



TOMO I

EVALUACIÓN DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTOS Y FLUJO DE DETRITOS EN SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ



CONTRATO 011-2006

INFORME FINAL

31 de agosto del 2006



“ Este documento se ha reproducido con la asistencia financiera de la Comunidad Europea, los puntos de vista que en él se exponen reflejan exclusivamente la opinión de CONRED y por lo tanto no representan en ningún caso el punto de vista oficial de la Unión Europea”.



En la noche del 04 de Octubre de 2005, siendo aproximadamente las 22 horas, y luego de más de 250 milímetros de lluvia acumulada, se dispararon varios deslizamientos en el flanco nor-oeste del volcán Atitlán los cuales dieron origen a un catastrófico flujo de lodo que sepultó los cantones de Panabaj y Tzanchaj en el municipio de Santiago Atitlán, Sololá. Los datos oficiales reportaron más de 600 personas desaparecidas de las cuales fueron rescatados alrededor de 82 cuerpos sin vida.

La Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (SE-CONRED), en el marco de sus funciones y atribuciones, gestionó la realización de un estudio de riesgo en la zona afectada por el fenómeno para lo cual se contrató a la empresa consultora Cordillera S.A. El estudio de riesgo fue realizado siguiendo la secuencia de análisis de las amenazas por deslizamientos y flujos de lodo y la estimación de las vulnerabilidades sociales, físicas y económicas de los cantones afectados. El principal resultado ha sido la delineación de los polígonos de riesgo y otros criterios técnicos que seguramente servirán como herramientas para la toma de decisiones en materia de gestión para la reducción de riesgo a desastres en el área ya mencionada.

Por lo tanto, la SE-CONRED, a través de la Gerencia de Riesgo, presenta a la opinión pública, comunidad científica y población de Guatemala en general este trabajo que se constituye en el primer estudio de riesgo desarrollado en un área de interés nacional.

Hugo René Hernández Ramírez
Secretario Ejecutivo
CONRED

Edy Manolo Barillas Cruz
Gerente de Riesgo

Resumen Ejecutivo

El presente informe contiene resultados del diagnóstico integral de riesgos por deslizamientos y flujo de detritos de la porción central del municipio de Santiago Atitlán con particular énfasis en las comunidades de Panabaj y Tzanchaj donde se registró el desastre del pasado 5 de octubre del 2005 asociado al Huracán Stan. Los resultados del diagnóstico de riesgos efectuado son los siguientes:

Dimensión social, política, y judicial del desastre ocurrido en Panabaj, Santiago Atitlán

La dimensión social exacta del desastre de Panabaj continúa sin ser plenamente establecida ya que las pérdidas humanas no se conocen con precisión. Al momento de escribir este reporte únicamente se habían rescatado 87 cadáveres que habían sido sepultados por el flujo de detritos. El número de personas que todavía permanecen soterradas, declaradas como desaparecidas, puede sobrepasar las 600 por lo que actualmente se registran esfuerzos por parte de los actores locales para la exhumación total de las víctimas.

Dentro de la amplia red de actores sociales locales presentes en el municipio se han identificado tres que guardan mayor relación con el desastre ocurrido y el actual proceso de reconstrucción: la Corporación Municipal, la ONG ADECCAP, y el COCODE de Panabaj.

El proceso de reconstrucción de la zona se inició sin contar con un diagnóstico técnico-científico de la región por riesgos naturales y se ha visto polarizado por la división surgida en cuanto a la selección del sitio final donde debe emplazarse la construcción de las nuevas viviendas.

El proceso de reconstrucción también se ha estado implementando a lo interno de la comunidad de Panabaj, por encima de los flujos de lodo que sepultaron a los residentes. El Alcalde de Santiago ha visitado la comunidad para persuadir a algunos habitantes de que no continúen con la construcción de casas nuevas en el centro del lugar donde ocurrió el desastre pero sus intentos no han fructificado y por el contrario se reporta una actitud agresiva de algunos residentes en contra de las Autoridades Municipales y una voluntad de continuar con la construcción de casas nuevas. Este escenario apunta a que las estrategias locales de gestión de riesgos deben orientarse en dos ejes fundamentales: 1. fortalecimiento de la gobernabilidad, principalmente con la formulación y posterior implementación del Plan de Fortalecimiento Municipal, y 2. implementación de un programa de sensibilización y concientización ciudadana acerca del desastre.

Sin embargo, la tenencia de la tierra y el entorno económico orientado a la industria turística han condicionado notablemente la selección del sitio final para la reconstrucción ya que los terrenos privados suelen presentar un costo bastante alto para la implementación del proceso. También se ha presentado un alto grado de especulación en cuanto al precio de los terrenos ya que terrenos aparentemente poco vulnerables por flujo de detritos donde inicialmente se tenía un precio de Q3,000.00 por cuerda 1 cuerda = 0.393 hectáreas ahora se ofrecen a un promedio de Q15,000.00/cuerda. La toma de la decisión final para elegir el sitio de la reconstrucción se complica al no contar con un mapa de tenencia de la tierra para el municipio de Santiago Atitlán debido a que el catastro no está hecho.

Los escenarios antes descritos demandan la formación de una mesa de diálogo que permita alcanzar un consenso, entre los actores protagónicos involucrados para llegar a acuerdos que beneficien a la comunidad en la etapa de reconstrucción. También se propone que los resultados de la presente evaluación de riesgos sean tomados en cuenta para reorientar de alguna manera el incipiente proceso de reconstrucción y trasladar a las comunidades ubicadas en zonas de alto riesgo a lugares más seguros.

La legislación del país es insuficiente para una gestión adecuada de riesgos naturales. Si bien la Ley de CONRED y la Ley de Desarrollo Social contemplan algunos aspectos interesantes no se han aplicado eficientemente para una reducción efectiva de desastres y no toman en cuenta la seguridad específica de la población ante deslizamientos, inundaciones y/o flujos de detritos.

Por otro lado, el país no cuenta con una Ley de Aguas que permita regular en el mismo sentido. Aún el proyecto de Ley de Aguas que se encuentra estancado en el Congreso de la República no toma en cuenta que los cauces fluviales migran (especialmente en abanicos aluviales y zonas torrenciales como las de Panabaj y Tzanchaj y Teculután Zacapa) y cambian de sección durante las inundaciones. De este modo, resulta importante que las definiciones legales en gestión de riesgos tomen en cuenta criterios geomorfológicos y sedimentológicos.

Los aspectos fundamentales del Código Municipal vigente, aparte de que no consideran la temática de riesgos, no han sido aplicados para la elaboración de planes de ordenamiento territorial específicos de las microcuencas donde puede volver a registrarse otro desastre. La Municipalidad de Santiago Atitlán no cuenta con un Reglamento de Construcción de

modo que las tendencias imperantes en proyectos de vivienda se basan en el mercado y la intuición de los habitantes quienes al no estar sensibilizados y/o concientizados acerca del desastre continúan construyendo sitios de alta peligrosidad. Se desconoce hasta que punto los Estudios de Impacto Ambiental realizados en la zona han tomado en consideración la temática de riesgos aparte de que el MARN basado en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente no enfatiza la temática de riesgos y desastres. Por las dimensiones sociales del desastre ocurrido cualquier EIA que se realice en la zona debería de tomar en consideración esta temática.

Los desastres como el ocurrido en Panabaj pueden ocasionar un debilitamiento de los poderes públicos los cuales pueden ser sometidos a cuestionamiento por los medios de comunicación y por la ciudadanía la cual puede dudar de la capacidad del Gobierno para cumplir con lo que señalan el Artículo 1 y el Artículo 3 de la Constitución Política de la República, referentes a la protección de la persona y el derecho a la vida. Sin embargo, se considera que dentro del marco legal vigente en el país puede llevarse a cabo una gestión efectiva de riesgos que permita reducir vulnerabilidades en la zona de Santiago Atitlán.

Dimensión hidro-meteorológica del desastre

Del banco de datos hidro-meteorológico de las estaciones cercanas a la zona de estudio, preparado por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), se obtuvieron los datos de precipitación y temperatura, utilizados para efectuar el análisis hidro-meteorológico de la zona. Se seleccionó la Estación Santiago Atitlán, por su localización dentro de la sub-cuenca del Lago de Atitlán y el registro histórico que presenta, que permite su análisis.

Se realizó un análisis estadístico de precipitación y temperatura anual y mensual, durante un período de 36 años, a partir del año 1970 hasta el 2005. Para el caso de la precipitación, se amplió el análisis a nivel diario, particularmente para los meses de septiembre y octubre del año 2005, fecha en la cual la tormenta Stan afectara al país y dramáticamente a la zona. Todo lo anterior, con el fin de elaborar un modelo de precipitaciones para la zona, que permitirá entender su relación con los eventos de inundaciones o deslizamientos en el área. Los datos de lluvia horaria analizados revelan que la tormenta registrada en Panabaj durante el Huracán Stan puede ser uno de los eventos de lluvia de mayor intensidad registrados en todo el planeta.

Los diagramas de lluvia diaria y horaria generados pueden convertirse en un instrumento analítico importante para la gestión de riesgos de Santiago Atitlán por lo que es importante socializar los resultados de estos diagramas particularmente considerando que los habitantes de Panabaj y Tzanchaj, producto del shock psicológico que han experimentado en relación con el desastre de octubre pasado, ya estaban atemorizados el día 23 de abril durante la entrada de una ligera tormenta que en nada se compara con lo ocurrido en los primeros días de octubre del 2006.

Por otro lado se hace necesario la capacitación del personal local en cuanto a la interpretación de los datos del pluviógrafo existente en Santiago para que de este modo ellos realicen las interpretaciones de lluvia de ser posible cada hora y comparen los resultados con los datos de lluvia acumulada comparativa Mitch-Stan y no tengan que estar esperando que alguien en Ciudad de Guatemala interprete los datos y se los envíe después de la tormenta. Actualmente existen estudiantes voluntarios de la USAC en la zona vinculados con la gestión de riesgos que muy bien pueden colaborar en esta tarea. Aunque el entorno geomorfológico de la zona no estimula la implementación de un Sistema de Alerta Temprana por flujos de detrito en base a datos de lluvia muy bien puede avanzarse en la integración de los datos con el fin de la formulación de este tipo de medidas.

Consideraciones geomorfológicas y fluviales para la gestión de riesgos en Santiago Atitlán

Se evaluaron las características del paisaje a nivel regional para posteriormente focalizar el análisis geomorfológico cuantitativo en las microcuencas Panabaj Norte, Panabaj Sur, y Tzanchaj. El informe contiene una descripción detallada de los cálculos morfométricos realizados y su aplicación para la simulación de caudales y tiempo de concentración. Es necesario extender el análisis geomorfológico detallado a la microcuenca Quelbaljuyú ya que este sistema también puede controlar flujos potenciales que ingresen al norte de Panabaj.

Debido a que la zona no cuenta con una estación de monitoreo de caudales y a que el tipo de corrientes presentes varían de efímeras a intermitentes en esta sección del reporte se realizan intentos por estimar los caudales que pueden presentarse en las microcuencas Panabaj Norte, Panabaj Sur, y Tzanchaj. Para ello se integra en esta sección los resultados del análisis geomorfológico con los resultados de los datos hidrometeorológicos. A continuación se describen los resultados obtenidos mediante la aplicación de modelos matemáticos y estadísticos ampliamente conocidos en la literatura.

Los resultados de calcular el tiempo de concentración muestran bastante consistencia entre los modelos corridos con el de Rivero proporcionando cifras en una proporción mayor a los dos primeros. De cualquier manera, al comparar los resultados de los t_c estimados con los datos de lluvia horaria del Huracán Stan pudiera sugerirse que la implementación de un Sistema de Alerta Temprana puede ser una de las mejores estrategias preventivas para la gestión de riesgos de Santiago Atitlán. Sin embargo, el contexto geomorfológico condiciona un comportamiento torrencial en los canales fluviales lo cual tiende a dificultar notablemente la eficaz y eficiente implementación del Sistema de Alerta Temprana.

Es importante tomar en cuenta la capacidad de migración que pueden tener los canales fluviales alojados en abanicos aluviales como el presente en la parte baja de las microcuencas Panabaj Norte, Panabaj Sur, Tzanchaj, La Providencia, y El Mirador. La dirección de migración de los canales fluviales puede ser bastante imprevisible por el hecho de que el torrente que transporta los sedimentos al llegar a la zona apical del abanico aluvial experimenta un descenso de pendiente. Sin embargo, en el contexto geomorfológico de Panabaj-Tzanchaj existe claramente una barrera topográfica al norte de la comunidad de Panabaj y otra barrera topográfica en el acantilado ubicado unos 200m al sur de la pista de aviación de Tzanchaj.

Debido a que la migración de los canales, dentro del abanico aluvial donde están emplazadas las comunidades del sur de Santiago Atitlán, puede producirse en casi cualquier dirección puede concluirse fácilmente que todo el abanico aluvial es susceptible de ser afectado por inundaciones y/o flujos de detritos futuros. El contexto geomorfológico también condiciona un comportamiento torrencial en los canales fluviales lo cual tiende a dificultar notablemente la implementación de planes de emergencia, particularmente la evacuación de la población expuesta durante un evento extremo futuro de similar o mayor magnitud al ocurrido el 5 de octubre del 2005.

Por lo tanto, se concluye que la vocación del territorio en Panabaj-Tzanchaj no es urbanizable y que en términos de ordenamiento territorial se considera apto para la implementación de un parque ecológico y de protección ambiental, uso más afín con el sector turístico que predomina en Santiago Atitlán.

Este contexto geomorfológico particular relacionado con el comportamiento hidráulico de las corrientes fluviales dentro de los abanicos aluviales en que están emplazadas las comunidades complica notablemente la eficacia y eficiencia de

cualquier intervención estructural que se proponga como medida de protección para las comunidades de Panabaj y Tzanchaj.

Es importante resaltar que la prevención de otro desastre similar al ocurrido el 5 de octubre del 2005 en la zona debe de tomar en cuenta no solo intervenciones estructurales potenciales en los canales fluviales sino la gestión integral territorial de por lo menos las microcuencas Quelbaljuyú, Panabaj Norte, Panabaj Sur, Tzanchaj, La Providencia, El Mirador, y El Cementerio.

Integración de factores condicionantes y desencadenantes de flujos de detritos para la zonificación de la amenaza por flujo de detritos

La generación del mapa de amenaza incluyó secuencialmente las siguientes actividades en base a un Sistema de Información Georeferenciado (SIG): i) evaluación de cinco factores condicionantes integrados como mapas temáticos (elevación, pendiente, aspectos, geología y uso del suelo-cobertura vegetal); ii) ponderación individual de cada mapa temático; iii) multiplicación entre mapas temáticos ponderados (mapa de susceptibilidad); iv) multiplicación entre susceptibilidad y factor desencadenante proveniente del análisis hidrometeorológico, particularmente el mapa de isoyetas.

La amenaza se zonificó en categorías que van de muy baja, baja, media, alta, y muy alta. El mapa de amenaza muestra que las comunidades de Panabaj y Tzanchaj en su conjunto se encuentran en una zona de muy alta amenaza por flujo de detritos. Del mismo modo se estableció que un pequeño sector ubicado en el límite norte de la cabecera municipal de Santiago Atitlán, que incluye los cantones Pachichaj-Chuul-Panul se encuentran comprendido dentro de una zona de alta amenaza.

Evaluación de vulnerabilidades por flujo de detritos

La evaluación de vulnerabilidades por flujo de detritos se llevó a cabo en base a la metodología del Centro de Naciones Unidas para Asentamientos Humanos (UNCHS) la cual toma en consideración 25 indicadores de vulnerabilidad que incluyen aspectos socioeconómicos, de infraestructura, de exposición a la amenaza, y variables de alerta y respuesta frente a desastres. Para la integración de los indicadores de vulnerabilidad se utilizaron matrices normales y ponderadas y una escala de vulnerabilidades para calificar los indicadores la cual varía de muy baja, baja, media, alta, y muy alta.

La evaluación indica que los sectores más vulnerables por flujos de detritos son las comunidades de Panabaj y Tzanchaj, así como los cantones vecinos de Pachichaj-Chuul-Panul que se ubican en el límite norte de la cabecera municipal de Santiago Atitlán.

Zonificación de riesgos para Santiago Atitlán

Para establecer el grado de riesgo por flujo de detritos existente en el municipio se integraron las zonificaciones de amenaza y vulnerabilidades previamente realizadas apoyándose en el Sistema de Información Georeferenciado logrando de este modo determinar dos polígonos de alto riesgo: 1) el polígono que abarca la planicie volcánico lacustre al sur de Santiago Atitlán, con un área aproximada de 4.5 km^2 , donde se encuentran emplazadas las comunidades de Panabaj y Tzanchaj, y 2) el polígono más pequeño (0.5 km^2) donde se ubican los cantones Pachichaj-Chuul-Panul.

Los polígonos de alto riesgo delimitados en este estudio presentan formidables desafíos para los involucrados. Los retos derivados no pueden resolverse con la implementación de un solo proyecto. Por lo tanto se recomienda la elaboración de una Estrategia de Gestión de Riesgos la cual sirva de base para la formulación de un Plan de Acción que contenga intervenciones en el corto, mediano, y largo plazo.

Personal que participó en el estudio

Nombre	Posición
1. Dr. Rudy Machorro	Coordinador del Proyecto-Formulación de Proyecto
2. Licenciado en Antropología Julio Taracena	Perfil Socioeconómico
3. M.Sc. Susana Pérez	Análisis Hidrometeorológico-Formulación de Proyecto
4. M.Sc. Silvia Cortéz	Evaluación de Vulnerabilidades-Formulación de Proyecto
5. Ing. Geólogo Jaime Requena	Mapeo Geológico-Modelos de Amenaza
6. Ing. Geólogo Sergio Morán	Mapeo Geológico-Fotogeología
7. Roberto Sagastume	Mapeo de Uso de la Tierra
8. Ing. Geólogo Jose Antonio Hernández	Levantamientos Topográficos
9. Ing. Civil Omar Flores Beltetón	Modelos de Lahar-z
10. Ing. Edwin Girón Mencos	Modelos de Lahar-z

Aclaración:

El formato final del presente documento ha sido modificado por la Gerencia de Riesgo de la SE-CONRED con el único objetivo de mostrar la información en una forma más clara.

Agradecimiento

El presente proyecto ha sido posible terminarlo exitosamente gracias al apoyo que ha tenido CORDILLERA por parte de varios actores vinculados con la temática de gestión de riesgos en el país.

Primero queremos manifestar nuestro profundo agradecimiento a CONRED por la confianza depositada en el equipo de trabajo de CORDILLERA para llevar a cabo este proyecto. Estamos particularmente agradecidos por el apoyo logístico y la caballerosidad manifestada por Hugo René Hernández, Secretario Ejecutivo de CONRED, y Miguel Estuardo Coteró Quintana, Sub Secretario Ejecutivo de CONRED quienes fueron grandes facilitadores para la ejecución de este estudio. Los resultados del presente estudio se han enriquecido notablemente por los comentarios técnicos y científicos provenientes del M.Sc. Manolo Barillas, Gerente de Riesgos de CONRED, y el personal que labora en dicha Gerencia.

