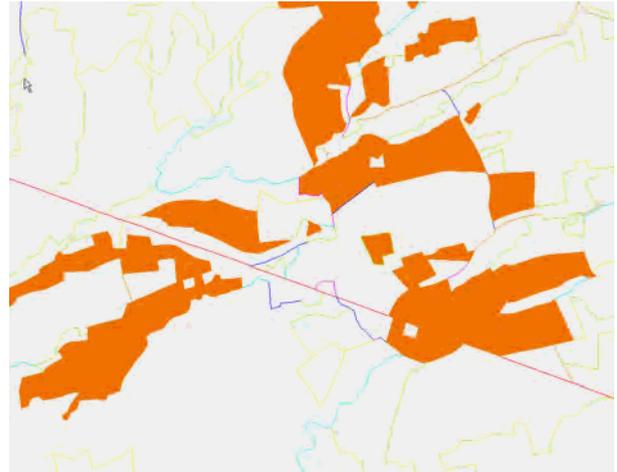
Los datos de trazado se editaron utilizando el sistema CAD tales como "MicroStation" y "AutoCad". La limpieza de datos se ejecutó utilizando MicroStation GEOGRAPHICS siguiendo siete (7) pasos.

- PASO 1 Conversión de datos
- PASO 2 Trabajo de línea duplicada
- PASO 3 Encuentre fragmentos de trabajo de línea
- PASO 4 Elemento lineal fino
- PASO 5 Elemento lineal de segmento
- PASO 6 Espacios de datos
- PASO 7 Dangles

Después de limpiar los datos, se verificó la estructura topológica utilizando la herramienta **Validate Topology**. Aparecieron varios tipos de código de advertencia en el caso de un polígono incompleto. Con respecto a los siguientes códigos de advertencia, los datos se editaron con el método manual y automático.



Verificación de topología con código de advertencia



Formas creadas de una Capa

Figure 5-7 Verificación de topología y formas creadas

5-10 Simbolización de mapa

Los datos de mapa topográfico se simbolizaron de acuerdo con las reglas de aplicación de símbolo de mapa para cinco (5) mapas impresos en color. Adobe Illustrator se utilizó para la simbolización de mapa como software de edición.

Los datos de capa DXF compilados adquiridos en la etapa del proceso de edición de vector se convirtieron en archivos Adobe Illustrator. Además, los otros datos tales como límites políticos, nombres de pueblos y anotaciones también se convirtieron en archivos Illustrator separados.

Todos estos archivos de capa se combinaron en Adobe Illustrator para crear un solo archivo para cada hoja cartográfica específica. Todas las capas anteriores pueden accederse por separado dentro de Illustrator. Los archivos de colores de símbolo, tipos de línea y patrones se crearon, configuraron y aplicaron utilizando Adobe Illustrator. Se presenta la muestra de simbolización cartográfica en la Figura 5-9

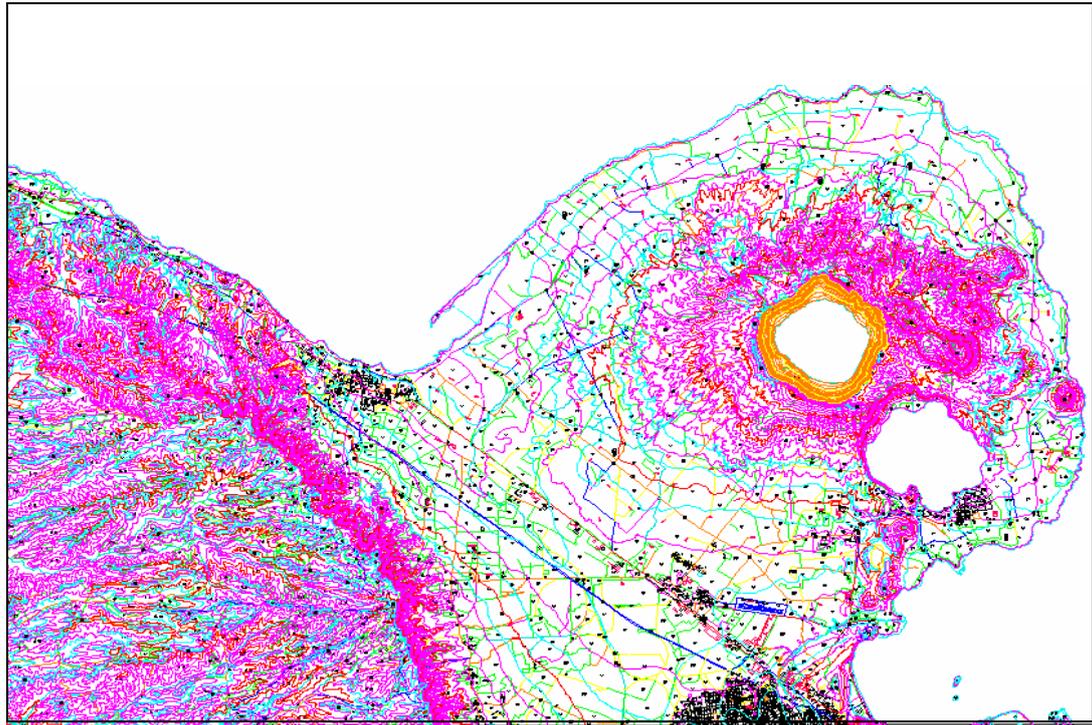


Figura 5-8 Datos (DXF) Trazados de Nombre de Hoja Cartográfica "MATEARE"



Figura 5-9 Nombre de Hoja Cartográfica de Muestra de Símbolos "MATEARE"

5-11 Complementación de campo

Después de la restitución digital, edición de vector y simbolización de mapa, se hizo la complementación de campo. Este es el proceso para hacer los datos finales a presentar en el mapa topográfico verificando y corrigiendo en el campo utilizando los símbolos en los borradores de mapa. El Equipo de Estudio trajo tres juegos de 60 hojas cartográficas de borrador con símbolos de Japón a Nicaragua a principios de octubre. Utilizando estas tres hojas, los miembros del Equipo de Estudio y las contrapartes de INETER en cooperación estrecha realizaron el proceso de complementación de campo de octubre a diciembre del 2005. Se realizó la complementación de campo para los siguientes ítems.

- 1) Los objetos como las escuelas, hospitales, fábricas, iglesias, puentes, cementerios, etc.
- 2) Clasificación de caminos
- 3) Anotaciones sin su símbolo correspondiente
- 4) Los objetos a ser anotados con abreviaciones, tales como hospitales y escuelas sin su correspondiente símbolo
- 5) Se verificó la vegetación a lo largo de las rutas de investigación. Finalizado el estudio en campo, todas las informaciones verificadas fueron organizadas utilizando copias de los borradores de mapas para realizar la restitución digital complementaria.

5-12 Trazado Digital Suplementario y Simbolización de Mapas

(1) Trabajo de Trazado Suplementario

Después de la complementación de campo, se hizo un trazado digital suplementario utilizando los resultados del material de complementación de campo en Japón. Este fue el proceso para corregir, agregar y borrar los accidentes de mapa topográfico. El trabajo se realizó con referencia a los resultados de complementación de campo para preparar los datos DXF final para los símbolos de mapa y creación de la base de datos SIG.

(2) Simbolización de mapa suplementario

Después de la complementación de campo, el trazado de mapa digital suplementario se realizó en Japón. Esto fue el proceso de corregir, agregar y borrar los accidentes de mapa topográfico, símbolos de mapa y todo tipo de letras tales como nombres geográficos y abreviaturas en los borradores de mapas con símbolos. El trabajo se hizo de acuerdo con los datos DXF finales obtenidos por el trazado digital suplementario mencionado arriba y los resultados de la complementación de campo indicados. INETER y el Equipo de Estudio discutieron acerca de otros ítems complementarios necesarios tales como las características del mapa e información marginal para elaborar la versión final de simbolización cartográfica. Los símbolos y la clasificación de caminos fueron modificados de acuerdo con los resultados de la complementación en campo. Se agregaron marcadores de ruta para referir a los mapas existentes. Con relación a la anotación de toponimia, se agregaron los destinos y nuevas anotaciones, además que se modificaron la ubicación y el tamaño de fuente de acuerdo con los resultados del reconocimiento de la complementación en campo.