Para el trabajo de campo se contó con el apoyo de varios actores locales entre los cuales puede citarse el personal que labora para la Municipalidad de Santiago Atitlán, los COCODES de Santiago Atitlán, y algunas ONGs que apoyan la gestión de riesgos del municipio. Estas instituciones proporcionaron personal local que habla tzutujil para que en todas las actividades de campo que condujo el personal de CORDILLERA se mantuvieran los canales de comunicación abiertos con los residentes nativos tzutujiles.

Los resultados de la presente investigación fueron evaluados por el Consejo Técnico y Científico de CONRED que coordina muy profesionalmente el Ing. Eddy Sánchez, Director del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología, e Hidrología-INSIVUMEH. CORDILLERA quiere manifestar agradecimiento por las sugerencias técnicas y científicas provenientes de los integrantes de dicho Consejo el cual, para la evaluación de este proyecto, estuvo integrado por los siguientes profesionales: Dr. Elfego Orozco ERIS-USAC, Ing. Edgar Palencia Dirección General de Minería-MEM, Ing. Byron García-CAMINOS-CIV; Ing. Abelardo Perez-MARN; Ing. Carlos Mansilla-MARN.

Reiteramos de nuevo nuestro agradecimiento a los actores antes mencionados por lo que no dudaríamos en trabajar de nuevo con ellos en el futuro cercano.

Índice del contenido

No. página

Resumen Ejecutivo

Equipo de Trabajo

Agradecimientos

1. CAPITULO I

- 1. Introducción 09
- 2. Antecedentes de riesgos y desastres en el municipio 10
- 3. Objetivos de la consultoría 10

2. CAPITULO II

PERFIL SOCIOECONÓMICO DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN Y DE LOS CANTONES PANABAJ Y TZÁNCHAJ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

- 2.1 Aspectos técnicos del estudio 11
- 2.2 Municipio de Santiago Atitlán, Sololá 12
- 2.3 Perfil socioeconómico del Cantón Panabaj 27
- 2.4 Cantón T'zanchaj, del Municipio de Santiago Atitlán, Sololá 40
- 2.5 Gestión Social-Local de riesgos en relación con los deslizamientos y Flujos de detritos 49

3. CAPÍTULO III

ANÁLISIS HIDROMETEOROLÓGICO

- 3.1 Análisis de lluvia 59
- 3.2 Balance Hídrico 68

4. CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE GEOMORFOLOGÍA FLUVIAL

- 4.1 Geomorfología de la subcuenca de Santiago Atitlán 73
- 4.2 Geomorfología fluvial 75
- 4.3 Morfometría de las microcuencas 78
- 4.4 Análisis de pendientes 86
- 4.5 Simulación de caudales a partir de los parámetros morfométricos estimados para las microcuencas 88
- 4.6 Estimación del tiempo de concentración en base a la geomorfología de las microcuencas 88
- 4.7 Consideraciones geomorfológicas adicionales relacionadas con la gestión de riesgos en Santiago Atitlán 90

	No. página
5. CAPÍTULO V	
ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS POR DESLIZAMIENTOS Y FLUJO DE DETRITOS	
5.1. Entorno Hidrológico	92
5.2 Geomorfología fluvial	92
5.3 Elevación topográfica	93
5.4 Pendientes	93
5.5 Aspectos	94
5.6 Geología de Santiago Atitlán	95
5.7 Uso del suelo	102
5.8 Integración de los factores condicionantes y desencadenantes para la zonificación de la amenaza por deslizamientos y flujos de detritos en Santiago Atitlán	104
6. CAPÍTULO VI	
EVALUACIÓN DE VULNERABILIDADES POR FLUJO DE DETRITOS	
6. Marco teórico para la evaluación de vulnerabilidades por flujo de detritos	109
6.1 Selección y descripción de indicadores de vulnerabilidad por sector de actividad	113
6.2 Aplicación de la metodología del UNCHIS para la evaluación de vulnerabilidad en Santiago Atitlán	117
6.3 Análisis individual de los indicadores de vulnerabilidad que contiene el método del UNCHIS para Santiago Atitlán	118
6.4 Análisis integral de indicadores para la determinación de la vulnerabilidad global en Santiago Atitlán	131
7. CAPÍTULO VII	
DELIMITACIÓN DE SECTORES DE ALTO RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS	
7.1 Integración de amenaza y vulnerabilidades para la delimitación de los sectores de alto riesgo	135
7.2. Generación de escenarios de riesgos por flujo de detritos mediante la utilización del programa LAHAR-Z	139
8. CAPITULO VIII	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
8.1 Conclusiones	143
8.2 Recomendaciones	143

1. CAPITULO I

Datos generales del estudio

1. Introducción

Guatemala es un país altamente vulnerable por una amplia variedad de amenazas naturales que varían desde extremos hidrológicos -sequías a inundaciones-, deslizamientos, terremotos, hasta erupciones volcánicas. En los últimos 30 años destacan la ocurrencia del terremoto de 1976, el Huracán Mitch en 1998, y el Huracán Stan en octubre de 2005.

El municipio de Santiago Atitlán ocupa parte de la extensión territorial de departamento de Sololá en su parte sur abarcando una extensión de 136 km² (Figura 1). A lo interno del municipio existen principalmente 7 comunidades una de las cuales (Panabaj) sufrió severos daños por flujo de detritos generados durante el Huracán Stan.

El presente estudio de riesgos por flujo de detritos para la porción sur-central del municipio de Santiago Atitlán, se basa en los términos de referencia emitidos por CONRED para elaborar modelos que permitan programar intervenciones para reducción de vulnerabilidades con particular énfasis en la zona de las comunidades Panabaj y Tzanchaj.

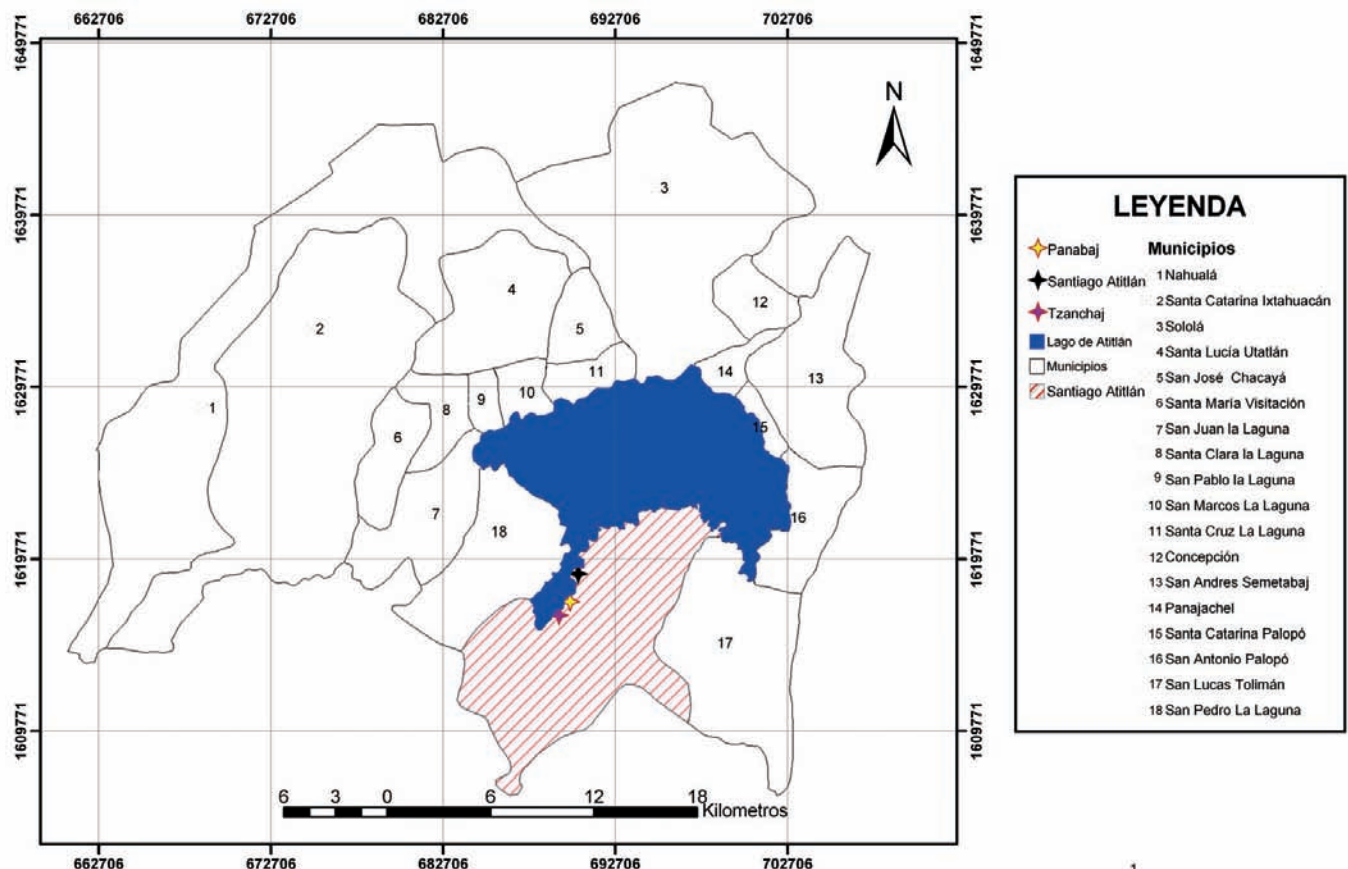


Figura 1.1 Mapa que muestra la división política-administrativa del departamento de Sololá así como la localización del municipio de Santiago Atitlán y la comunidad de Panabaj

2. Antecedentes de riesgos y desastres en el municipio

La literatura reporta la presencia de eventos extremos en el municipio desde hace miles de años cuando las vulnerabilidades sociales y económicas eran mucho menores. La construcción de conos volcánicos como Tolimán y Atitlán, durante el Terciario y parte del Cuaternario, únicamente pudo haber ocurrido por erupciones volcánicas catastróficas. La evidencia geológica disponible para la zona, en base a perforaciones y dataciones geocronológicas en los sedimentos del Lago de Atitlán que se describen más adelante, permite inferir un evento de megadeslizamientos y flujo de detritos el cual ocurrió hace unos 1,000 años. Se reporta por parte de los residentes que el nivel del lago ha estado bajando continuamente los últimos 30 años.

Los habitantes de la zona reportan la existencia de corrientes de lodo en Panabaj desde hace por lo menos 50 años, cuando el sector donde ahora existe la comunidad prácticamente no estaba habitado, razón por la cual le dieron este nombre a la comunidad (Panabaj significa corrientes de lodo en Tzutujil). Los escenarios previamente reportados sugieren que el municipio de Santiago Atitlán se encuentra expuesto a una amplia variedad de amenazas naturales por lo que se hace imprescindible la caracterización de las mismas con objeto de contribuir a un ordenamiento territorial estricto que disminuya vulnerabilidades de la población.

3. Objetivos de la consultoría

Los objetivos de la consultoría que pueden proponerse a partir de los términos de referencia y de los antecedentes que se conocen acerca del fenómeno son los siguientes:

3.1. Objetivo general

Lleva a cabo una caracterización de riesgos por deslizamientos y flujo de detritos en el área que comprende la cabecera municipal de Santiago Atitlán y comunidades vecinas, particularmente Panabaj y Tzanchaj, con objeto de generar un documento que se constituya en un instrumento ejecutivo para la gestión de riesgos del área.

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Llevar a cabo un barrido sistemático de fuentes secundarias relacionadas con la generación de deslizamientos y flujo de detritos y la gestión de riesgos realizada en la zona.

3.2.2. Construir una serie de mapas temáticos que muestre la zonificación espacial de los factores condicionantes comunes a ambas amenazas lo cual

incluye, pero no se limita, a: mapa geológico; mapa geomorfológico; mapa de canales fluviales efímeros, intermitentes, y permanentes; mapa de microcuencas; modelo de elevación digital; mapa de pendientes; y mapa de uso actual de la tierra.

3.2.3. Seleccionar los cauces fluviales de mayor riesgo por generación de deslizamientos y lahares con objeto de llevar a cabo un levantamiento topográfico de los mismos que incluya: a) perfil longitudinal del cauce; b) secciones transversales a cada 250m; c) topografía de la comunidad (particularmente Panabaj) que se localice a una distancia menor del cauce cuya caracterización sea de alto riesgo (particularmente Panabaj).

3.2.4. Evaluar los datos de lluvia de la estación existente en Santiago Atitlán con objeto de modelar la intensidad, duración, y frecuencia de eventos extremos, como el Huracán Mitch y Huracán Stan, que han afectado la zona y de este modo analizar el factor desencadenante crítico para ambas amenazas.

3.2.5. Integrar la información de los diferentes mapas temáticos elaborados para los factores condicionantes y el modelo de lluvia para zonificar espacialmente la amenaza por deslizamientos y flujo de detritos, constituyéndose los mapas de amenaza en una herramienta fundamental para la gestión de riesgos del municipio.

3.2.6. Elaborar el perfil socioeconómico de las comunidades afectadas por el Huracán Stan, particularmente la cabecera municipal de Santiago Atitlán, Panabaj, y Tzanchaj, con fines de construir el perfil de vulnerabilidades para la zona en base a la metodología del Centro de Naciones Unidas para Asentamientos Humanos (UNCHS).

3.2.7. Elaborar distintos escenarios de riesgos por flujo de detritos en base a simulaciones realizadas con Lahar-z en las microcuencas más susceptibles de generar dicha amenaza, particularmente Panabaj Norte, Panabaj Sur, y Tzanchaj.

3.2.8. Integrar los factores críticos de amenazas y vulnerabilidades con objeto de zonificar el grado de riesgo y delimitar espacialmente los polígonos de alto riesgo, los cuales sirvan de soporte para la posterior emisión de una Declaratoria de Alto Riesgo en los términos que establezca el Consejo Técnico y Científico de CONRED que preside el INSIVUMEH.

3.2.9. Formular un programa de intervenciones para la reducción de desastres y seleccionar, de manera participativa con los actores protagonistas del municipio, el proyecto prioritario de reducción de vulnerabilidades que pueda formularse, en base a los lineamientos de SEGEPLAN, para su implementación en el corto plazo.

2. CAPITULO II

Perfil socioeconómico del municipio de Santiago Atitlán y de los Cantones Panabaj y T'Zanchaj, departamento de Sololá

2.1 Aspectos técnicos del estudio

2.1.1. Objetivo

Se elaboró el diagnóstico rápido de los cantones Panabaj, T'zanchaj, y del municipio de Santiago Atitlán, Sololá, con el fin de determinar aspectos generales y específicos a nivel socioeconómico para el proceso de reconstrucción causado por el Huracán Stan.

2.1.2. Metodología empleada

La investigación realizada se fundamentó principalmente en base a tres estrategias, siendo estas:

2.1.2.1. Investigación documental

Información escrita de fuentes directas: Municipalidad, Centro de Salud, Supervisión Técnica del Distrito 07-19-01 de educación, 45° Compañía de Bomberos Voluntarios, Policía Nacional Civil, del municipio de Santiago Atitlán, Ministerio Público, así como datos proporcionados por la Asociación para el Desarrollo Comunitario del Cantón Panabaj (ADECCAP).

2.1.2.2. Método Etnográfico

Este se aplicó considerando las características socioculturales de la población que vive en la comunidad. Respetando e involucrando a los actores directos para obtener la información que se requería recolectar. Se resalta el uso y valoración del idioma que predomina en la comunidad, siendo éste el tz'utujil. Para lo cual se contó con la participación de un traductor originario de la comunidad, con conocimiento, sentido de pertenencia y vivencia de los acontecimientos acaecidos en el municipio durante y post Huracán Stan. Debido a la falta de consenso acerca de la naturaleza hidrometeorológica precisa del fenómeno en este documento se utiliza el término Huracán de la manera en que fue definida por el INSIVUMEH.¹

Este método tiene su fortaleza, en la aplicación de técnicas específicas que permiten al investigador, reconocer e identificar datos sobre la comunidad en estudio, que permitieron analizar e interpretar información de carácter cualitativo y cuantitativo.

En la aplicación de este método se utilizaron como base las siguientes técnicas:

- Recorridos por el campo.
- Inserción comunitaria.

- Sondeo cultural.
- Observación no participante
- Identificación e involucramiento con líderes comunitarios.
- Identificación e involucramiento de informantes clave.
- Establecimiento de la red de actores e involucrados.
- Ubicación de puntos de socialización.
- Historias de vida.
- Entrevista abierta

2.1.2.3. Investigación Acción Participativa (IAP)

Considerando, respetando y valorando las creencias, interpretaciones y formas de vida de la comunidad, en la que es la propia población que permanece, acepta, conduce y lo hará hacia el futuro, se utilizó este procedimiento metodológico. Es importante resaltar que la IAP rescata la información cualitativa y de profundidad.

De las técnicas que dan soporte a la IAP se utilizaron las siguientes:

- Grupos focales.
- Entrevista a profundidad.
- Estudio de caso.

2.1.2.4. Procedimiento

En base a la elaboración de instrumentos de recolección de información y proceso de inducción, se procedió a afinar las estrategias para la etapa de investigación de campo en el municipio de Santiago Atitlán, Sololá.

La primera etapa de recolección de información se estableció que fuera en el Cantón de Panabaj, comunidad que fue la más afectada a nivel material y humano en el municipio, por el Huracán Stan. Seguidamente la cabecera municipal de Santiago Atitlán y por último a nivel departamental en la cabecera de Sololá.

Al efectuar los recorridos por el campo, observación del área de estudio, entrevistas abiertas con pobladores del Cantón y quienes se residían en los albergues temporales, se tomó la decisión de realizar además el diagnóstico del Cantón contiguo hacia el norte de Panabaj, siendo éste T'zanchaj. Esto por la razón de que el área afectada por el deslave se ubica en un espacio limítrofe que enmarca las dos comunidades.

Seguidamente se realizó la recopilación de información en instituciones gubernamentales y no gubernamentales que tienen presencia en la cabecera municipal de Santiago Atitlán.

¹ RESUMEN DEL IMPACTO ASOCIADO AL HURACAN "STAN" EN GUATEMALA Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH. Octubre de 2005. 5 P.

2.2 Municipio de Santiago Atitlán, Sololá

2.2.1 Situación y límites

Santiago Atitlán es uno de los 19 municipios que conforman el departamento de Sololá ubicado al sur de la cabecera departamental. Su cabecera municipal tiene categoría de pueblo. Se ubica a 55 kilómetros de la cabecera departamental (ruta terrestre) y 21 kilómetros (ruta lacustre). Sus colindancias son: al norte con el Lago de Atitlán; al sur Santa Bárbara, Suchitepéquez; al este San Lucas Tolimán, Sololá y; al oeste Chicacao, Suchitepéquez y San Pedro La Laguna, Sololá.

Su extensión territorial es de 136 kilómetros cuadrados. Referente a sus vías de comunicación de y hacia la cabecera departamental son: carretera asfaltada ruta Panajachel-Godínez-San Lucas Tolimán. Por el sector de la costa sur se puede llegar al municipio ruta Cocales, Patulul (Suchitepéquez) y San Lucas Tolimán (Sololá). La ruta lacustre por el Lago de Atitlán, constituye una vía de comunicación por excelencia para y hacia las distintas comunidades ubicadas alrededor de éste. Está habilitada una pista de aterrizaje en el cantón T'zanchaj para avionetas y helicópteros.