5-13 Creación de Datos SIG

Los datos DXF trazados se convirtieron al formato de alcance ArcInfo por el software ArcInfo y los datos SIG se crearon de acuerdo con la regla de "Especificaciones de Capa SIG para el Proyecto Nicaragua v6.0 de 7 de marzo del 2005". La proyección de mapa adoptado fue UTM, los datos adoptados fueron WGS84 y la unidad de mapa fue en metros. Se explica el proceso principal de la creación de los datos SIG en la Figura 5-10.

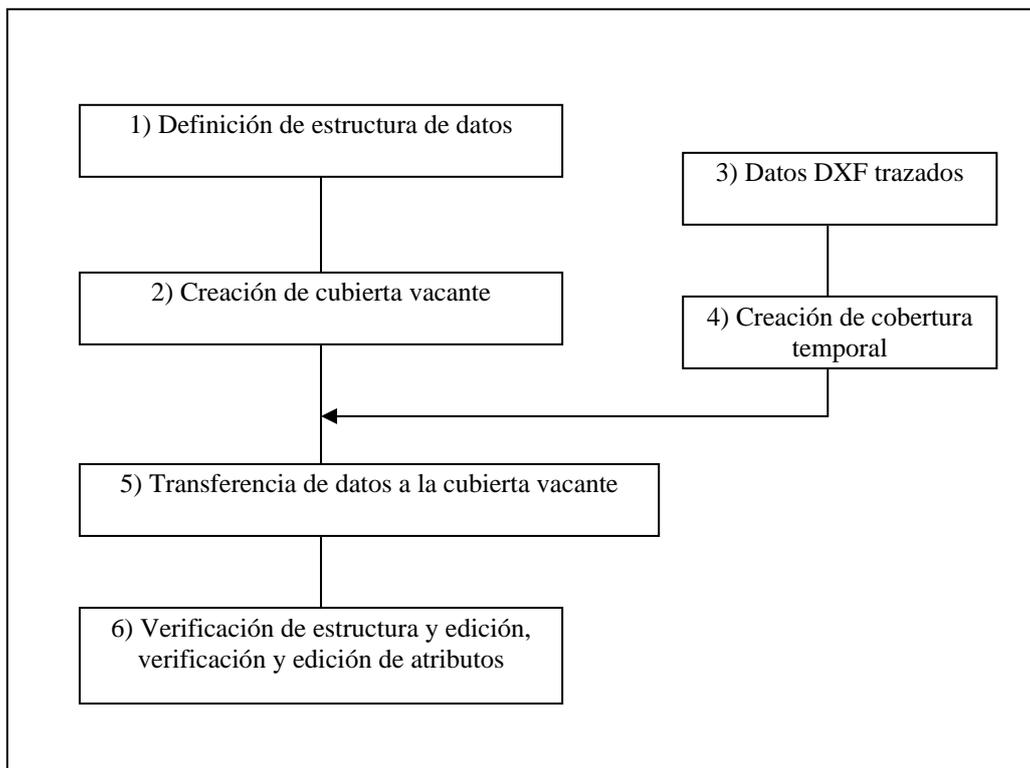


Figura 5-10 Flujo de Procesamiento de Creación de Datos SIG

5-14 Salida de película para placa de impresión de mapa

Los datos del mapa final en el formato Adobe Illustrator se convirtieron en archivos EPS (PostScript Encapsulado) para hacer la placa de película. Mediante el Procesador de Imagen Raster (RIP), se preparó la película negativa separada por color con una resolución de 3000 ppp con el Fijado de imagen que es un equipo de impresor láser de gran resolución. Los datos de mapa consisten de Cian, Magenta, Amarillo y Negro (CMYK) y el Sepia trazados en película negativa de cada color.

Para la verificación de película negativa, se examinó cada película por separado. En el caso de errores, la película se volvió a trazar. En la película negativa, se colocaron marcas de registro en forma de cruz en el exterior de las líneas claras para que pueda hacerse una impresión superpuesta múltiple.