Las características de las unidades bioclimáticas y los suelos son las siguientes:

- **Bosque muy húmedo subtropical cálido (BMHSC)**
Altitud: 1560 a 1,600 metros sobre el nivel del mar.
Precipitación pluvial anual: 2,000 a 4,000 milímetros.
Temperatura media anual (mínima-máxima): Parte baja: 24 a 30 °C; parte alta 18 a 24 °C.
Suelos: están divididos entre subtropicales y profundos de textura mediana, moderadamente bien drenados. Predomina en un 60% el rango de pendiente del 12% al 32%.
- **Bosque húmedo montano bajo subtropical (BHMBS)**
Altitud: 1,600 a 3,400 metros sobre el nivel del mar
Precipitación pluvial anual: 1,500 a 2,000 milímetros.
Temperatura media anual (mínima-máxima): 18 a 24 °C. Esta unidad rodea el Lago de Atitlán. La temperatura es estable por la presencia voluminosa de agua.
Suelos: profundos y moderadamente profundos, subsuelo rocoso, de textura liviana a mediana, son de moderada a imperfectamente bien drenados. Las pendientes en la orilla del lago se inician en 0% y alcanzan hasta 23% o 45% en las montañas circundantes.

CUADRO 2.1: CENTROS POBLADOS, CATEGORÍA Y DISTANCIA A LA CABECERA MUNICIPAL

N°	Categoría	Nombre del centro poblado	Distancia a la cabecera municipal en Km.
1.	Pueblo Dividido en cinco Cantones urbanos	Santiago Atitlán, Pachichaj, Panaj, Panul, Tzanjuyú y Xechivoy	21 ruta lacustre 55 ruta terrestre vía San Lucas Tolimán/ Godínez/ Panajachel.
2.	Aldea	Cerro de Oro	10.5
3.	Aldea	San Antonio Chacayá	8
4.	Cantón rural	Panabaj	2
5.	Cantón rural	T'zanchaj	3
6.	Finca	La Armonía	
7.	Finca	El Brote (o)	18
8.	Finca	El Carmen Metzabal	20
9.	Finca	Las Cascadas del Río Nica	
10.	Finca	Chacayá	
11.	Finca	Monte de Oro	32
12.	Finca	Monte Quiná	25
13.	Finca	Olas de Mocá	30
14.	Finca	Providencia	
15.	Finca	Reuerdo	
16.	Finca	El Rosario	22
17.	Finca	Santa Amalia	
18.	Cantón	La Cumbre	
19.	Cantón	Paguacal	

El Cuadro 2.1 presenta los centros poblados, categoría y distancia hacia la cabecera municipal del municipio de Santiago Atitlán.

Fuente: Funcede, 1994 y Centro de Salud, 2005.

Para ilustrar la distribución espacial de las fincas que se muestran en el Cuadro 2.1 sería necesario contar con el levantamiento catastral del municipio el cual no se había realizado al momento de escribir este reporte.

2.2.2. Medios de comunicación

El transporte de pasajeros ruta terrestre es prestado por cinco empresas: Atitlán, La Niña de Atitlán, Esmeralda, Rebuli y Esperanza. El servicio hacia otras comunidades es prestado por un promedio de 15 autobuses diariamente. El costo del pasaje hacia la capital es de 25 quetzales y 5 para San Lucas Tolimán. Entre las aldeas, cantones y municipios vecinos funcionan los servicios de: mototaxis, microbuses, taxis, y pick-ups.

El transporte de carga es prestado por buses extraurbanos, camiones y pick-ups, los cuales realizan recorridos a distintas partes dentro del municipio, a nivel departamental o nacional.

El servicio de transporte lacustre lo proporciona tres empresas navieras: La Fe, Chavajay y Santiago de y hacia distintas comunidades ubicadas alrededor del lago. El servicio es prestado también por lanchas “tiburonerías” de transporte rápido. En el municipio funcionan tres muelles municipales y un número aproximado de 20 muelles entre públicos y privados.

Existen servicios de empresas y comunitarios de teléfono, los cuales tienen un costo para el usuario, a nivel nacional de 1.25 quetzales por minuto. En los cantones urbanos hay teléfonos tarjeteros. Las radios comunitarias y locales del municipio dan cobertura en todo el municipio, así también los canales de televisión nacional y empresas de cable. Un número indeterminado de hogares cuentan con servicio telefónico celular. Funcionan servicios públicos de internet y fax en la cabecera municipal.

2.2.3. Servicios públicos

Las diferentes comunidades del municipio incluyendo la cabecera no cuentan con servicio de drenajes. Los desechos son depositados dentro de fosa séptica, excusado lavable o pozo ciego, en cada una de las viviendas. Esta situación es uno de los problemas que más preocupa a la Corporación Municipal y que espera resolverlos. Según el VI Censo de Habitación 2002, se reporta que el 64.5% de los hogares contaban con este tipo de depósitos de excretas y aguas residuales (INE, 2003).

El servicio de agua entubada, es prestado por la Municipalidad, la cual cuenta con cloración. Esta proviene directamente del Lago de Atitlán y el costo del canon es de 20.00 quetzales mensuales. Según el VI Censo de habitación el 75.2% de hogares contaba con servicio de uso exclusivo del servicio de agua entubada. La cooperación japonesa ha apoyado en los últimos tres años, al municipio en distintos proyectos, para el mejoramiento del servicio de agua potable.

El servicio de tren de aseo es prestado por la municipalidad a través de un camión recolector que pasa por el Cantón una vez a la semana. El costo

del servicio es de 1.50 por bulto de basura. Según datos del VI Censo de Habitación, 2002 el 52.2% de los hogares hace uso del servicio municipal de recolección de basura. El restante 47.8% la queman, tiran en cualquier lugar, o la entierran.

Una de las características sobre el servicio de energía eléctrica en el municipio de Santiago Atitlán, es que la mayor parte de hogares contaban con éste. Según datos del VI Censo de Habitación, 2002 el 91.2% de hogares tiene el servicio (ver otros datos en numeral 3.7 Vivienda).

El servicio de alumbrado público es prestado en la cabecera municipal y áreas principales de los centros poblados rurales.

La estación de Policía Nacional Civil ubicada en el Municipio cuenta con seis elementos.

Los servicios de emergencia son atendidos por la 45° Compañía de Bomberos Voluntarios. Esta cuenta con 36 elementos, de éstos cuatro son permanentes. Sobre el equipo que poseen, está: una estación con edificio en propiedad, cuatro unidades motobomba, equipo de buceo, teléfono, radio banda de dos metros y cuatro radio transmisores. Las necesidades que requieren cubrir para mejorar el servicio a la población son: Capacitación por la Escuela de Bomberos, y equipo (lazos, rapel, oxígeno y otros).²

Otros servicios ubicados en la Cabecera Municipal son:

- Mercado Municipal permanente: martes, domingo y viernes días principales.
- Dos juzgados de Paz.
- Oficina de Ministerio Público.
- Dos cementerios: uno en Cerro de Oro y otro en la cabecera municipal.
- Cinco bibliotecas: una municipal.
- 25 templos religiosos de diferentes denominaciones (21 en diferentes centros poblados), (MOGOLLÓN, 2004).
- Oficina de correos y telégrafos.
- Un rastro municipal ubicado en el cantón Panabaj.
- Un salón municipal.
- Oficina del Comité Nacional de Alfabetización.
- Sub-delegación del Registro de Ciudadanos TSE

2.2.4. Demografía

El Cuadro 2.1 muestra que el municipio cuenta con un área urbana y seis centros poblados rurales. Para Abril de 2006 no existía censo actualizado sobre la población género y grupo de edad del municipio.

Los datos de población para el municipio se muestran en el Cuadro 2.2. Según datos del Consolidado del Censo de Salud de Santiago Atitlán, para el año 2005 en el municipio vivían un total de 37,675 personas (Centro de Salud, 2005). La

²Cristal, Gaspar
Personal permanente Cuerpo de Bomberos Voluntarios 45° Compañía, Santiago Atitlán, Sololá. Fecha de entrevista: 06 de abril 2006.

densidad poblacional para ese mismo año fue de 277 habitantes por kilómetro cuadrado.

En relación al grupo étnico para el año 2002, el 98% de la población pertenecía al maya-tz'utujil. El restante corresponde al grupo no indígenas (INE, 2003). Respecto al número de hogares para el año 2002 era de 6,681 (INE, 2002).

El flujo migratorio tuvo un sobresalto a partir de los deslaves de Octubre, 2005. Un número indeterminado de familias de los cantones afectados, se desplazaron al área urbana de Santiago, otras hacia albergues temporales de iglesias. Sin embargo este flujo se ha ido revirtiendo conforme han pasado los primeros meses del año 2006.

**CUADRO 2.2: POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ
PERÍODO 1994-2005**

FUENTE	AÑO	Nº DE PERSONAS
INE, 1995	1994	17,585
INE, 2003	2002	32,574
Centro de Salud, 2005	2005	37,675

Los Cuadros 2.3 y 2.4 desglosan en mayor detalle la estructura demográfica de Santiago Atitlán según el XI Censo de Población, 2002.

**CUADRO 2.3: POBLACIÓN POR RANGOS DE EDAD Y PORCENTAJE
DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, AÑO 2002**

Rangos	Población	Porcentaje
0 – 9 años	8,223	25.5
10 – 19 años	8,342	25.9
20 – 54 años	12,980	40.2
55 – 84 años	2,595	8
85 y más	114	0.4
Totales	32,254	100%

Fuente: INE, 2003.

**CUADRO 2.4: NÚMERO DE POBLACIÓN POR RANGO DE EDAD
Y SEXO DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, AÑO 2005.**

Rango de edad en años	0 a 14		15 a 59		60 y más	
	H	M	H	M	H	M
Nº de población	4,328	9,281	10,684	11,068	1,247	1,067
Sub total	13,609		21,752		2,314	
Total	37,675					

Fuente:
Centro de Salud, 2005

El desplazamiento de pobladores hacia otros municipios y departamentos se da principalmente por búsqueda de fuentes de trabajo temporal. Un porcentaje de población no identificado, migra a otros países, principalmente a Estados Unidos de Norteamérica. “Se considera que una de cada tres familias de Santiago Atitlán del área urbana, tiene un pariente en este país.”³

De acuerdo al área donde habita la población de Santiago Atitlán, el Censo de población 2002 registró que el 88.87% de los habitantes se sitúan en el área rural del municipio, mientras un 11.13% en el rural (INE, 2003).

³ Pacah, Salvador, Psicólogo y docente universitario, Santiago Atitlán, Sololá. Fecha de la entrevista: 07 de abril de 2006

2.2.5. Educación

El sistema formal de educación está cubierto en las áreas urbana y rurales de todas las comunidades; en los niveles: preprimaria, primaria, ciclo básico, diversificado, educación de adultos y educación especial. El número del distrito escolar según ordenamiento del Ministerio de Educación es 07-19-01 Santiago Atitlán.

Para el año 2004 funcionaban en el municipio tres establecimientos bilingües. De estos dos eran de nivel preprimaria y uno de nivel primaria.⁴

No se cuenta con extensiones universitarias en el municipio. Para satisfacer este requerimiento, los estudiantes se desplazan a la cabecera departamental de Sololá u otros departamentos de la región o regiones vecinas en los programas de fines de semana. Los estudiantes que optan por carreras universitarias de plan diario, optan por residir temporalmente en el área de estudio.

Los Cuadros 2.5 a 2.10 describen indicadores de nivel educativo del municipio de Santiago Atitlán del año 2004.

CUADRO 2.5: MAESTROS POR NIVEL EDUCATIVO, SANTIAGO ATITLÁN, 2004

NIVEL EDUCATIVO	PRE PRIMARIA			PRIMARIA			BÁSICO			DIVERSIFICADO			EDUCACIÓN DE ADULTOS			EDUCACIÓN ESPECIAL		
	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T
N° DE MAESTROS	9	23	32	83	82	165	21	8	29	5	3	8	2	4	6	0	1	1
TOTAL	241																	

Fuente: Mogollón, 2004 H: hombres, M: mujeres, T: total

CUADRO 2.6: ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS POR NIVEL, SANTIAGO ATITLÁN, 2004

NIVEL EDUCATIVO	PRE PRIMARIA	PRIMARIA	BÁSICO	DIVERSIFICADO	EDUCACIÓN DE ADULTOS	EDUCACIÓN ESPECIAL
N° DE ESTABLECIMIENTOS	15	19	5	3	1	1
TOTAL	44					

Fuente: Mogollón, 2004

CUADRO 2.7: RESUMEN ESTADÍSTICO GENERAL DE ESTUDIANTES POR NIVELES Y GÉNERO, SANTIAGO ATITLÁN, 2004

NIVEL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Preprimaria de niños monolingüe	2,297	2,020	4,317
Primaria de niños bilingüe	166	152	319
Preprimaria bilingüe	414	353	767
Primaria acelerada de adultos	151	65	216
Párvulos	58	65	123
Básico	403	348	751
Diversificado	118	88	206
Total	3,607	3,091	6,698

Fuente: Mogollón, 2004

⁴ Mogollón Narciso, Juan Luis, 2004. MONOGRAFÍA DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades Departamento de Pedagogía, Sección Sololá.

CUADRO 2.8: NIVEL DE ESCOLARIDAD PARA EL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, POBLACIÓN DE 7 Y MÁS AÑOS DE EDAD, CENSO 2002.

Total	Hombres	Mujeres	Nivel de escolaridad				
			Ninguno	Pre-primaria	Primaria	Media	Superior
26,752	13,221	13,531	14,360	578	9,879	1,050	117

Fuente: INE, 2003

CUADRO 2.9: NIVEL DE ESCOLARIDAD PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, AÑO 2002

Total	Hombres	Mujeres	Nivel de escolaridad				
			Ninguno	Pre-primaria	Primaria	Media	Superior
24,011	11,845	12,166	12,834	541	8,844	1,685	107

Fuente: INE, 2003

CUADRO 2.10: NIVEL DE ESCOLARIDAD PARA EL ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, AÑO 2002

Total	Hombres	Mujeres	Nivel de escolaridad				
			Ninguno	Pre-primaria	Primaria	Media	Superior
2,741	1,376	1,365	1,526	37	1,035	133	10

Fuente: INE, 2002

El índice de analfabetismo en el municipio de Santiago Atitlán es de 45.47%, según lo registrado en el Censo 2002, el cual reporta 12,165 personas que no saben leer y escribir. De este porcentaje el 58.29% corresponde a hombres y 41.71% a mujeres (INE, 2003). Según datos del Ministerio de Salud Pública (MSPAS) la población analfabeta para el año 2005 era del 76.34% (MSPAS, 2005)

2.2.6. Salud

El uso de medicina tradicional y alternativa es la más utilizada por la población del municipio de Santiago Atitlán. “Esto obedece entre otros factores a: bajo costo, mejores resultados y tradición⁵”. Se identifican especialistas de medicina tradicional, entre ellos: curanderos (de hierbas y oraciones, curahuesos y sobadores). El Municipio cuenta con 30 comadronas adiestradas (MSPAS, 2005), quienes asisten labores de parto.

Se cuenta con un Centro de Salud Tipo B, que se ubica en la cabecera municipal y presta la atención salud a los habitantes atitecos y un puesto de salud en el área rural. No cuenta con encamamiento y refiere los casos necesarios al Hospital Departamental de Sololá. La asistencia de jornadas médicas y de vacunación se realiza con periodicidad atendiendo a la situación que se requiera y prevalezca en las distintas comunidades. Las estadísticas sobre indicadores de salud, las maneja el Centro en forma integrada, en relación a la población que atiende en el municipio, datos que se presentan en los Cuadros 2.11 a 2.15.

Cabe destacar que en la cabecera municipal funcionan ocho ventas sociales de medicamentos. Los que ofrecen venta de medicinas a menor costo.

El Centro de Salud, tiene a cargo los servicios estatales de salud. Cuenta con: 5 médicos, 7 auxiliares de enfermería, 2 enfermeras profesionales, 30 comadronas que prestan servicio tanto en la Cabecera municipal como en el área rural, 15 técnicos de salud rural, un técnico en salud, un auxiliar de saneamiento ambiental, personal del programa de enfermedades transmitidas por vectores y 33 promotores de salud rural. Adicionalmente se cuenta con servicios médicos privados; 2 clínicas médicas, 2 clínicas odontológicas y 4 laboratorios dentales.

⁵ Pacach, Salvador. Psicólogo y docente universitario. Santiago Atitlán, Sololá. Fecha de la entrevista: 07 de abril de 2006

En el municipio funciona la Asociación de Salud Rixin Tinamit, que brinda servicios integrados de salud materna infantil, preventiva y curativa a través de una clínica comunitaria, así como también brinda servicios de consulta externa, emergencias, farmacia, odontología y laboratorio clínico. Funciona un proyecto a nivel comunitario que apoya a madre-niño en los cantones del municipio, este proyecto cuenta con el apoyo de 200 voluntarias.

El índice de natalidad para el municipio de Santiago Atitlán es de 2.2% con respecto a la población total del municipio, esto significa un total de 714 nacidos vivos, comprendidas entre las edades de 12 a 49 años. Siendo el periodo con más nacimientos entre los 20 y 24 años de edad solamente en el municipio. Ahora bien para el área urbana los nacidos vivos son 586 y para el área rural 128 nacimientos vivos.

CUADRO 2.11: DATOS DE INTERÉS EN EL SECTOR SALUD, MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN AÑO 2005.

DATOS	TOTAL
Población total municipio	37,673
Total de nacimientos 2004	754
Total de nacimientos 2005	714
Tasa de natalidad	18.95
Crecimiento vegetativo	1.19
Tasa de fecundidad	90.25
N° de mortinatos	1
Prestación institucional del MSPAS	15,216
Extensión y cobertura PPS Y ASS	22,457
N° de distritos de salud del área de salud	1
Comunidades del área de salud	18
N° de comunidades con médico ambulatorio	14
N° de comunidades con vigilantes en salud	14
N° de vigilantes en salud	124
N° de comadronas adiestradas	30
N° de médicos ambulatorios	2
Centros de salud Tipo B	1
Puesto de salud	1

Fuente: MSPAS, 2005

CUADRO 2.12: DIEZ PRINCIPALES CAUSAS MORBILIDAD PRIORITARIA (PRIMERAS CONSULTAS), CENTRO DE SALUD, SANTIAGO ATITLÁN, 2005

CAUSAS	FM	%	FF	%	TOTAL	PT	TASA DE INCIDENCIA
Anemia	149	12.1	1,170	87.9	1,319	37,673	35.0
Tricomoniasis vaginal			8	100	8	7,911	1.01
VIH Positivos	5	100			5	37,673	1.01
Tuberculosis pulmonar en mayores de 10 años (excluye meningitis tuberculosa)	5	41.7	7	58.3	12	28,840	
Cáncer de cérvix			1	100	1	7,911	0.128
Diabetes Mellitus	4	30.7	9	69.3	13	37,673	0.34
Hipertensión arterial	11	25	33	75	44	37,673	1.16
Insuficiencia cardíaca congestiva			1	100	1	37,673	0.02
Hemorragia que complica embarazo			1	100	1	7,911	0.12
Hipertensión arterial por embarazo			2	100	2	7,911	0.25

Fuente: MSPAS, 2005. FM = Frecuencia Masculina, FF = Frecuencia Femenina, PT = Población Total.

CUADRO 2.13: CINCO PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD GENERAL DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ 2005

N°	Causas	Frecuencia masculina	%	Frecuencia femenina	%	Total
1	Resfriado común	837	27.58	1,925	27.95	2,762
2	Amigdalitis	746	24.58	1,882	27.33	2,628
3	Parasitismo intestinal	595	19.60	1,306	18.96	1,901
4	Neumonía	280	9.23	374	5.43	654
5	Diarrea	272	8.96	459	6.66	731

Fuente: MSPAS, 2005

CUADRO 2.14: CINCO PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD GENERAL DE LAS ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ 2005

N°	Causas	Frecuencia masculinos	%	Frecuencia femeninas	%	Total
1	Anemia	149	15.27	1,170	29.05	1,319
2	Neuritis	191	19.57	832	20.66	1,023
3	Gastritis	147	15.06	455	11.30	602
4	Infección del tracto urinario	86	8.81	490	12.16	576
5	Asma	48	4.92	199	4.94	247

Fuente: MSPAS, 2005

CUADRO 2.15: CINCO PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD INFANTIL, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ 2005

N°	CAUSAS	NÚMERO DE CASOS	%
1	Resfriado común	173	28.36
2	Amigdalitis	126	20.66
3	Neumonía	96	15.74
4	Diarrea	71	11.64
5	Parasitismo intestinal	17	2.79

Fuente: MSPAS, 2005

2.2.7. Aspectos económicos

La principal actividad por las cuales las familias tienen sus ingresos económicos es la agricultura tradicional y trabajo como jornaleros en: campos de cultivo, fincas, en comunidades del municipio de Santiago Atitlán y otros departamentos colindantes con éste. (Las condiciones prevalecientes en el municipio de Santiago Atitlán respecto al trabajo agrícola son similares a las de Panabaj, para lo cual se refiere al lector al Numeral 2.7). Le siguen las relacionadas directa o indirectamente con el turismo.

El uso de tierras comunales administrada por la Municipalidad, es una opción que beneficia directamente a la población que se dedica a la agricultura y que no es propietaria. Según datos de FUNCEDE, las autoridades municipales estimaban que entre un cuarto y un quinto del territorio de Santiago Atitlán, (entre 55 a 80 caballerías), es tierra comunal. Ubicada en las faldas de los volcanes Atitlán y San Pedro. La mayor parte de esta tierra está ocupada por vecinos atitecos y que pagan por el arrendamiento un quetzal/ha⁶. El Cuadro 2.16 describe el número y tipo de negocio o actividad que se presenta en la cabecera municipal de Santiago Atitlán.

CUADRO 2.16: TIPO Y NÚMERO DE ACTIVIDADES Y NEGOCIOS IDENTIFICADOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, ABRIL 2006

ACTIVIDAD O NEGOCIO	N°	ACTIVIDAD O NEGOCIO	N°
Tiendas de comestibles	81	Teléfono comunitario	14
Cantinas	14	Molinos de mixtamal	9
Taller de pinchazo	2	Abarroterías	6
Tiendas de textiles	9	Venta de artesanías varias	17
Librerías	8	Depósitos de madera	3
Taller de calzado	5	Venta de leña	3
Venta de calzado	4	Tortillerías	12
Ferreterías	6	Funerarias	2
Camicerías	4	Venta de hilo	7
Venta de comida en local	17	Panaderías	8
Servicios turísticos varios	5	Hoteles y hospedajes	9
Carpinterías	6	Taller mecánica automotriz	4
Venta de teléfonos celulares	4	Taller de reparación de electrodomésticos	6
Venta de comida en carreta	42	Depósitos de granos	3
Bancos	2	Teléfono comunitario	3
Talleres de artesanías	15	Cooperativas	3
Venta de agroquímicos	3	Venta de aceites y lubricantes	2
Gasolineras	1	Servicio de encomiendas	5
Billares	2	Juegos electrónicos	6
Estudio fotográfico	2	Barberías y salones de belleza	3
Venta de electrodomésticos	2	Beneficios de café	1
Almacenes y ventas varias	12	Servicios profesionales varios	24

Fuente: Municipalidad, 2006 y elaboración propia 2006.

⁶ FUNCEDE (Fundación Centroamericana para el Desarrollo); et al., 1994. DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ. Guatemala.

Según Informe de Desarrollo Humano 2005, los datos para el Municipio de Santiago Atitlán referentes a pobreza⁷ son los siguientes:

- Pobreza año 2002 = 79.8 %
- Pobreza extrema año 2002 = 26.3 %
- Población rural año 2002 = 11.1 %
- Coeficiente de Gini para fincas mayores de 1 Mz. = 0.790
- Coeficiente de Gini para todas las fincas = 0.770 (PNUD, 2005)

Según datos del XI Censo de Población, 2002 la PEA (población económicamente activa) del municipio es de 12,032 lo que representa el 37.30% de la población de Santiago Atitlán. Del consolidado de Censo de Población por Grupo de Edad del Distrito 4 de Salud de Santiago Atitlán, la PEA para el año 2005 era la siguiente: Total PEA 21,752 representando el 57.7%. La PEA femenina 11,068 representando el 59.2%, y la PEA masculina de 10,684, representado el 49.1% (Centro de Salud, 2005).

La industria turística constituye una fuente de empleo y desarrollo para el municipio. El capital cultural y social que posee la comunidad en conjunto con la atracción que representa para los visitantes el lago de Atitlán, han impulsado su desarrollo en el municipio, situación que se debe de fortalecer.

2.2.8. Vivienda

Según referencias del Censo del V Censo de Habitación, 2002 en el municipio de Santiago Atitlán se registraron 6,194 viviendas y un total de 6,681 hogares. De éstos, el 93% de habitantes del Municipio son propietarios o vivían en terrenos de familiares. El restante porcentaje estaba habitando un local: alquilando, cedido u otro tipo de condición (INE, 2003).

Un fenómeno característico en las distintas comunidades alrededor del Lago, es la compra de terrenos por personas no originarias (nacionales y extranjeros) al departamento de Sololá, con el fin de construir lugares de recreo o vivienda. El Cuadro 2.18, describe el tipo de vivienda de la Cabecera Municipal de Santiago Atitlán, según VI Censo de Locales de Habitación, 2002 (INE, 2003)

CUADRO 2.17: PEA SEGÚN RAMA DE ACTIVIDAD Y SEXO, MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, 2002

Rama de actividad económica	Hombres	Mujeres
Agricultura, caza, silvicultura y pesca.	4,646	798
Explotación de minas y canteras.	47	6
Industria manufactura textil y alimenticia.	574	1,239
Electricidad, gas y agua.	10	5
Construcción.	523	119
Comercio por mayor y menor de restaurantes y hoteles.	1,987	1,086
Transporte, almacenamiento y comunicaciones.	197	34
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a empresas.	93	15
Administración pública y defensa.	63	20
Enseñanza.	72	74
Servicios comunales, sociales y personales.	183	149
Organizaciones extraterritoriales.	-	-
Rama de actividad no especificada.	63	29

⁷ La terminología simplificada para describir los niveles de pobreza puede basarse en Asian Development Bank, 2002, Development Indicators Reference Manual. 115 p.

Pobreza: privación de bienes, servicios y oportunidades esenciales a los cuales todo ser humano tiene derecho.

Pobreza extrema: nivel en el cual no se tienen los requerimientos mínimos para sobrevivir.

Coeficiente de Gini: es el indicador más utilizado para medir la desigualdad en el ingreso

$$G = \left| 1 - \frac{\sum_{k=0}^{K=n-1} (X_{k+1} - X_k)(Y_{k+1} + Y_k)}{\sum_{k=0}^{K=n-1} (X_{k+1})} \right|$$

Donde G = coeficiente de Gini; X = proporción acumulada de la variable población; Y = proporción acumulada de la variable ingresos.

El coeficiente registraría cero (0.0= desigualdad mínima) para una sociedad en la que cada miembro recibiera exactamente el mismo ingreso y registraría un coeficiente de uno (1.0= desigualdad máxima) si un miembro recibiera todo el ingreso y el resto no recibiera nada

CUADRO 2.18: TIPO DE VIVIENDA PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTIAGO ATITLÁN, AÑO 2002

Total	Tipo de local				
	Casa formal	Apartamento	Palomar	Rancho	Improvisado
4,661	4,589	5	8	49	9

Fuente: INE, 2002

2.2.9 Historia

A la llegada de los españoles (1524) la capital del reino tz'utujil se encontraba en el lugar conocido actualmente como Chuitinamit, Chuicinivit o Chukimuk, al lado poniente de la entrada a la bahía de Santiago, sobre un promontorio rocoso (Funcede, 1994).

Santiago Atitlán fue la corte de los reyes Ahtziquineja. Era un centro que abarcaba parte de lo que actualmente se conoce con el nombre de Santiago, aunque comprendía un territorio más grande, el cual se extendía hasta la costa del Pacífico donde los tz'utujil sembraban cacao y maíz. Luego de la conquista española, Santiago fue fundado por el padre franciscano Gonzalo Mendez, cerca del centro ceremonial. Mas tarde, otros poblados tz'utujil fueron reunidos en un solo pueblo por los padres Francisco de Parra, comisario general, y fray Pedro de Betanzos. Fue entonces cuando lo llamaron Santiago Atitlán. En febrero de 1585 Santiago fue dado en encomienda a Sancho de Barahona y se le dio el nombre de Atitlán de la Real Corona. En 1872 Santiago pasó a ser municipio del departamento de Sololá.

Otros acontecimientos importantes en la vida de Santiago Atitlán son el establecimiento, en 1963, de la Misión Católica de Oklahoma (MICATOKLA), que constituyó el primer esfuerzo en pro de la solución de problemas sociales de Santiago Atitlán y la fundación de la radio La voz de Atitlán, en 1966, con el fin principal de proporcionar educación por medios radiofónicos.

El 2 de diciembre de 1990 se produjo un hecho que continua conmocionando la vida de Santiago, al ser asesinadas trece personas frente al destacamento militar, al momento en que una multitud se acercó a reclamar la liberación de unos vecinos detenidos. La consecuencia inmediata de

este trágico hecho fue la decisión de retirar el destacamento por órdenes del entonces presidente Vinicio Cerezo, así como la organización del Comité Pro-seguridad y Desarrollo. Decisión que se adoptó en un cabildo abierto, con la participación de representantes de las distintas organizaciones sociales e iglesias del municipio. Desde entonces dicho comité se ha encargado de la seguridad civil en la jurisdicción (Funcede, 1994).

El municipio de Santiago Atitlán fue uno de los que más se vio afectado por la tormenta tropical Stan en el mes de Octubre de 2005, a nivel nacional. Los daños ocasionados por las lluvias se resumen en el Cuadro 2.19 y se enlistan de la siguiente manera (UTM, 2006).

- Comunidades con daños severos y moderados: Panabaj, Tzanchaj, Panul, Chuu'l y Pachichaj.
- Huérfanos parciales (uno de los padres falleció): Niños = 12 niñas = 11 Total de 23 huérfanos parciales.

Albergues:

1. Albergue T'zanchaj = 313 familias
 2. Albergue Alfa Y Omega = 32 familias
- Total = 345 familias en ambos albergues

- Personas indocumentadas: 345.
- Número de damnificados:

1. Panabaj y T'zanchaj: 593 familias; 2,651 personas
2. Zona Norte: Pachichaj, Panul y Chuu'l : 252 familias ; 1,273 personas

Total general damnificados

845 Familias y 3,924 personas.

CUADRO 2.19: ESTADÍSTICAS DE DAÑOS OCASIONADOS POR EL HURACÁN STAN EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLA, 05, 06 Y 07 DE OCTUBRE 2005

PERSONAS MUERTAS RESCATADAS	Nº DE NIÑOS HUÉRFANOS Por padre y madre			Nº DE FAMILIAS EN ALBERGUES TEMPORALES	Nº DE DAMNIFICADOS		Nº DE VIUDAS (OS)	Nº DE VIVIENDAS DESTRUIDAS
	H	M	T		F	P		
82	12	11	23	345	845	3,924	16	361

Fuente: Municipalidad de Santiago Atitlán, 2006.
Referencias: H : Hombres; M: Mujeres; T: Total; F: Familias; P: Personas; sr: sin registros. Solo 82 cadáveres han sido rescatados; el resto de muertos y desaparecidos cuya cifra puede sobrepasar los 600 continúan sepultados bajo los escombros.

- Estructuras dañadas:
Escuela Cantón Panabaj con daños severos y en zona de riesgo.
Escuela Cantón Chuu'l afectado y en zona de riesgo.
Edificio de la Policía Nacional Civil con daños moderados y en zona de riesgo.
Edificio del Organismo Judicial con daños moderados y en zona de riesgo.
Edificio del Hospitalito con daños severos y en zona de riesgo.
Terreno del museo del Pueblo Tz'utujil dañado y en zona de riesgo.
Terreno para la construcción de los edificios de dos establecimientos Centro Educativo Comunitario Atitlán "CEDUCA" y la Escuela Normal Bilingüe Intercultural "ENBI" con daños severos y en zona de riesgo.
Carretera a San Pedro La Laguna con daños severos.
Carretera a Chicacao con daños severos.
Carretera a San Lucas Tolimán con daños severos.
Campo de Fútbol San Jorge con daños moderados.
Relleno Sanitario con daños moderados.
- Daños del sector agrícola:
Café = 968 cuerdas.
Pacaya = 127 cuerdas.
1 Maíz = 280 cuerdas.
Maxan = 80 cuerdas
2 Tomate = 24 cuerdas
Repollo = 33 cuerdas
3 Frijol = 16 cuerdas
4 Plátano = 1 cuerda
Total = 1,529 cuerdas
según reporte de 348 agricultores

Fuente. Unidad Técnica Municipal, 2006.

2.2.10. Referencias y patrones culturales de los habitantes de Santiago Atitlán

El nombre del lago deriva de los vocablos Atl que se traduce: agua y; titlán: lugar. Palabras que se interpretan como "Lugar de agua". Otra versión señala que viene de los vocablos: Atl-ti-tlan las cuales se traducen como agua-ligadura-terminación de pluralidad, que se interpretan "Entre aguas". Podría derivar de la voz en lengua pipil atl, agua; y tlan, cerro; que se interpretan como "Cerro rodeado de agua" (Funcede, 1994).

La cultura del municipio está fundamentada en los patrones del pueblo tz'utujil. La comunidad tz'utujil ocupa parte del territorio de los departamentos de Sololá y Suchitepéquez. Integran los municipios: San Juan La Laguna, Santa María Visitación y Santiago Atitlán, pertenecientes al departamento de Sololá; y los municipios de Chicacao

y San Miguel Panán, del departamento de Suchitepéquez. Tiene un área de 382 kilómetros cuadrados (Cahuec, s.f.).

La población para el año 2002 era de 78,498 personas con pertenencia étnica hacia esta comunidad étnica. En Santiago Atitlán para esa fecha se reporta una población del grupo étnico maya-tz'utujil de 31,540 habitantes (INE, 2003).

El sentido religioso de la población, cosmovisión y tradiciones han constituido la fortaleza de éste pueblo, así como la riqueza cultural. El sistema de cofradías en que el sincretismo religioso y cultural se evidencia en gran magnitud es el punto de referencia a nivel cultural para poder intentar conocer aspectos de ésta comunidad. Entre las cofradías que integran el sistema espiritual de Santiago están: Santiago, Santa Cruz (Rilaj mam, conocido como maximón), San Juan, Concepción, San Felipe, Ánimas y San Nicolás. Durante las festividades del patrono del pueblo (Santiago Apostol), las cuales se llevan a cabo el 25 de julio y la conmemoración de la Semana Santa, se realizan ceremonias, rituales y actos de carácter espiritual que exalta la herencia milenaria de este gran pueblo.

El traje tradicional de los y las atitecas incluye prendas tejidas a mano y bordadas. El vestuario expresa pensamiento y sentimiento con símbolos propios. Es una serie de expresiones artísticas y una demanda de libertad cultural. Se manifiestan las siguientes clases:

- **Traje ceremonial:** la mujer utiliza el tocoyal, perraje largo, güipil largo, corte, una candela en la mano junto con una hoja de mashan y sandalias. El hombre un peraje en la cabeza, algodón rojo, pantalón corto bordado con figuras de aves, faja mangax y un bastón en la mano, símbolo de la ceremonia y sandalias.
- **Traje de gala:** en la mujer, tocoyal, güipil bordado con figuras de aves, corte de color rojo, peraje y caites. En el hombre sombrero de petate, algodón rojo, pantalón corto bordado con figuras de aves, faja y sandalias (MOGOLLÓN, 2004).

2.2.11. Organización comunitaria y red de actores

La organización tradicional comunitaria del municipio se estructura y sostiene en base a una red de actores e instituciones, todas ellas con elementos ancestrales e integradas al sistema de dominio occidental (sincretismo). El punto fundamental de estas instituciones lo genera la cosmovisión, historia y concepción de la vida espiritual del pueblo tz'utujil en Santiago Atitlán.

Las instituciones tradicionales que predominan son las siguientes:

- **Cabecera del Pueblo:** Grupo de ancianos con sabiduría y prestigio en la comunidad. El sistema de patrilinaje está vinculado a la figura de estas autoridades tradicionales. Entre sus funciones está de resguardar el “cofre del pueblo” cuyo contenido son los títulos de tierras de la comunidad, así como otras posiciones de gran valor que se mantienen bajo celosa custodia y no de carácter público. El poder de esta figura se traslada a los distintos consejos de ancianos de cada una de las comunidades que conforman a Santiago Atitlán. Es a través de consejerías que se toman las decisiones, siempre considerando y vinculando aspectos espirituales del pueblo tz'utujil. La Cabecera del Pueblo está representada por el señor Pascual Chavez Tziná, quien está investido de prestigio en la estructura tradicional.
- **Sistema de cofradías.**
- **Consejo de Ancianos:** esta funciona y se estructura de manera distinta en cada una de las comunidades del municipio. Los fundamentos del anciano son: sabiduría, respeto, valor y decisión (PACACH, 2006).

Los líderes tradicionales son: Aj kij, curanderos, adivinadores, comadronas y padrinos.

La organización comunitaria en el período contemporáneo se ha hecho evidente y ha tenido reacomodo en sus funciones a partir de dos hechos: a) los sucesos del 2 de Diciembre de 1990 y b) lo acontecido tras los estragos ocasionados por el Huracán Stan en Octubre 2005.

La Alcaldía Municipal es la que organización formal con mayor poder y decisión en el municipio. En el Cuadro 2.20 se describen los cargos y representantes de la Corporación Municipal de Santiago Atitlán electos por sufragio para el período 2004-2007 que fueron electos. Además se incluyen los cargos administrativos no electos de Tesorero y Secretario Municipal.

CUADRO 2.20: CONFORMACIÓN DE LA ALCALDÍA MUNICIPAL DE SANTIAGO ATITLÁN, AÑO 2006.

CARGO	NOMBRE
Alcalde Municipal	Diego Esquina Mendoza
Síndico Primero	Diego Chiviliu Chiviliu
Síndico Segundo	Manuel Culán Ixtutul
Síndico Tercero	Hermelindo Osorio Castro
Concejal Primero	Juan Tziná Sosof
Concejal Segundo	Diego Chichom Ramírez
Concejal Tercero	Elena Chiquival
Concejal Cuarto	Nicolás Ramírez Tiney
Concejal Quinto	Isaías Rujuc
Concejal Suplente	Pedro Luis Mogollón
Tesorero Municipal	Nicolás Gonzales Sunú
Secretario Municipal	Diego Pablo Reanda

La Oficina Municipal de planificación está integrada por tres miembros del Concejo Municipal y una empleada contratada tiempo completo, señorita Juana Mendoza Sosof, responsable de la Oficina de Planificación Municipal, quien coordina las actividades de ésta Unidad.