5-15 Impresión

El Equipo de Estudio trajo películas negativas necesarias para la impresión de mapas para hacer el trabajo de impresión en Nicaragua. El Equipo de Estudio contrató a una imprenta local y produjo los mapas topográficos, mapas de amenaza volcánica y mapas de amenaza de terremoto con el método de impresión offset. Un plotter de chorro de tinta color trazó los mapas de amenaza de inundación y mapas de amenaza de Tsunami.

(1) Detalle de impresión

Los mapas topográficos y mapas de amenaza se imprimieron de acuerdo con el acuerdo a partir de las discusiones con INETER en las Minutas de Reunión en noviembre del 2005. El Cuadro 5-3 muestra detalles de impresión tales como el método, tamaño, escala y cantidad.

Cuadro 5-3 Mapas topográficos

	Método	Tipo	Tamaño	Escala	Cantidad
Mapas topográficos	Impresión offset	60 hojas cartográficas	A1	1/50.000	500 para cada hoja cartográfica
Mapas de amenaza de terremoto	Impresión offset	5 escenarios	B3	1/125.000	500 para cada escenario, 2500 en total
Mapa de amenaza volcánica	Impresión offset	Flujo de lava	A0	1/100.000	200
		Flujo piroclástico, lahar y bomba	A0		200
		Caída Tefra	A0	1/200.000	200
Mapa de amenaza de inundación	Plotter de chorro de tinta	Área inundada	A1	1/7.000	50
	Impresora de chorro de tinta		Carta	1/3.500	50
Mapa de amenaza de Tsunami	Plotter de chorro de tinta	Corinto	A1	1/50.000	125
		Puerto Sandino			55
		Masachapa			45
		San Juan del Sur			75

6 PROCEDIMIENTOS DEL MAPEO TOPOGRÁFICO (1/5.000)

6-1 Recopilación de los Datos Existentes

El Equipo de Estudio recogió los materiales necesarios para la preparación del mapa topográfico a escala 1/50.000, incluyendo las fotografías aéreas a color, resultados de aerotriangulación y ortofotos digital a color de la Alcaldía de Managua, con el apoyo de INETER.

6-2 Reconocimiento de Puntos de Control

En el plan inicial, se propuso realizar el reconocimiento del punto de control utilizando GPS. Sin embargo, al conocer que la Alcaldía de Managua poseía los datos de la aerotriangulación, se vio que no era necesario realizar el reconocimiento GPS. Sin embargo, los resultados de triangulación aérea existentes se determinaron que eran inadecuados para los mapas topográficos de 1/5.000 porque se basaban en alturas ortométricas utilizando resultados del modelo geoidal. Por lo tanto, se decidió implementar la nivelación.

6-3 Cambios del Alcance de Mapeo

Originalmente se había propuesto cubrir 200 km² como el área de mapeo topográfico a escala 1/5.000. Posteriormente, INETER solicitó que se agregara también el área montañosa de la parte sur de la Ciudad de Managua que tiene aproximadamente 100 km². Fue señalado que el área incluía los proyectos de desarrollo de presa y reservorio para el plan de control de inundación de la Ciudad de Managua. La parte nicaragüense recalcó la importancia de esta solicitud durante el taller organizado por el Equipo de Estudio en Managua. El Equipo de Estudio respondió a dicha solicitud y presentó la propuesta de compilar los datos de 1/50.000 preparados en el primer año para esta finalidad, cuya propuesta fue aceptada por el INETER. Por lo tanto, el área cubierta por el mapeo topográfico a escala 1/5.000 finalmente suma un total de 300 km². En las Figura 6-1 y Figura 6-2 se muestra esta modificación del área cubierta.