En el municipio están estructurados a la fecha (Abril, 2006) 10 Consejos Comunitario de Desarrollo (COCODES). Además están integradas siete Alcaldías Auxiliares, las cuales son la relación directa entre sus respectivas comunidades y la Alcaldía Municipal. A continuación se presenta la nómina de los COCODES con las respectivas comisiones.

Nómina de los integrantes de los Consejos Comunitarios de Desarrollo municipio de Santiago Atitlán, 2006

COCODE DEL CANTON PANAJ

1.- Juan Chiquival Quiejù	Coordinador
2.- Efraín Mis	Sub-coordinador
3.- Nicolás Ratzan Petzey	Secretario
4.- Juan Sisay Petzey	Tesorero
5.- Diego Mendoza Ramírez	Vocal I
6.- Domingo Ramírez Quiejù	Vocal II
7.- Dolores Quiejù Mendoza	Vocal III
8.- Carmen Damián Petzey	Vocal IV
9.- Juana Petzey Patix	Vocal V

COCODE DEL CANTON TZANJUYU

1.- Celestino Julián Cutz Menchù	Coordinador
2.- Raquel Elizabeth Ramírez Sisay	Sub-coordinadora
3.- María Cochè Damián	Secretaria
4.- María Tuch González	Sub-secretaria
5.- Diego Chiquival Chávez	Tesorero
6.- Víctor Gaspar Cochè Esquina	Sub-tesorero
7.- Mariano Tzinà González	Vocal I
8.- Diego Mendoza y Mendoza	Vocal II
9.- Diego Cochè	Vocal III
10.- Francisco Cochè Pablo	Vocal IV
11.- Francisco Chiquival	Vocal V
12.- Francisco Ixbalan Tacaxoy	Vocal VI
13.- José Sosof Pablo	Vocal VII

COCODE DEL CANTON XECHIVOY

1.- Pascuala Ajcabul	Presidente
2.- Manuela Ordóñez Quiejù	Vice-presidente
3.- Josefa Esquina Men	Secretaria
4.- María Sosof Quiejù	Tesorera
5.- Andrea Ajuchan Reanda	Vocal I

COCODE DEL CANTON PANUL

1.- Jerónimo Vásquez Tacaxcoy	Coordinador
2.- Salvador Sisay Tzinà	Sub-ccordinador
3.- Santiago Quievac Mendoza	Secretario
4.- Diego Mendoza Chicajau	Tesorero
5.- Salvador Pacay Damián	Vocal I
6.- Domingo Chiquival Petzey	Vocal II
7.- Domingo Ixbalan Ajtujal	Vocal III
8.- Gregorio Chiviliu Ravinal	Vocal IV
9.- Diego Ixbalan Alvarado	Vocal V

COCODE DEL CANTON PACHICHAJ

1.- Rosa Ixbalan Chiviliu	Presidente
2.- Luisa Ramírez Chavajay	Vice-presidenta
3.- Micaela Tzinà Mendoza	Secretaria
4.- Juana Pacay Pablo	Tesorera
5.- Juana Poron Morales	Vocal I
6.- Dolores Chiquival Sicay	Vocal II
7.- Miguel Angel Mendoza Petzey	Vocal III
8.- Salvador Sosof Julajuj	Vocal IV
9.- Antonio Alvarado Ramírez	Vocal V
10.-Nicolas Tiney Tzinà	Vocal VI
11.-Elena Tzinà Chiquival	Vocal VII
12.-Lorenza Ajtujal Damián	Vocal VIII
13.-Juana Sisay	Vocal IX

COCODE DEL CANTON PANABAJ

1.- Francisco Cochè Pablo	Presidente
2.- Victor aguilar Megìa	Vice-presidente
3.- Rafael Estrada Arteaga	Secretario
4.- José Mendoza sunù	Tesorero
5.- Francisco Ixbalan Ajtujal	Vocal I
6.- Joel Sosof Sunù	Vocal II
7.- Carmen Sosof Reanda	Vocal III
8.- José Sicay Ratzan	Vocal IV
9.- Diego Coò Ajuchan	Vocal V
10.- Antonio Xechè Sol	Vocal VI
11.- Ana Botan Chiviliu	Vocal VII

COCODE DEL CANTON T'ZANCHAJ

1.- Tomas Ajanel Damiàn	Coordinador
2.- endoz Chiviliu Reanda	Sub-coordindora
3.- Francisco Ixbalan Ajtujal	Secretario
4.- Nicolas Ravinal Calì	Tesorero
5.- Maria Tzinà Calì	Vocal I
6.- Francisco Lainez endo	Vocal II
7.- endozal Chiquival Reanda	Vocal III
8.- Diego Tzinà Reanda	Vocal IV
9.- Teresa Arreaga García	Vocal V

COCODE ALDEA CERRO DE ORO

1.- Juan Gómez Pacay	Presidente
2.- Rita Sofía Cotzal Baràn	Vice-presidente
3.- Tomàs Guoz Guoz	Secretario
4.- Antonio Catù Catù	Pro-secretario
5.- Ricardo Cutzal Pop	Tesorero
6.- Wilian Toc Choy	Pro.tesorero
7.- Pedro Pacay Quievac	Vocal I
8.- Gaspar Cutzal Mendoza	Vocal II
9.- Felipe Vásquez Quiejù	Vocal III
10.- Antonio Pacay Gómez	Vocal IV
11.- Pascual Xiquin Locòn	Vocal V
12.- Rosa Ajpuac Xical	Vocal VI
13.- Jacinto Catù Ajpuac	Vocal VII

COCODE ALDEA SAN ANTONIO CHACAYA

1.- Pedro Julajuj Ratzan	Presidente
2.- Cristobal Chiyal Calì	Vice-presidente
3.- Juan Sol Tuiz	Secretario
4.- Manuel Sapalù Bixcul	Tesorero
5.- Manuel Sapalù Ajcot	Vocal I
6.- Lucas Calì Tuiz	Vocal II
7.- Nicolás Ajtzip Choy	Vocal III
8.- Cecilia Osorio Castro	Vocal IV
9.- María Xechè Sol	Vocal V
10.- José Calì Xechè	Vocal Suplente

COCODE CANTON CHUU'L

1.- Andres Tzinà Sosof	Coordinador
2.- Nicolas Quiejù Co	Sub-Coordinador
3.- Andres Tacaxoy Sosof	Secretario
4.- Manuel Pablo Ixbalan	Tesorero
5.- Martín Co	Vocal I
6.- Martín Ixbalan Tzinà	Vocal II
7.- Pedro Chojpen	Vocal III
8.- María Tzinà endoza	Vocal IV
9.- María Xechè Quic	Vocal V

INTEGRANTES DEL COMUDE

1.- Diego Esquina Mendoza		Alcalde Municipal
2.- Juan Tzinà Sosof		1er. Consejal
3.-Diego Chichom Ramírez		2do. Consejal
4.- Elena Chiquival Quiejù		3ra. Consejal
5.- Nicolas Ramírez Tiney		4to. Consejal
6.- Isaías Rujuch Ramírez		5to. Consejal
7.- Diego Chiviliu Chiviliu		Sindico Primero
8.- Manuel Culan Ixtulul		Sindico Segundo
9.- Lic. Misael Antonio Quinom		Ministerio de Educacion
10 Lic. José Miguel Pop	Suplente	Ministerio de Educación
11 Licda. Adalgisa Vega	Titular	Centro de Administración de Justicia
12 Dr. Juan Chumil Cuc	Titular	Centro de Salud
13 Petrona Cholotio Quic	Suplente	Centro de salud
14 Pedro Chiviliu Esquina	Titular	CONAP
15 Esteban Vasquez Quiejù	Suplente	CONAP
16 María Cochè Damián	Titular	Red de Mujeres
17 Marta Cochè Damián	Suplente	Red de Mujeres
18 Fedepma		
19 Natalia Cochè Quic	Titular	Proyecto Tinamet Atitlàn PTA
20 Bomberos Voluntarios		
21 Policía Nacional Civil		
22 Pascuala Co	Titular	Cocode Xechivoy
23 Manuela Quiejù Ordoñez	Suplente	Cocode Xechivoy
24 Juan Chiquival Quiejù	Titular	Cocode Panaj
25 Efrain Mis	Suplente	Cocode Panaj
26 Francisco Cochè Pablo	Titular	Cocode Tzanjuyù
27 Diego Chiquival Chavez	Suplente	Cocode Tzanjuyù
28 Rosa Ixbalan Chiviliu	Titular	Cocode Pachichaj
29 Juana Pacay Pablo	Suplente	Cocode Pachichaj
30 Jeròmino Vasquez Tacaxoy	Titula	Cocode Panul
31 Diego Mendoza Chicajau	Suplente	Cocode Panul
32 José Ixbalan Ajtujal	Titular	Cocode Panabaj
33 -----	Suplente	Cocode Panabaj
34 Tomàs Ajanel Damián	Titular	Cocode Tzanchaj
35 Francisco Ixbalan Ajtujal	Suplente	Cocode Tzanchaj
36 Alcalde Auxiliar Chacayà	Titular	Cocode Chacayà
37 Cristobal	Suplente	Cocode Chacaya
38 Juan Gomez Pacay	Titular	Cocode Cerro de Oro
39 Rita Sofia Cotzal	Suplente	Cocode Cerro de Oro
40 Julio Boc	Titular	FONAPAZ
41 Berta García	Suplente	FONAPAZ
42 Marta Chavez	Titular	MICUDE
43 Lic. Salvador Loarca	Titular	PDH
44 Pablo Gonzalez Chavajay	Suplente	PDH
45 Com. Proseguridad y desarrollo		
46 Conjuve		

INSTITUCIONES DE ASESORIA Y ACOMPAÑAMIENTO

MARN-Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MAGA-Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación
SCEP-Secretaría de Coordinación Ejecutiva De La Presidencia
COPREDEH-Comisión Presidencial de Derechos Humanos
SAVE THE Children
FUNDACION ANDAR
PNUD-Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo
ORDEN DE MALTA

Mario Roberto Ramírez
Ing. Ovidio Ravinal
Paulina Yojcom
Salvador Cochè Damián
Ruben Xoyon Morales
Carmen Alicia Cuj

COMISIONES DEL CONCEJO MUNICIPAL DE DESARROLLO (COMUDES)

- 1.- COMISION DE EDUCACIÓN
Lo integran CTA Lic. Misael Antonio Esquina Quinom, 5to. Consejal Isaías Rujuch Ramírez y Cocode de Tzanjuyù Francisco Cochè Pablo.
- 2.- COMISIÓN DE SALUD FÍSICA Y MENTAL
Lo integran Dr. Juan Chumil Cuc, Consejal 1ro. Juan Tzinà Sosof y Efrain Mis Cocode Panaj.
- 3.- COMISIÓN DE LA NIÑES, MUJER Y JUVENTUD
Lo integra Elena Chiquival 3ra. Consejal, María Cochè Damián Red de Mujeres, Natalia Cochè Quic PTA.
- 4.- COMISIÓN DE URBANISMO, INFRAESTRUCTURA Y SERVICIO
Lo integra Nicolas Ramírez 4to. Consejal, Julio Boc y Gladis Reanda FONAPAZ, Juan Gòmez Pacay cocode de Cerro de Oro, Juan Chiquival Cocode de Panaj.
- 5.- COMISIÓN SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL
Lo integra Diego Chichom Ramírez 2do. Consejal, Fedepma, Diego Chiquival cocode Tzanjuyù, Victor Ramírez Tencnico en Salud.
- 6.- COMISIÓN PARTICIPACIÓN CIUDADANA
Lo integra Elena Chiquival 3ra, Consejal, Paulina Yojcom SCEP, Francisco Ixbalan Ajtujal cocode Tzanchaj.
- 7.- COMISIÓN DE SEGURIDAD CIUDADANA Y JUSTICIA
Lo integra Diego Esquina Mendoza Alcalde Municipal, CAJ; PNC; PDH, Nicolas Ajchomajay Cochè comitè Propseguridad y Francisco Ixbalan Ajtujal Cocode Tzanchaj.
- 8.- COMISIÓN DE CULTURA Y DERECHOS DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS
Lo integran Isaías Rujuch Ramírez 4to. Consejal, PDH, Consejo Municipal Pueblo Indígenas y Cocode de Panabaj.
- 9.- COMISIÓN DE MEDIO AMBIENTE
Lo integran Manuel culan Síndico II CONAP, Centro de Salud y Cocode de Panabaj.
- 10.- COMISIÓN DE DEPORTE Y RECREACIÓN
- 11.- COMISIÓN DE DERECHOS HUMANOS Y RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS
- 12.- COMISIÓN DE AUDITORIA SOCIAL
- 13.- COMISIÓN DE PREVENCIÓN A EMERGENCIA Y DESASTRE
- 14.- COMISIÓN DE DESARROLLO DEL TURISMO
- 15.- COMISIÓN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Fuente: UTM, 2006

Se realizó un sondeo rápido durante la presente consultoría sobre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) que consideran líderes comunitarios y autoridades municipales del municipio de Santiago Atitlán y los resultados se presentan en el Cuadro 2.21.

CUADRO 2.21: SONDEO FODA SOBRE TEMAS DE INTERÉS MUNICIPAL DE SANTIAGO ATITLÁN, ABRIL 2006

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
• Organización municipal, la que cuenta con: 10 COCODES, 7 Alcaldías Auxiliares y COMUDE. • Visión de reconstrucción integral por parte del COMUDE. • Auditoria social de lo implementado en el proceso de reconstrucción. • Se tiene voluntad por parte del Concejo Municipal de proceder adecuadamente con reconstrucción.	• Apoyo gubernamental en el proceso de reconstrucción. • Apoyo internacional en el proceso de reconstrucción. • ONG's interesadas en propiciar el desarrollo sostenible del municipio.
DEBILIDADES	AMENAZAS
• Oficina Municipal de Planificación sin recurso humano profesional y material. • Vecinos no contribuyen con tributos municipales y con los servicios municipales. • Sin recurso económico, por gastos al responder a la emergencia que afrontó el municipio. • Polarización y división de ciertos grupos para realizar la reconstrucción. • No hay juez de asuntos municipales.	• Epoca de lluvias se aproximan y no se han atendido daños ocasionados por la Stan. • Colapso del sistema de pozos que funcionan en lugar de drenajes en todo el municipio

Fuente: RAMIREZ; PACACH; BOTAN; IXBALAN, 2006

2.3. Perfil socioeconómico del Cantón Panabaj

2.3.1. Situación y límites

Categoría de la comunidad, cantón (Según, Instituto Geográfico Nacional IGN e Instituto Nacional de Estadística INE, Caserío). El Cantón Panabaj pertenece al municipio de Santiago Atitlán del departamento de Sololá. Se ubica a dos kilómetros hacia el sur del área urbana de Santiago. Sus colindancias son: al norte con el cantón urbano Xechivoy; hacia el sur cantón T'zanchaj; al oeste Lago de Atitlán y; al este volcán Tolimán.

Su extensión territorial aproximada es de 13 kilómetros cuadrados. Referente a sus vías de comunicación, la ruta principal que comunica esta población hacia la cabecera municipal es, una carretera asfaltada que llega al municipio de San Pedro La Laguna, Sololá. Paralelamente hay un camino de terracería que parte del pueblo rumbo al Cementerio Municipal, con bifurcación hacia el Cantón. El Lago de Atitlán constituye una vía de comunicación acuática por excelencia para y hacia las distintas comunidades ubicadas alrededor de éste.

Latitud: 14°37'54''; longitud 91°13'53'' y; altitud 1,580 metros sobre el nivel del mar.

El Cantón se divide en dos barrios Yoll y Centro. Funciona otra división coyuntural originada por los deslaves del 05 de octubre del 2005, siendo ésta el espacio de los albergues temporales, en su mayoría con familias de Panabaj; sin embargo éstos se ubican en área del Cantón T'zanchaj, pero el sentido de pertenencia de las familias es hacia aquel.

2.3.2. Medios de comunicación

La principal forma que utilizan los habitantes de Panabaj para trasladarse a la cabecera municipal de Santiago, es caminando, debido a la cercanía con éste. Alrededor de 10 pick ups realizan su recorrido de y hacia Santiago (transporte de pasajeros y carga), haciendo escala en Panabaj. Éstos tienen su terminal de extremo en el Cantón T'zanchaj. El costo del pasaje oscila entre 1.00 a 1.50 quetzales por persona. El servicio de moto-taxis, conocidos en el medio como "Tuk-tuk" es prestado de o hacia la cabecera municipal por un costo de 10.00 quetzales.

El acceso lacustre se realiza a través del muelle municipal que se ubica en Santiago al noroeste. Diferentes embarcaciones de transporte colectivo realizan recorridos de y hacia Santiago Atitlán.

Funcionan tres servicios comunitarios de teléfono, los cuales tienen un costo a nivel nacional de 1.25 quetzales por minuto. Las radios comunitarias y locales del municipio dan cobertura al Cantón, así también los canales de televisión nacional. Un número indeterminado de hogares cuentan con servicio telefónico celular.

2.3.3. Servicios públicos

El cantón no cuenta con servicio de drenajes, los cuales son depositados dentro de pozos ciegos o fosa séptica, en cada una de las viviendas.

El servicio de agua entubada, es prestado por la Municipalidad, la cual cuenta con cloración. Esta proviene directamente del Lago de Atitlán y su costo es de 20.00 quetzales mensuales. En el momento actual (abril 2006) el barrio del centro no contaba con el servicio domiciliario de agua entubada, debido a los daños ocasionados en la red de distribución por el deslave de Octubre 2005. Por lo cual la Municipalidad acordó suprimir el pago temporal por el canon, a los habitantes del Cantón.

El servicio de tren de aseo es prestado por la municipalidad a través de un camión recolector que pasa por el Cantón una vez a la semana. El costo del servicio es de 1.50 por bulto de basura. Algunas veredas y espacios desocupados son mal utilizados para el depósito clandestino de basura, provocando contaminación en viviendas contiguas a estos vertederos.

El servicio de electricidad quedó dañado durante el Huracán Stan, sin embargo este está restaurado en las viviendas que permanecen habitadas. Se extendió el servicio de energía al área de albergues. Se tiene estimado por los vecinos que el 70% de las viviendas del Cantón cuentan con este servicio (ver otros datos en numeral 2.7 Vivienda).

El servicio de alumbrado público es prestado en el Cantón, el cual se ubica en áreas de la carretera y las dos calles principales del área más densamente poblada de Panabaj.

Ubicado al norte de la comunidad, se sitúa el Rastro Municipal de Santiago. Este cuenta con edificio recién inaugurado y acondicionado para esta actividad. Sin embargo, por apreciaciones de vecinos que residen contiguos a este local, es inadecuado el manejo de los sobrantes por parte de los empleados. Esto ha hecho que en el área se de la proliferación de moscas y malos olores.

2.3.4. Demografía

La comunidad es considerada como rural. Sin embargo el proceso de conurbación prevaleciente hasta octubre 2005 había generado ciertas condiciones urbanísticas no reguladas en el Cantón. Lo que hacía proclive a integrarse como Cantón Urbano en mediano plazo, en base a las condiciones que se daban en perspectiva.

Para Abril de 2006 no existía censo actualizado sobre la población género y grupo de edad del Cantón Panabaj.

Según referencias de vecinos del Cantón, en 1950 residían en Panabaj un número aproximado de 10 familias.⁸ En el año 1994 se reporta para el Cantón una población de 798 habitantes. Según censo del INE, 2002 se registraron 2,797 habitantes; siendo el 49.34% (1,380) representado por hombres y 50.66 % mujeres (1,417), (INE, 2003). Según datos del Consolidado del Censo de Salud de Santiago Atitlán, para el año 2005 en Panabaj vivían un total de 2,294 personas (Centro de Salud, 2005). Estimaciones de la Asociación para el Desarrollo Comunitario del Cantón Panabaj (ADECCAP), la comunidad tiene un número aproximado de cinco mil personas (Cuadro 2.22).

Según fuente del Centro de Salud de Santiago Atitlán la distribución de población por grupo de edad y género para el año 2005 se presenta en el Cuadro 2.24.

CUADRO 2.22: CRECIMIENTO POBLACIONAL DEL CANTÓN PANABAJ, PERÍODO 1950-2005

FUENTE	AÑO	Nº DE PERSONAS
TINEY, 2006	1950	Familias: 10
IGN, 1981	1959	(Viviendas 35), 363
FUNCEDE, 1994	1994	798
INE, 2003	2002	2,797
Centro de Salud, 2005	2005	2,294
VASQUEZ, 2006/ADECCAP	2006	5,000

⁸ TINEY, Salvador Damian. Comerciante de Tul y petate. Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá. Fecha de la entrevista: 05 de abril de 2006

⁹ FUNCEDE (Fundación Centroamericana para el Desarrollo); et al., 1994. DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ. Guatemala.

El Cuadro 2.23 presenta la población por rangos de edad según el XI Censo de Población, 2002.

CUADRO 2.23: POBLACIÓN POR RANGOS DE EDAD Y % DEL CANTÓN PANABAJ, AÑO 2002

Rangos de años	Población	Porcentaje
0 – 6	609	21.78
7 – 14	670	23.95
15– 64	1,436	51.34
65 y más	82	2.93
Totales	2,797	100%

Fuente: INE, 2003

CUADRO 2.24: NÚMERO DE POBLACIÓN POR RANGO DE EDAD Y SEXO DEL CANTÓN PANABAJ, AÑO 2005.

Rango de edad en años	0 a 14		15 a 59		64 y más	
	H	M	H	M	H	M
N° de población	483	512	590	605	60	44
Sub total	995		1,195		104	
Total	2,294					

Fuente: Centro de Salud, 2005

En relación al grupo étnico, el 96.8% de la población pertenece al maya-tz'utujil. El restante corresponde al grupo no indígenas, con un 3.12% (INE, 2003).

Respecto al número de hogares para Abril de 2006, un grupo de 325 familias residen en viviendas permanentes en el Cantón. Otro grupo de 287 familias se ubican en albergues temporales de T'zanchaj.¹⁰ El flujo migratorio tuvo un sobresalto a partir de los deslaves de Octubre, 2005. Un número indeterminado de familias se desplazaron al área urbana de Santiago, otras hacia albergues temporales de iglesias del Cantón T'zanchaj y del pueblo. Sin embargo este flujo se ha ido revirtiendo conforme han pasado los primeros meses del año 2006. No se identificó proceso de migración hacia otros países.

2.3.5. Educación

El sistema formal de educación, está cubierto a nivel primario por la Escuela Rural Mixta (ERM) del Cantón Panabaj. Anterior al deslave del 2005, el edificio escolar constituía uno de los mejores centros educativos del municipio, por las condiciones que se habían establecido para que funcionara eficientemente, sin embargo fue destruido por las corrientes.

En abril de 2006, el edificio que funciona como centro escolar está siendo arrendado a un costo de 1,000 quetzales mensuales. Fue acondicionado para que sirviese como escuela, sin embargo no llena los requerimientos básicos para ello. Se sitúa al lado este de la carretera que conduce a la comunidad.

Otro edificio es alquilado, el cual sirve como bodega, dirección y laboratorio de computación, a un costo de 500.00 quetzales mensuales.

Para el ciclo 2006 la propuesta del MINEDUC derivada de la destrucción del edificio escolar y la inseguridad del área, consistía en trasladar a los niños a las escuelas de las comunidades vecinas. Sin embargo en contrapropuesta de la comunidad, maestros y director se optó por reubicarla en Panabaj y con esto contribuir al proceso de recomposición social de la comunidad. La población escolar de la ERM se caracteriza por ser niños del Cantón de Panabaj de habla Tz'utujil. Ver cuadro a continuación.

¹⁰ COCHE PABLO, Francisco. Presidente de COCODE, Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá. Fecha de entrevista: 05 de abril 2006

En el proceso de inscripción escolar del año 2006, a los padres de familia no se les hizo cobro alguno, por la situación de emergencia que afrontaba la comunidad.

La repitencia escolar del ciclo 2005 fue de 0%. A los alumnos que requerían mejorar su promedio de promoción para ser aprobados, se les niveló por acuerdo entre maestros, director y supervisor educativo con el fin de apoyar el restablecimiento integral de los alumnos.

Los maestros son de la región, por lo que el proceso educativo se ve fortalecido en relación al idioma y cultura. La ERM cuenta con 16 maestros de grado, un maestro de formación musical y un director. A consecuencia de la destrucción del anterior edificio escolar y los acontecimientos sucedidos en la comunidad, en el año 2006 no se había organizado a la fecha (mes de Abril) el Comité de Padres de Familia de la Escuela.

Por gestiones realizadas por autoridades del establecimiento, se logró en el año 2006 la donación de cortes de ropa tradicional por intermedio del Fondo de Desarrollo Indígena (FODIGUA). Los estudiantes han sido beneficiados una vez en el presente ciclo lectivo por el programa Vaso de Leche, lo que alcanzó para entregarles a los alumnos siete días de refacción.

Los maestros de la ERM del Cantón han identificado que todos los estudiantes de la escuela tienen trastornos psicológicos, ocasionados tras lo sucedido y vivido por los deslaves de Octubre 2005. Estos trastornos se demuestran en conductas de los niños y niñas en: ansiedad, depresión, llanto, tristeza entre otros síntomas. Durante una lluvia en los primeros días del presente ciclo escolar, los niños gritaron, lloraron, se asustaron, reviviendo imaginariamente el terror de la experiencia sufrida durante los deslaves.

CUADRO 2.25: POBLACIÓN ESCOLAR INSCRITA EN LA ESCUELA RURAL MIXTA DEL CANTÓN PANABAJ, AÑO 2006

GRADO	No de aulas	Niños	Niñas	Total de alumnos
Párvulos	3	51	54	105
Primero	3	46	55	101
Segundo	3	45	35	80
Tercero	3	39	42	81
Cuarto	2	30	24	54
Quinto	1	21	18	39
Sexto	1	22	19	41
TOTAL	16	254	247	501

Fuente: GONZALEZ, 2006

Se tienen inscritos en el 2006 a doce niños huérfanos a causa de la destrucción ocasionada por el Huracán Stan. Se estima que 35 estudiantes del Cantón perdieron la vida durante la catástrofe del 2005.¹¹

Debido a las condiciones de pobreza y extrema pobreza en que viven las familias del Cantón, es un limitado grupo de niños y jóvenes que continúan sus estudios del ciclo básico y diversificado. Quienes lo hacen, se han inscrito en establecimientos del área urbana de Santiago Atitlán. Un número indeterminado de niños asiste al Instituto por Cooperativa del Cantón T'Zanchaj, inaugurado en el 2006.

No se tiene un censo actualizado sobre la tasa de alfabetismo de los habitantes del Cantón. En el año 2006 en conjunto con la Coordinadora Nacional de Alfabetización (CONALFA) y ADECCAP se establecieron cuatro grupos con aproximadamente 30 personas cada uno, inscritos para ser alfabetizados. Todos ellas (mujeres y hombres), vecinos del Cantón Panabaj.

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) para el año 2002 el índice de analfabetismo en Panabaj fue de 50.69% (1,418). El Cuadro 2.26 describe el grado de escolaridad de la población, según el XI Censo Nacional de Población.

¹¹ GONZÁLEZ, Salvador. Director Escuela Rural Mixta Cantón Panabaj. Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá. Fecha de entrevista: 05 de abril de 2006

Total	Nivel de escolaridad				
	Ninguno	Pre-primaria	Primaria	Media	Superior
816	Sr	50	696	63	7

Fuente: INE, 2003. sr:= sin registros

2.3.6. Salud

Una de las características generalizada en la mayor parte de la República de Guatemala y de la cual no se excluye la población de Panabaj, es el uso de medicina tradicional, la que consiste principalmente en hierbas y otros medicamentos naturales. Se resalta en el municipio de Santiago la costumbre de baños termales en las viviendas, a los que se le atribuyen poderes curativos.

En Panabaj se cuenta con tres comadronas, las que tradicionalmente asisten partos e instruyen por medio de recomendaciones a las madres acerca del cuidado de los niños. En ocasiones son quienes orientan para el tratamiento de cierto tipo de enfermedades, a los vecinos del Cantón.

El Centro de Salud de la cabecera municipal presta la atención primaria en salud a los habitantes de Panabaj, el cual no cuenta con encamamiento y refiere los casos necesarios al Hospital Departamental de Sololá. La asistencia de jornadas médicas y de vacunación se realiza con periodicidad atendiendo a la situación que se requiera y prevalezca en la comunidad. Las estadísticas sobre indicadores de salud, las maneja el Centro en forma integrada, en relación a la población que atiende en el municipio.

En ocasiones algunos vecinos de Panabaj asisten a clínicas privadas ubicadas en Santiago. El tratamiento dental se lleva a cabo en laboratorios dentales o profesionales que atiende en la cabecera municipal.

Luego de los deslaves de Octubre, 2005 toda la población del Cantón ha tenido trastornos psicológicos. Entre los síntomas que presentan se identifican: desconfianza, miedo, dolor de cabeza y de cuerpo, pesadillas, insomnio, tristeza, cuesta respirar, presión alta, enojos, preocupación, falta de apetito, desesperación, temor, desánimo, llanto, picazón y alergias. Para ello ADECCAP, ha desarrollado un proyecto denominado Salud Mental Comunitaria en respuesta a esta problemática y apoyar a la población afectada.

2.3.7. Aspectos económicos

El Cantón Panabaj, es considerado como rural. Las familias tienen su ingreso económico principalmente derivado de la agricultura y trabajo como jornaleros en: campos de cultivo, fincas aledañas y en otras comunidades del municipio de Santiago Atitlán. El día de trabajo (jornal) en actividades agrícolas regularmente en el municipio, es pagado por el contratista a un valor que oscila entre los 15 a 25 quetzales. Este no puede ser reivindicado en relación al salario mínimo establecido por la ley, debido a la falta de fuentes de empleo y sobre oferta de fuerza de trabajo.¹²

La mayor parte de familias de la comunidad no cuentan con parcelas de tierra en propiedad para realizar actividades agrícolas, cuyas cosechas sirven para la venta y consumo familiar. Entre los principales cultivos que se siembran están: café, maíz, frijol tomate y verduras.

Cabe destacar que la medida tradicional de la extensión de terrenos, que se utiliza en Panabaj es “la cuerda”. Esta tiene una dimensión de 28 varas cuadradas. Quienes poseen en propiedad alguna área de cultivo en Panabaj ostentan entre 3 a 15 cuerdas promedio; su ubicación está próxima al área habitada de la comunidad. Los agricultores que tienen necesidad de cultivar en terrenos ajenos, arriendan éstos. La forma de pago está determinada por costumbre. La cual consiste que por cada tres cuerdas sembradas; lo cosechado en una de éstas debe ser entregado como compensación al propietario del terreno, por quien lo arrendó. En ocasiones se pide el 50% de lo cosechado. Todos los costos y trabajo es a cuenta del arrendador.

Otra de las alternativas que tienen los agricultores del Cantón para realizar su trabajo, es la utilización de tierras comunales. Las cuales están en faldas de los volcanes y cerros situados en el municipio. La administración de éstas se encuentra a cargo de la Municipalidad de Santiago Atitlán. El costo de arrendamiento es de un quetzal. Aquí los vecinos de la comunidad tienen el derecho en forma regulada de extraer madera, leña y utilizar los campos de cultivo. Una de las limitantes que se tiene en utilizarlos

¹² INFORMANTE N°1. Agricultor. Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá. Fecha de la entrevista 05 de abril de 2006. Por seguridad se abstiene a dar nombre de la persona informante.

es el resguardo de las cosechas, debido a que están alejadas estas áreas de cultivo, respecto a la ubicación de los hogares de los agricultores. Entre los productos que recolectan y cosechan en estas tierras están: café, maíz, café, aguacate, macuy y otras hierbas alimenticias o medicinales, hoja de mashan (o maxam, utilizada para preparar tamales) y madera (zapotillo, cedro y pino); en ciertas ocasiones animales silvestres. “Los agricultores en época de cosecha se quedan resguardando los cultivos. En algunos casos se deja a un cuidador para que no se roben la cosecha. Éste consiste en una rama de ocote colorado, la que protege de los saqueadores y animales depredadores. Además se hacen ceremonias para la prosperidad y el cuidado de la siembra¹³”.

Entre otras actividades económicas que se dedican los panabajenses están las siguientes: Agricultura, construcción, artesanías, pesca, comercio, turismo y servicios. Algunos de los habitantes migran en período de zafra o corte de café a fincas cercanas o de municipios vecinos. Entre las fincas del municipio donde suelen ser contratados, están: Olas de Moca, Monte de Oro, Cacayá, El Carmen Metzabal, El Brote (o). En estas fincas cultivan además cardamomo y hule.

En relación a las actividades de construcción el trabajo como albañiles y ayudantes (tareas sólo de hombres), es una fuente temporal para un número indeterminado de habitantes. Este trabajo lo realizan tanto en la comunidad como en diversas áreas del municipio. Se reportan casos de trabajos de construcción en que los panabajenses se desplazan hacia otros municipios de Sololá e incluso a distintos departamentos de la región.

Referente a las actividades artesanales, éstas vienen a ser un complemento en la economía familiar. En el caso de la elaboración de tejidos tradicionales, se elaboran con los siguientes instrumentos: telar de palitos y de pie, huso sostenido, rueda redina, uso suspendido y uso giratorio. Puede considerarse esta actividad para ciertas familias, como la fuente de ingreso integral. Anteriormente, este era un oficio que estaba relegado a la mujer. Sin embargo, por la falta de fuentes de empleo en el presente, el hombre ha incursionado en éste, adquiriendo destrezas similares a las de la mujer. Es uno de los oficios que en se le ha dado mayor incentivo por medio de programas de instituciones que están apoyando el proceso de reconstrucción de la comunidad en abril 2006. Entregando a familias instrumentos (telares) e hilados a damnificados por los deslaves de Octubre 2005. Otra actividad afín a ésta, son los bordados, la cual si está relegada exclusivamente al género femenino.

La elaboración de artículos de la planta conocida como tul, la cual es extraída del Lago de Atitlán goza de reputación en el departamento de Sololá. Es una de las actividades artesanales que se practican desde período Prehispánico. La disminución de artesanos de los productos derivados del tul ha ido mermando, identificándose en el Cantón tres personas, esto debido a la baja demanda de estos artículos, entre los que destacan objetos utilitarios como: Alfombras, petates, cestos y otros.

De las actividades artesanales no tradicionales, que ha tenido mayor demanda, en la que jóvenes y niños del Cantón participan, es la de mostacilla. Artículos como aretes, pulseras, bolsas, estuches entre otros se elaboran en la comunidad. Esta actividad se realiza de tres formas: sobre encargo; maquilada en hogares o; por negocio familiar, cuyos productos son ofrecidos al turismo del departamento.

Otra de las actividades artesanales que se realizan por pobladores de la comunidad es la pesca. Con la elaboración de aparejos del oficio, así como de embarcaciones personales (cayucos de madera para uno o dos tripulantes), se realiza este trabajo. Cuyo producto se comercializa en la propia comunidad, en la cabecera municipal o para autoconsumo familiar. Se extrae también caracol y cangrejo.

La carpintería es uno de los oficios que se destaca en Panabaj. Con tres talleres formales que cuentan con herramienta para realizar trabajos rústicos y finos. La elaboración de sillas, mesas, trinchantes, camas, puertas y otros artículos le ha dado reputación al Cantón de contar con hábiles artesanos en este oficio.

Una de las actividades artesanales derivada de la materia prima sin costo alguno y que abunda en el área, es la cantería. Estas piedras (granito) sirven como material de construcción (muros, chimeneas, artículos suntuarios, tuj, pisos entre otros). Este material es extraído de las rocas que llevan las corrientes bajadas de los volcanes ubicados en el área y que pasan por el Cantón.

El Cuadro 2.27 describe el número y tipo de negocio o actividad que se presenta en el Cantón de Panabaj.

¹³TACAXOY, Esteban. Vecino de Panabaj y asociado a ADECCAP Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá
Fecha de entrevista: 05 de abril de 2006.

En la comunidad hay 15 familias que poseen pick ups. No hay datos específicos sobre la situación de pobreza de las familias del Cantón. Sin embargo se considera que el 95% de ellas viven en situación de pobreza y de éstas el 60% en extrema pobreza, para el año 2006 (TACAXOY, 2006). El ingreso familiar promedio de las familias en extrema pobreza es inferior a los un mil quetzales mensuales.

Para el año 1994 no existía información detallada acerca de la Población Económicamente Activa (PEA) del Cantón Panabaj. Sólo se puede referir que el porcentaje para ambos géneros fue el siguiente: hombres 391 (13.97%) y mujeres 87 (3.11%) (FUNCEDE, 1994).

Según consolidado de Censo de Población por Grupo de Edad del Distrito 4 de Salud de Santiago Atitlán, la PEA para el año 2005 era la siguiente: Total PEA 1,195 representando el 52%. La PEA femenina 605 representado el 50.6%. La PEA masculina de 590, representado el 49.4% (Centro de Salud, 2005).

CUADRO 2.27: TIPO Y NÚMERO DE ACTIVIDADES Y NEGOCIOS IDENTIFICADOS EN EL CANTÓN PANABAJ, ABRIL 2006

TIPO DE ACTIVIDAD O NEGOCIO	N°	TIPO DE ACTIVIDAD O NEGOCIO	N°
Tiendas	8	Teléfono comunitario	3
Cantinas	3	Molinos de mixtamal	2
Carpinterías	3	Tejedores	12
Fábrica de block	1	Ventas de fruta	2
Pesca	4	Canterías	4
Taller de herrería	1	Propietario de mototaxis	1

En la actualidad (abril, 2006) ADECCAP, con participación directa de vecinos, apoyo de organizaciones y voluntarios extranjeros (España, Italia y Estados Unidos), están impulsando proyectos alternativos, en vías de mejorar la situación económica e impulsar el desarrollo sostenible de las familias de Panabaj. Es así como una serie de proyectos, entre los que se encuentran: Ijatz-La Semilla (de formación), escuela de pastelería, taller de reciclaje artístico, huertos comunitarios y la granja comunitaria (la cual ya está por concluirse y cuenta con 3,500 gallinas ponedoras), pretenden generar la oportunidad a los vecinos para mejorar la calidad de vida. Otros proyectos de diversa índole están por impulsarse.