Figura 6-1 Área propuesta originalmente

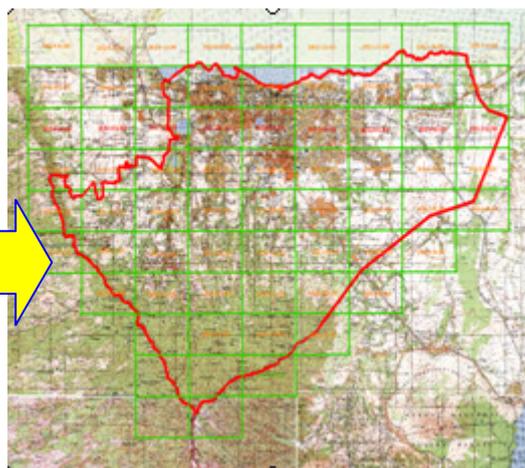


Figura 6-2 Área finalmente cubierta

6-4 Triangulación Aérea

Se realizó una nueva triangulación aérea con base en los resultados de la anterior triangulación aérea y del estudio de los puntos de control. Se utilizaron 623 fotografías aéreas a escala 1/5.000 y se analizaron 610 modelos. El ajuste de bloques se realizó mediante el método bundle (PAT-B). El estándar de precisión se basó en las especificaciones acordadas con los oficiales de INETER. El Cuadro 6-1 muestra los puntos de control residuales de la triangulación aérea.

Cuadro 6-1 Residual de puntos de control (RMS)

	Puntos de control RMS sobre la fotografía	RMS especificados
X	0,108 metros	0,160m
Y	0,117 metros	- Ídem -
Z	0,123 metros	- Ídem -

Nota: Precisión especificada es de 0,2% X altitud del vuelo (800 m)

6-5 Reconocimiento en campo

El reconocimiento en campo de mapas topográficos a escala 1/5.000 se realizó de acuerdo con la simbología cartográfica discutida. Se realizó utilizando los mapas ortodigitales entregados por la Alcaldía de Managua. El trabajo se realizó para anotar edificios públicos, Iglesias, fábricas, escuelas y otros pequeños objetos y para identificar los nombres geográficos.

6-6 Trazado

Con base en la "Nueva simbología y reglas de aplicación del mapa a escala 1/5.000 " acordada en el segundo año del estudio en el año 2005, se realizó el trazado detallado, utilizando los datos básicos extraídos de los resultados de la anterior y nueva triangulación aérea, interpretación de las fotografías aéreas, y el reconocimiento en campo. Se insertaron los intervalos entre las curvas intermedias de contorno de dos (2) metros y las líneas complementarias de nivel a un intervalo de un (1) metro. El formato de los datos finales a ser entregados ha sido el de DXF que es el formato más aceptado y difundido por los usuarios finales, incluyendo INETER, Alcaldía de Managua, ENACAL, entre otros.

6-7 Complementación de Campo para el Mapeo Topográfico

La complementación de campo fue realizada en las partes que han dejado interrogantes, discrepancias o inconsistencias con los materiales referenciales. Considerando que las anotaciones constituyen información sumamente importante, se revisaron cuidadosamente la ortografía, nombres correctos de las localidades y los caracteres. Asimismo se examinaron los cambios seculares utilizando las fotografías aéreas tomadas en el año 2004 y otros materiales referenciales porque se tomaron las fotografías utilizadas para el trabajo de trazado en el año 2000. El trabajo fue ejecutado del 9 de mayo al 22 de junio del 2005.

6-8 Datos Finales del Mapa Topográfico (1/5.000)

El Equipo de Estudio entregó los datos digitales finales del mapa topográfico a escala 1/5.000 en noviembre del año 2005, para que estos sean examinados por INETER. El Equipo de Estudio entregó dos tipos de datos de mapa topográfico: el primero corresponde al perfil de todos los

edificios, y el segundo muestra las áreas edificadas como datos poligonales.



Figura 6-3 Área edificada generalizada



Figura 6-4 Área edificada no generalizada

7 BASE DE DATOS SIG SOBRE INFRAESTRUCTURAS PARA LA MITIGACIÓN DE DESASTRES

Se preparó la base de datos SIG sobre infraestructuras para la mitigación de desastres utilizando ArcGIS. Los datos sobre las infraestructuras necesarias tales como, las municipalidades, estaciones de bomberos, Cruz Roja, hospitales, escuelas, estaciones de policía, gasolineras, pozos y puentes, fueron incluidos para completar la base de datos SIG. Se utilizó el mapa raster topográfico digital a escala 1:250.000 como datos de fondo. El sistema representa todas las informaciones al hacer click en el símbolo. En el caso de los datos de hospitales, también aparece el número de camas y de médicos. Del mismo modo, puede aparecer una foto (imagen) anexada al utilizar el botón de Hyperlink y hacer click sobre la fotografía que se quiere ver.

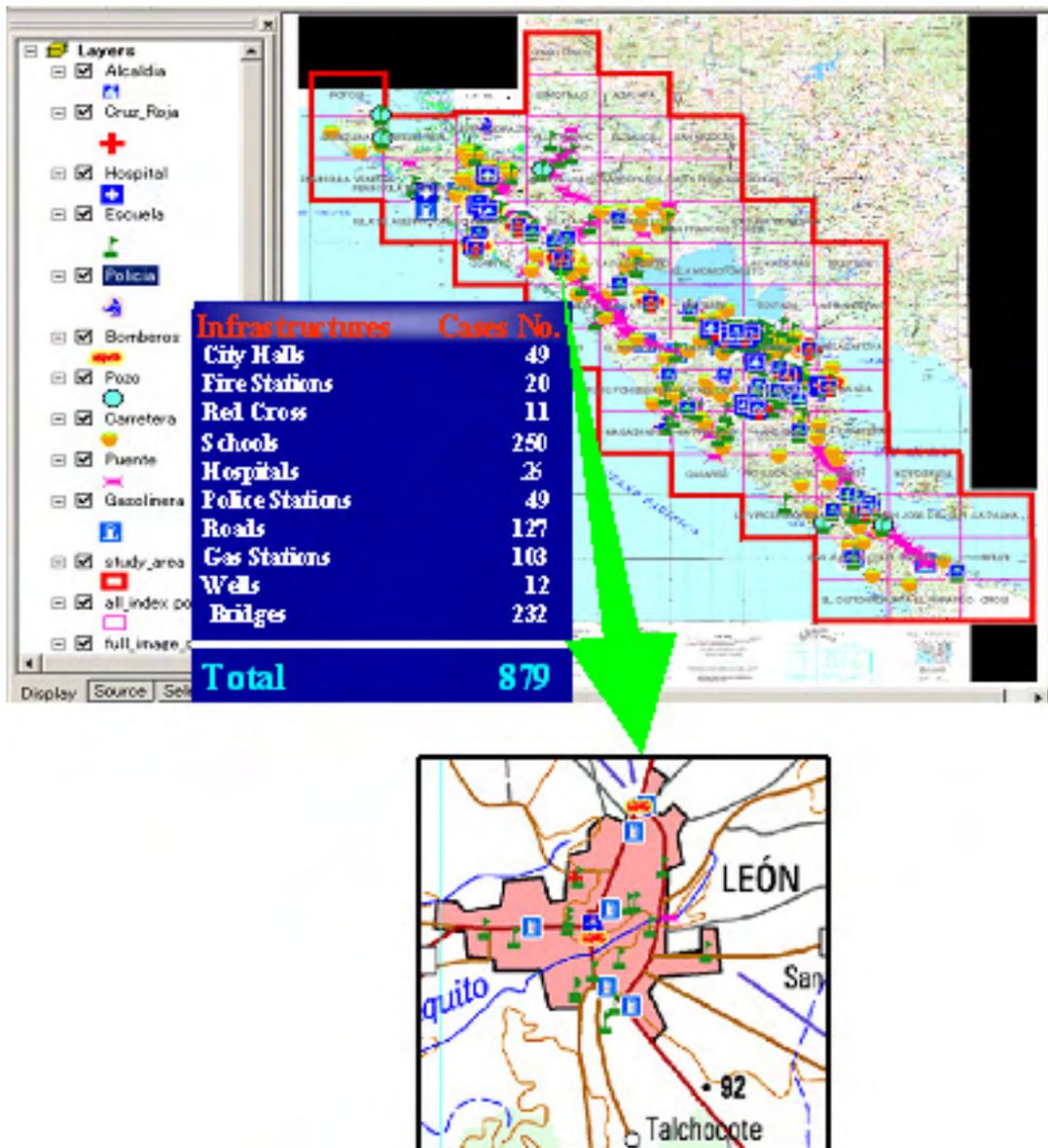


Figura 7-1 Base de Datos SIG sobre las Infraestructuras para la Mitigación de Desastre