2.3.8. Vivienda

Para septiembre 2005, el 98% de las familias de la comunidad eran propietarias de sus terrenos o vivían en lotes sin desmembrarse, de familiares. En el Cantón se ubican 11 chalets, cuyos propietarios no eran originarios de la comunidad.

El crecimiento del Cantón se ha dado en forma horizontal, especialmente en el lado sur y oeste. No hay un patrón estandarizado de medidas de terreno en los cuales están construidas las viviendas. La extensión promedio están en un rango aproximado de: 10 x 8, 7 x 7, 12 x 10, 15 x 15, o 20 x 20. Sin embargo estos parámetros no excluyen otras dimensiones de otros terrenos.

La cantidad de viviendas para el caserío Panabaj es de 612, de las cuales 571 constituyen casas formales, siguiendo las viviendas de tipo improvisadas y por último los ranchos (INE, 2003).

CUADRO 2.28: TIPO DE VIVIENDA, CANTÓN PANABAJ, 2002

Total	TIPO DE LOCAL				
	Casa formal	Apartamento	Palomar	Rancho	Improvisado
612	571	1	1	7	27

Fuente: INE, 2003.

Según el VI Censo Nacional de Habitación 2002, el total de hogares registrados en el Caserío Panabaj es de 537. De los cuales 405 tienen servicio de agua potable y 457 cuentan con servicio de energía eléctrica (INE, 2003). Los deslaves de Octubre, 2005 destruyeron totalmente más de 150 viviendas (daños severos), (ADECCAP 1, 2006). Otro número no identificadas están con daños moderados y ligeros por lo que sus moradores siguen habitándolas.

Cabe destacar respecto a este tema, que en Abril 2006, se identificaron dos criterios de los vecinos del Cantón, respecto a la construcción de nuevas viviendas en Panabaj. Situación promovida por el proyecto de reconstruir la comunidad. Un sector de la población (ubicado en el área de albergues temporales del Cantón T'zanchaj), consideraba la opción de construir las nuevas viviendas en Panabaj.

Otro grupo de vecinos, principalmente los que permanecían en sus viviendas permanentes, optaban por la realización de estudios técnicos de urbanización y de riesgos para el Cantón, así como su traslado a otra área del municipio de Santiago Atitlán. Cabe destacar que había un tercer grupo que estaba aún pendiente de adscribirse a una de los criterios anteriores u otro que considerasen lo más conveniente a nivel familiar.

2.3.9. Historia

No se tiene referencia histórica sobre el asentamiento de los primeros pobladores y origen del Cantón. Sin embargo ésta se ve ligada directamente con los acontecimientos sucedidos en la cabecera municipal de Santiago, debido a su proximidad y la cual es integrada a la del pueblo T'zutujiil durante el período Prehispánico (anterior al año 1521) e Hispánico (1521 a 1821).

La vinculación del área territorial del Cantón Panabaj se establece en el siglo XIX y principios del XX como área de cultivo y residencia de un grupo de cinco a diez familias. Siendo el apellido de algunas de ellas: Julajuj, Mejía, Castro, Tacaxoy y Ramírez.¹⁴

Según referencias de algunos pobladores, en la década de los años de 1940 deslaves provenientes de los volcanes de Tolimán y Atitlán destruyeron los campos de cultivos y algunas viviendas del Cantón. Sin embargo por lo despoblado del área, contribuyó a que no se reportasen víctimas por el siniestro. Estas corrientes de lodo y piedras, reportan habitantes del lugar se habían registrado con anterioridad con una periodicidad de alrededor de cada 50 años, las cuales destruían cultivos y el camino de acceso al pueblo. Otras corrientes de menor proporción se registran anualmente durante cada período de lluvias, del agua y rocas que bajan de los cerros en cause hacia el lago a través del punto final de desembocadura, que lo constituye el área del Cantón Panabaj.

Es en las décadas de los años de 1970 y 1980, que se produce un fenómeno de migración acelerado hacia el Cantón. Esto producido entre otras causas por: altos precios de terrenos y viviendas en los cantones urbanos de Santiago, lo que motivó a los atitecos a buscar terrenos para habitar en áreas periféricas del poblado. Ubicando a Panabaj como punto propicio, debido a su cercanía. La iglesia católica llevó a cabo un programa habitacional, dirigido a familias pobres del municipio y sin vivienda, en Panabaj, ya que era propietaria de algunos terrenos, por lo que fundó una Colonia. Además el crecimiento de las familias asentadas en el Cantón, llevó a que la densidad poblacional de Panabaj, aumentara aceleradamente en las últimas dos décadas.

Durante el conflicto armado, la población de Panabaj y del municipio se vieron afectados directamente por la violencia. Principalmente por el clima de terror que ocasionaban los enfrentamientos entre las partes en disputa. Siendo la población civil y no militante del lugar, la que salía perjudicada por el hostigamiento realizado, tanto por militares como por la insurgencia armada. Sin embargo un acontecimiento cambió el rumbo de esta situación y fue durante el período del gobierno de Marco Vinicio Cerezo Arévalo.

En que fueron asesinados 13 vecinos de Santiago Atitlán por miembros del ejército de Guatemala, asignados al destacamento militar ubicado en el Cantón Panabaj el día sábado 2 de diciembre de 1990.

Es así como la población del municipio y áreas vecinas solicitan a las autoridades el inmediato retiro de los militares, lo cual se llevó a cabo.

En dicho lugar se situaron unas placas conmemorativas, construcción de bancas y una plaza en memoria de las víctimas. Anualmente se realiza una vigilia y actos por vecinos del municipio, recordando este funesto acontecimiento.

Con el inicio de la construcción del edificio que albergaría el Centro de Justicia del municipio (Policía Nacional Civil, juzgado, Ministerio Público, sistema penitenciario), en el primer lustro del siglo XXI, el Cantón Panabaj se visualizó en la senda del desarrollo y de positivas expectativas, ya que generó mayor plusvalía a la propiedad, incremento comercial, desarrollo urbanístico, entre otros aspectos. Estableciéndose con ello el fenómeno urbano de conurbación entre los cantones urbanos de Santiago y Panabaj.

En el año 2005, se inauguró la remodelación de la Escuela rural mixta del Cantón Panabaj, la cual contaba con cancha deportiva techada, baños, 13 aulas, laboratorio de computación, filtro de agua, muro perimetral, 15 lavamanos, cocina equipada así como otros elementos que hacían constituirse, como uno de los mejores edificios educativos a nivel público del municipio. Este quedó inhabilitado con daños severos a causa del deslave del 05 de Octubre de 2005.

¹⁴TINEY, Salvador Damian. Comerciante de Tul y petate Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá. Fecha de la entrevista: 05 de abril de 2006

A inicios del mes de Octubre de 2005 la tormenta tropical Stan azota parte del territorio centroamericano, Guatemala fue uno de los países más influenciados por este fenómeno. Las lluvias torrenciales en algunas regiones y su permanencia en todo el país fue el común denominador.

En el Cantón Panabaj, por su ubicación en las laderas de dos volcanes, los vecinos se mantenían a la expectativa de algún deslave que pudiese ocurrir como consecuencia de este fenómeno meteorológico. Sin embargo no funcionaba organizada y técnicamente un plan de emergencia a nivel local o municipal para atender la amenaza preventivamente. En la noche del 04 de Octubre, autoridades municipales de Santiago y Bomberos Municipales de la 45° Compañía, informados por el INSIVUMEH de las condiciones climáticas no favorables; momentos previos a la tragedia, asistieron activaron un sistema de alerta en el Cantón Panabaj, y dieron aviso sobre los riesgos que tenían las familias al permanecer en las viviendas. “Debido a que se habían escuchado estruendos en los cerros aledaños y conocido los pronósticos desfavorables del clima, además que se tenía identificada el área de susceptibilidad a deslaves”¹⁵.

En la madrugada del 05 de octubre, se producen dos corrientes de agua, piedras y árboles provenientes del volcán Tolimán. Las cuales destruyeron parcialmente el Cantón, dejando un indeterminado número de personas fallecidas, de las cuales se recuperaron más de 70 cadáveres. Considerándose por los sobrevivientes que son más de 600 personas soterradas, que permanecen a la fecha en el área afectada, así como otras que fueron arrastradas por la corriente hacia el lago, donde yacen bajo un cúmulo de piedras.

De las estadísticas se conocen a nivel de víctimas y destrucción ocasionadas por los deslaves que se muestran en el Cuadro 2.29.

El 13 de enero 2006 se realiza en la comunidad el foro “La reconstrucción en Santiago Atitlán”, la Coordinadora Nacional de Desastres (CONRED), presenta su informe sobre el área y recomienda más estudios para realizar obras de mitigación de riesgo en un predio del Cantón T´zanchaj donado por la Iglesia Católica para la construcción de las casas. Mientras el Fondo Nacional para la Paz (FONAPAZ), por medio de su representante legal, informa que la construcción de las casas se inició y que se aprobó el tipo de vivienda y el plan de urbanización.

El 22 de Enero de 2006, se realizó una Asamblea con familias damnificadas de Panabaj y T´zanchaj por los deslaves del 05 de Octubre de 2006. “Quienes no estaban de acuerdo en que se reconstruyan sus casas en el terreno donado por la Iglesia Católica. Avalándose como representantes para llevar propuestas en todo el proceso de reconstrucción de Panabaj y Tzanchaj, a la Asociación de Desarrollo Comunitario del Cantón Panabaj “ADECCAP” con el acompañamiento de el Cabecera del Pueblo, la Asociación Maya Nuevo Sembrador Integral y Asociación de Desarrollo Integral Comunitario Nuevo Amanecer, “ADICNA”. Se deseaba que la Comisión de Auditoría Social de Panabaj siguiera todo proceso de reconstrucción participando en todas las reuniones al fin de garantizar la transparencia y hacer valer los derechos constitucionales inherentes a la persona. Se reconoció la actuación del cabecera del pueblo, el señor Pascual Chávez Tziná, al indicar la importancia de que todas las personas, en especial, los padres y madres de familia, deben meditar acerca de la seguridad de sus hijos para el futuro.

CUADRO 2.29: ESTADÍSTICAS DE DAÑOS OCASIONADOS POR LOS DESLAVES EN PANABAJ, 05 DE OCTUBRE 2005

FUENTE	PERSONAS MUERTAS RESCATADAS	Nº DE NIÑOS HUÉRFANOS			Nº DE FAMILIAS EN ALBERGUES TEMPORALES	Nº DE DAMNIFICADOS		Nº DE VIUDAS (OS)	Nº DE VIVIENDAS DESTRUIDAS
		H	M	T		F	P		
Municipalidad	79	11	11	22	243	601	5 mil	77	150
ADECCAP	100	Sr	sr	25	287	600	>5 mil	77	> 150

Fuente: Municipalidad de Santiago Atitlán, 2006 y ADECCAP, 2006.

Referencias: H : Hombres; M: Mujeres; T: Total; F: Familias; P: Personas; sr: sin registros.

Se determinó la necesidad y la búsqueda de un nuevo terreno en la zona norte del municipio de Santiago Atitlán para el asentamiento de las familias damnificadas o con posibles riesgos hacia el futuro. Entre las opciones para iniciar las investigaciones, estudios técnicos pertinentes y compra del terreno son las siguientes: Terreno de Matic, Xech´b´ac, Chukmuk o Pach´b´aq¹⁶”.

¹⁵ CRISTAL, Gaspar. Personal permanente Cuerpo de Bomberos Voluntarios 45° Compañía, Santiago Atitlán, Sololá. Fecha de entrevista: 06 de abril 2006

¹⁶ ADECCAP (1) (Asociación para el Desarrollo Comunitario del Cantón Panabaj), 2006. ACTA DE ASAMBLEA 22 DE ENERO 2006. Cantón Panabaj, Santiago Atitlán, Sololá Guatemala.

2.3.10. Referencias y patrones culturales de los habitantes de Panabaj

El nombre del Cantón deriva de los vocablos Pan' que se traduce: entre y; Abaj, piedra. Palabras que se interpretan como “Lugar entre piedras”. Otro nombre con el que se conoce a la comunidad es el de Prw'a'ch'ba'k, vocablos que se interpretan como “Lleno de lodos” o “Cabeza de lodo”. Esto según referencias, por los deslaves que suceden cada cierto tiempo en el lugar desde tiempos de los abuelos.

Se considera que el 95% de los habitantes del Cantón hablan el idioma tz'utujil. De estos el 60% de mujeres y un 30% de hombres no dominan el castellano. Un grupo de aproximadamente 20 familias, no originarias del municipio que viven en la comunidad, han aprendido por factor utilitario, este idioma mayance.

Respecto al uso del traje tradicional, este es usado por hombres y mujeres. Es de resaltar que las generaciones de niños jóvenes están cambiando el patrón de uso, principalmente en varones. Su diseño es similar al vestido en la cabecera municipal de Santiago Atitlán.

A nivel religioso predominan tres iglesias cristianas, las cuales tienen sus edificios en la comunidad. Siendo éstas: Ministerios Elim-miel, Centroamericana y católica. Esta última cuenta con distintos grupos, siendo el más representativo la Renovación Carismática. Se considera que de estas iglesias, tiene mayor asistencia de familias de la comunidad la Católica, le siguen la Elim y Centroamericana. Hay familias que asisten a la Iglesia de los Santos de los Últimos Días, que está en el pueblo. Así como otro grupo son miembros de iglesias de distintas denominaciones ubicadas en el pueblo. Por lo observado, todas las familias están adscritas a alguna de las iglesias mencionadas.

El sentido cosmogónico preservado desde tiempos ancestrales y espiritual sincrético de los habitantes tz'utujiles de la comunidad, está bastante arraigado y del cual no se apartan los pobladores en su pensar. Y muestra de ello es el respeto y valoración que se le da a los distintos íconos espirituales del municipio, aunque se niegue en forma directa su aceptación. Siendo uno de estos, el Rilajmam (El Gran Abuelo), el sistema de cofradías, así como lugares ceremoniales ubicados en los volcanes y cerros del entorno del municipio, así como el Lago de Atitlán son espacios rituales y de profunda espiritualidad por parte de los habitantes del lugar. Lo que ha dado cabida a innumerables leyendas transmitidas por tradición oral.

La fiesta patronal del Cantón se lleva a cabo apegada a las actividades realizadas en la cabecera municipal. Las cuales se realizan del 23 al 27 de julio, siendo el 25 el día principal en que la iglesia católica conmemora a Santiago Apóstol.

Una costumbre arraigada en la comunidad, es la “Pedida”. Esta consiste en que el joven corteja a la dama, si ella acepta la relación se miran y hablan en momentos programados por ellos; ya sea en los senderos de la comunidad, en alguno de los comercios del Cantón o en el pueblo. Al formalizar la relación, el joven debe de hablar con uno o dos padrinos o testigos para que lo representen (debe ser una persona que goce de prestigio en la comunidad). Este no debe de ser familiar de él, para que no tome partido. Luego fijan una fecha en la que los padres del muchacho y padrinos van a hablar con los padres de la jovencita. Aquellos deben de llevar regalos, los que consisten en aguas gaseosas, chocolate, pan o aguardiente (yá, cush, barranco o Pziwny'a). Dependiendo de la situación económica de la familia del joven, a veces dinero. Referente a esto, si se tiene cierta capacidad económica, esta cantidad oscilará entre los 700 a 1,000 quetzales. Si la familia es muy pobre, se entrega de 300 a 600 quetzales o nada.

Si los padres de la joven aceptan la Pedida, se arregla una reunión en fecha posterior, a la que asistirán los parientes de las dos familias. En esta reunión se lleva pan, aguardiente o chocolate para festejar. Es en este momento en que se acuerda la fecha de la boda civil (en la Municipalidad de Santiago Atitlán) y la ceremonia religiosa.

Luego de las ceremonias y festejos la joven se va a vivir a la casa de la familia de su esposo. Cuando amanece la primera vez en su nuevo hogar, junto con su suegra se van a dejar tamalitos y una olla de comida a la casa de sus padres. En la canasta en que llevó la comida, pone su ropa que había dejado en casa de sus padres. Es la suegra quien lleva esta canasta con ropa al nuevo hogar, haciendo el recorrido por las calles del Cantón.

Otra costumbre que se realiza cuando hay algún difunto, es la Velada. Esta consiste en acompañar a la familia durante toda la noche. Los amigos, familiares y vecinos llevan alimentos y bebidas a la casa donde se realiza el velorio. Hay quienes dan un aporte monetario a los deudos. En el camino al cementerio los familiares van acompañando la caja mortuoria, seguido de las mujeres y por último los hombres. Al realizar el entierro, se realizan oraciones y se le riega agua gaseosa o licor al difunto y a quienes asistieron. Este acto significa alegría, ya que la persona que falleció cambia de vida¹⁷.

Entre las tradiciones culinarias de las familias de Panabaj están: los tamalitos, una vez por semana.

La preparación de hierba mora o macuy ya sea cocida, acompañada de tomate, chile y tortilla, o en caldo. Siete camisas o tza'ntzy en caldo o carne de res. Otro de los platos preferidos es el arroz con chipilín o en caldo; así como el pollo en caldo o recado. El pescado, cangrejo o caracol son platillos que disfrutaban ocasionalmente los panabajenses. Las gallaretas (aves que habitan en el Lago), son también platillos exóticos que en algunas ocasiones disfrutaban las familias del lugar. De bebidas, limonadas, chocolate y de piña son las apreciadas. Los dulces de coco, plátano cocido, jocote y fresa son también los preferidos por los lugareños.

Sobre la organización familiar de los habitantes originarios de Panabaj, se caracteriza la familia extendida (dominada por lo patrilineal o dominio del hombre; principalmente en las decisiones económicas de carácter doméstico). Esta se distingue, en que padres e hijos cohabitan en la mayor parte de hogares con sus propias familias. Osea que son abuelos, hijos y nietos los que comparten un mismo predio, separados cada uno por sus distintas habitaciones, ya sea dentro de la misma casa o en espacios separados unos de otros.

Esto permite mayor integración del grupo, así como interacción familiar entre los miembros políticos y los de consanguinidad. Lo que genera el traslado de valores, principios de respeto, solidaridad y otros patrones culturales en cada familia. Esta forma se ve fortalecida en hogares donde se cuenta con terrenos con suficiente espacio.

Familias que no cuentan con terrenos amplios, deben de procurarse sus propios hogares apartándose cada familia nuclear.

Una de las características de las viviendas tradicionales, es de poseer un Tuj (baño termal). Este se encuentra ubicado en el patio y se calienta por medio de leña. Estos baños son de gran aprecio por los habitantes de la región tz'utujil, el cual goza de sentido ceremonial, curativo y espiritual. Se le atribuye poderes medicinales.

Culturalmente el rol de la mujer ha sido, de tener el mayor grado de responsabilidad en el cuidado y formación de los hijos, atender los oficios domésticos (ropa, preparación de alimentos, oficios

varios), así en ocasiones apoyar a la pareja en el trabajo agrícola.

En las organizaciones tradicionales la participación de la mujer se ve limitada a cargos de acompañamiento o de servicio. No así en la toma de decisiones; en otras no aparece su papel manifiesto o participación directa y sí la exclusión por dominio masculino; como es el caso en la estructura de la Alcaldía Auxiliar y Cabecera del Pueblo. En otras instituciones como la cofradía, su trabajo es eminente, no así su poder de decisión.

2.3.11. Organización comunitaria y red de actores

La organización tradicional comunitaria del Cantón, está estrechamente vinculada, respeta y extiende su estructura a nivel del municipio de Santiago Atitlán y se muestra en el Cuadro 2.31. El Consejo de Ancianos, representado por la Cabecera del Pueblo señor Pascual Chavez Tziná, quien está embestido de prestigio en la estructura tradicional del pueblo Tz'utujil, es su máxima autoridad simbólica. La opinión de los ancianos del Cantón en conjunto con la de la Cabecera del Pueblo son clave, para la toma de decisiones de esta comunidad, a quienes se les consulta.

La participación femenina en el proceso de descentralización, toma de decisiones, realización de obras, alcance de objetivos e inclusión de intereses de género, se ha hecho palpable en Panabaj, a partir del proceso de recomposición social que se está generando en la reconstrucción del tejido social.

Este proceso de participación en la que se debe sumar mayor grado de equidad, están cambiando los cánones tradicionales a los que estaba relegada la mujer en la comunidad. Anteriormente su acción se limitaba a grupos de carácter religioso o familiar. En el presente la mujer ha incursionado y su papel ha sido relevante en el COCODE, organización en la que está representada la mujer, por dos representantes. Así mismo en ADECCAP, institución en la que el sector femenino ha sido la base en el fortalecimiento local, es la mayor que demuestra mayor responsabilidad y acción en el desarrollo familiar y local.

La recomposición de la organización comunitaria del Cantón Panabaj, luego de la tormenta Stan se ha estructurado de la siguiente forma:

Alcaldía Auxiliar (AA): Representada por el señor José Ixbalan. Los integrantes de la AA (alcalde auxiliar y alguaciles) son en su totalidad personas que habitan en los albergues temporales. Esta fue organizada en la forma como está integrada en el año 2006, a partir de la necesidad de organizar la reconstrucción de la comunidad, por los deslaves de Octubre de 2005. Tiene delegación directa, de la Alcaldía Municipal. Cabe destacar que las autoridades de la AA no reciben retribución económica por prestar el cargo.

¹⁷ BOTAN, CHIVILIU, Ana Líder del grupo de mujeres ADECCAP Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá. Fecha de la entrevista: 04 de abril 2006

Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE): Organizado a partir de la necesidad de reconstruir la comunidad por los deslaves de Octubre de 2005. Integrado en el momento actual, por cinco representantes de 325 familias que residen en el Cantón Panabaj y cinco representantes de 287 familias que residen en los albergues temporales y el Alcalde Auxiliar. Por consenso se eligió a uno de los diez representantes para que fuera el Presidente del COCODE. Los cargos se enumeran en el Cuadro 2.32.

CUADRO 2.31: RED DE ACTORES EN EL CANTÓN PANABAJ, SANTIAGO ATITLÁN SOLOLÁ, ABRIL 2006.

Nº	INSTITUCIÓN	PROYECCIÓN				PROYECCIÓN
		1	2	3	4	
1.	COCODE, Cantón Panabaj	X				Desarrollo
2.	Consejo de Ancianos de Panabaj	X				Integral
3.	Alcaldía Auxiliar, Cantón Panabaj	X				Organización
4.	Comité de familias en albergues	X				Vivienda
5.	Escuela Rural Mixta Cantón Panabaj	X				Educación
6.	Iglesias (Católica, Elim y Central)	X	X	X		Religioso
7.	ADECCAP	X				Desarrollo
8.	Municipalidad de Santiago Atitlán		X			Integral
9.	Centro de Salud		X			Salud
10.	Policía Nacional Civil		X			Seguridad
11.	Procuraduría de Derechos Humanos	X	X	X		Auditoría social
12.	INSIVUMEH		X	X		Pronóstico
13.	Organismo Judicial		X			Justicia
14.	Ministerio Público		X			Justicia
15.	Universidades (USAC, UVG)			X		Extensión
16.	Cabecera del Pueblo	X	X			Integral
17.	FONAPAZ			X		Reconstrucción
18.	CONRED			X		Emergencia, y reconstrucción
19.	Asociación de Desarrollo Integral comunitaria Nuevo Amanecer (ADICNA)		X			Asesoría
20.	Coordinadora de Campesinos del Altiplano CCDA		X			Asesoría
21.	Coordinadora Nacional Indígena y Campesina			X		Asesoría
22.	Fundación Guillermo Toriello					Reconstrucción
23.	45° Compañía Bomberos Voluntarios		X			Seguridad
24.	Centro de Estudios y Educación Indígena		X			Educación
25.	Fundación Solar			X		Desarrollo
26.	Proyecto Tinamit Atitlán		X			Educación
27.	CONALFA		X			Educación
28.	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación			X		Seguridad Alimentaria
29.	Equipo de Antropología Forense de Guatemala			X		Antropología forense
30.	Centro de Acción Forense y Ciencias Aplicadas (CAFCA) y ACT.			X		Justicia
31.	Haverford College, Pennsylvania, USA				X	Desarrollo
32.	American Friends Service Committee (AFSC),				X	Desarrollo
33.	Instituto Mesoamericano de Permacultura (IMAP)				X	Desarrollo
34.	Unión Europea (ECHO)				X	Ayuda humanitaria
35.	American Friends Service Committee (AFSC).				X	Desarrollo
36.	OXFAM				X	Desarrollo
37.	Educación Sin Fronteras				X	Educación
38.	Secretaría de Obras Sociales de la Esposa del Presidente SOSEP			X		Educación

1 Local; 2 Municipal; 3 Nacional y; 4 Departamental

No.	Cargo	Nombre del representante
1.	Presidente	Francisco Coché Pablo
2.	Vicepresidente	Victor Aguilar Mejía
3.	Secretario	Rafael Estrada Arteaga
4.	Tesorero	José Mendoza Sunú
5.	Vocal I	Francisco Ixbalan Ajtujal
6.	Vocal II	Joel Sosof Sunú
7.	Vocal III	Carmen Sosof Reanda
8.	Vocal IV	José Sicay Ratzan
9.	Vocal V	Diego Coó Ajuchan
10.	Vocal VI	Antonio Xeché Sol
11.	Vocal VII	Ana Botan Chiviliu

Comité de Representantes de Familias de Albergues Temporales: Organizado a partir de la necesidad de familias, cuyas viviendas fueron destruidas por los deslaves de Octubre de 2005 del Cantón Panabaj y T'zanchaj, las que habitan en los albergues temporales construidos a instancias del Gobierno de la República.

Asociación para el Desarrollo Comunitario del Cantón Panabaj (ADECCAP):

Surge del Comité de Emergencia del Cantón, que se había organizado para apoyar las acciones para mitigar las consecuencias de los deslaves del 05 de Octubre 2005. El trabajo realizado fue:

- Censo de familias damnificadas
- Distribución de víveres
- Búsqueda y rescate de víctimas soterradas
- Se trató de dar respuesta a las numerosas preguntas de una comunidad dispersa.
- Al terminarse la etapa de emergencia y al visualizarse la etapa de reconstrucción con proyectos y actividades que mejoraran la calidad de vida de la población; con la ayuda de la Coordinadora de Campesinos del Altiplano (CCDA), el comité se transformó en ADECCAP.

Es una organización sin fines de lucro cuyo objetivo es impulsar el desarrollo sostenible del área rural mediante la igualdad de género y la organización comunitaria, velando por el respeto de los derechos humanos.

Las iniciativas importantes de ADECCAP son consensuadas con la asamblea, puestas bajo el juicio de los ancianos de la comunidad y de la Comisión del Cabecera del Pueblo.

ADECCAP plantea su trabajo en el siguiente orden:

1. Corto plazo (fase de reconstrucción de los cantones Panabaj y T'zanchaj), mediante la elaboración de proyectos que logren:

- **La reactivación económica y social:**
Proyecto Ijatz "La Semilla": creación de un centro comunitario para la rehabilitación psico-social, reactivación económica, educación infantil, formación profesional, en colaboración con voluntarios extranjeros.
Escuela de pastelería para mujeres.
Taller de reciclaje artístico del vidrio.
- **Seguridad alimentaria:**
Proyecto de Huertos Comunitarios, para la siembra de hortalizas y plantas medicinales;
Proyecto de granja comunitaria.
Creación de una comisión de auditoría social, en el proceso de reconstrucción de los dos cantones.
Mejora de albergues temporales. Planteamiento en el COCODE/COMUDE de los problemas y búsqueda de apoyo para la compra de materiales que mejoren la calidad de los albergues.
- **Educación:**
Proyecto de alfabetización de adultos.

2. Proyectos en cartera:

Para la reactivación económica:

Proyecto de tours ecuestres (ecoturismo).

Proyecto de cunicultura (granja de conejos).

Proyecto de escuela de hostelería.

Proyecto de ecoturismo comunitario.

Recuperación del área de Panabaj, en respeto de la cosmovisión:

Exhumación de víctimas soterradas,

Fortalecimiento institucional y comunitario: construcción de una sede equipada y capacitaciones a los miembros y socios.

3. Proyectos a largo plazo (fase de normalización):

La formación profesional

El derecho al uso respetuoso de la tierra

La educación

La prevención de riesgo y el cuidado del medio ambiente

La asistencia sanitaria garantizada

La apertura de nuevos espacios para la economía local (ADECCAP 2, 2006)

2.4 Cantón T'Zanchaj (Tzanchaj), del municipio de Santiago Atitlán, Sololá

2.4.1. Situación y límites

Categoría de la comunidad, cantón (Según IGN, e INE caserío). El Cantón T'zanchaj pertenece al municipio de Santiago Atitlán del departamento de Sololá. Se ubica a tres kilómetros hacia el sur del área urbana de Santiago. Sus colindancias son: al norte con el cantón Panabaj; al sur finca Providencia; al oeste Lago de Atitlán y; al este volcán Tolimán.

Su extensión territorial aproximada es de 11 kilómetros cuadrados. Referente a sus vías de comunicación, la ruta principal que comunica esta población hacia la cabecera municipal es, una carretera asfaltada que llega al municipio de San Pedro La Laguna, Sololá. El Lago de Atitlán constituye una vía de comunicación por excelencia para y hacia las distintas comunidades ubicadas alrededor de éste. En la comunidad se ubica un aeródromo para helicópteros y avionetas. Altitud 1,580 metros sobre el nivel del mar.

El Cantón se divide en dos áreas: al oeste cuya colindancia es el Lago y este que limita con faldas del Volcán Toliman. El punto divisorio entre ambas áreas, es la carretera que atraviesa el Cantón. En el extremo norte se ubica la zona de los albergues temporales, con familias vecinas de Panabaj.

2.4.2. Medios de comunicación

Alrededor de 10 pick ups realizan su recorrido de y hacia Santiago (transporte de pasajeros y carga), haciendo escala en Panabaj. Éstos tienen su terminal de extremo sur del Cantón T'zanchaj. El costo del pasaje es de 1.50 quetzales por persona. El servicio de moto-taxis, conocidos en el medio como "Tuk-tuk" es prestado de o hacia la cabecera municipal por un costo de 10.00 quetzales.

El acceso lacustre se realiza a través del muelle municipal que se ubica en Santiago al noroeste. Diferentes embarcaciones de transporte colectivo realizan recorridos de y hacia Santiago Atitlán.

Funcionan dos servicios comunitarios de teléfono, los cuales tienen un costo para el usuario a nivel nacional de 1.25 quetzales por minuto. Las radios comunitarias y locales del municipio dan cobertura al Cantón, así también los canales de televisión nacional. Un número indeterminado de hogares cuentan con servicio telefónico celular.

2.4.3. Servicios públicos

El cantón no cuenta con servicio de drenajes, los cuales son depositados dentro de pozos ciegos o fosa séptica, en cada una de las viviendas.

El servicio de agua entubada, es prestado por la Municipalidad, la cual cuenta con cloración. Esta proviene directamente del Lago de Atitlán y su costo es de 20.00 quetzales mensuales. En la zona de los albergues temporales, este servicio se está dando en forma gratuita.

El servicio de tren de aseo es prestado por la municipalidad a través de un camión recolector que pasa por el Cantón una vez a la semana. El costo del servicio es de 1.50 por bulto de basura. Hay terrenos desocupados que algunos vecinos los utilizan para vertedero de basura.

El servicio de electricidad quedó dañado durante el Huracán Stan, sin embargo este está restaurado en las viviendas que permanecen habitadas. Se extendió el servicio de energía al área de albergues. Se tiene estimado por los vecinos que el 60% de las viviendas del Cantón cuentan con este servicio (ver otros datos en numeral 2.7 Vivienda).

El servicio de alumbrado público es prestado en el Cantón, el cual se ubica en áreas de la carretera.

2.4.4. Demografía

La comunidad es considerada como rural. Por su proximidad a la cabecera municipal, la plusvalía del Cantón estaba en alza. Lo que motivó a familias de la cabecera municipal en búsqueda de terrenos para construir vivienda, comprar y trasladarse al Cantón. Está decayó como consecuencia de los deslaves de Octubre 2005.

Para Abril de 2006 no existía censo actualizado sobre la población género y grupo de edad del Cantón T'zanchaj.

Según referencias de vecinos del Cantón, en 1965 residían en T'zanchaj un número aproximado de 20 familias. En los primeros años de la década de 1980 un grupo de rancheros del departamento de Quiché, se llegaron a asentar al Cantón¹⁸. Para el año 1994 se reporta para el Cantón una población de 1,506 habitantes (FUNCEDE, 1994). Según censo del INE, 2002 se registraron 1,263 habitantes; siendo el 51.22% (647) representado por hombres y 48.78 % mujeres (616), (INE, 2003). Según datos del Consolidado del Censo de Salud de Santiago Atitlán, para el año 2005 en T'zanchaj vivían un total de 1,669 personas (Centro de Salud, 2005). Estimaciones del Alcaldía Auxiliar del Cantón T'zanchaj, un número aproximado de dos mil quinientas personas es la que tiene la comunidad¹⁹ lo cual se ilustra en el Cuadro 2.32.

CUADRO 2.32: CRECIMIENTO POBLACIONAL DEL CANTÓN T'ZANCHAJ, PERÍODO 1950-2005

FUENTE	AÑO	Nº DE PERSONAS
AJANEL, 2006	1965	Familias: 20
FUNCEDE, 1994	1994	1,506
INE, 2003	2002	1,263
Centro de Salud, 2005	2005	1,669
IXBALAN, 2006	2006	2,500

El Cuadro 2.33 presenta la población por rangos de edad según el XI Censo de Población, 2002. En relación al grupo étnico más del 90% de la población pertenece al maya-tz'utujil. El restante corresponde al grupo no indígenas (IXBALÁN, 2006).

Respecto al número de hogares para Abril de 2006, un grupo aproximado de 275 familias residen en viviendas permanentes en el Cantón. Otro grupo de 30 familias vecinos del Cantón se ubican en el área de albergues temporales de T'zanchaj (AJANEL, 2006), un grupo de 32 familias se ubicaron en el Albergue de la iglesia Alfa y Omega.

¹⁸ AJANEL DAMIAN, Tomas. Presidente de COCODE Cantón T'zanchaj, Santiago Atitlán Sololá. Fecha de entrevista 06 de abril de 2006.

¹⁹ IXBALAN CH., Antonio. Alcalde Auxiliar Cantón T'zanchaj, Santiago Atitlán Sololá. Fecha de entrevista: 06 de abril de 2006

CUADRO 2.33: POBLACIÓN POR RANGOS DE EDAD Y % DEL CANTÓN T'ZANCHAJ, AÑO 2002

Rangos	Población	Porcentaje
0 –6 años	298	23.6
7 – 14 años	305	24.1
15– 64 años	629	49.8
65 y más	31	2.45
Totales	1,263	100%

Fuente: INE, 2003.

CUADRO 2.34: NÚMERO DE POBLACIÓN POR RANGO DE EDAD Y SEXO DEL CANTÓN T'ZANCHAJ, AÑO 2005.

Rango de edad en años	0 a 14		15 a 59		64 y más	
	H	M	H	M	H	M
N° de población	343	438	409	428	25	26
Sub total	781		837		51	
Total	1,669					

Fuente: Centro de Salud, 2005

El flujo migratorio tuvo un sobresalto a partir de los deslaves de Octubre 2005. Un número indeterminado de familias se desplazaron al área urbana de Santiago, otras hacia albergues temporales de iglesias del mismo Cantón y del pueblo. Sin embargo este flujo se ha ido revirtiendo conforme han pasado los primeros meses del año 2006.

2.4.5. Educación

El sistema formal de educación, está cubierto a nivel primario por dos escuelas: la Escuela Rural Mixta (ERM) del Cantón T'zanchaj y la Escuela Nacional de Autogestión Comunitaria Cantón T'zanchaj. Durante la etapa de emergencia (Octubre a Diciembre 2005), el edificio escolar constituía uno de los albergues para 40 familias damnificadas

Cada año el Director de la Escuela por intermedio del Comité de Padres de Familia y amigos de la comunidad, realizan mejoras al edificio en donde funciona el establecimiento educativo. Uno de los proyectos que se tiene trazado, es la construcción del muro perimetral de los campos deportivos que cuenta la escuela, así como el techado del patio central del edificio. Como prioridad se tiene la construcción de una fosa séptica, debido a que la actual, está por colapsar. Se requiere la plaza para un maestro grado, debido a que la población escolar se incrementó para el ciclo actual 2006, una de las razones es la inscripción de niños del Cantón Panabaj.

Para el ciclo 2006 la propuesta del MINEDUC derivada de la destrucción del edificio escolar del Cantón Panabaj y la inseguridad del área, consistía en trasladar a los niños a las escuelas de las comunidades vecinas, siendo ésta una de ellas, sin embargo esto no se dio. La población escolar de la ERM se caracteriza por ser niños del Cantón de T'zanchaj de habla Tz'utujil (Cuadro 2.35)

GRADO	No de aulas	N° de alumnos inscritos
Párvulos	2	75
Primero	3	76
Segundo	2	64
Tercero	2	57
Cuarto	2	39
Quinto	1	45
Sexto	1	36
TOTAL	13	392

Fuente: MENDEZ²⁰, 2006

El índice de repitencia de la ERM del ciclo 2005 fue de 11%. Se estima por los maestros y autoridades educativas, que fueron seis alumnos inscritos en la escuela quienes perdieron a sus padres a consecuencia de los deslaves y dos niños fallecieron. La ERM cuenta con 12 maestros de grado. Los estudiantes han sido beneficiados una vez en el presente ciclo lectivo por el programa Vaso de Leche, lo que alcanzó para entregarles a los alumnos siete días de refacción.

Los maestros de la ERM del Cantón han identificado que la mayor parte de los estudiantes de la escuela tienen trastornos psicológicos, ocasionados tras lo sucedido y vivido por los deslaves de Octubre 2005. Estos trastornos se demuestran en conductas de los estudiantes: desconcentración, temor y miedo cuando ha llovido, e inseguridad. A pesar de ello no se ha podido atender a los niños, en este problema en forma técnica (MENDEZ, 2006).

La Escuela Nacional de Autogestión Comunitaria del Cantón (Cuadro 2.36), cuenta con instalaciones recién inauguradas. Sin embargo hay necesidades de servicios e infraestructura que se deben satisfacer, entre estas: conexión de servicio eléctrico, muro perimetral y el pago de los maestros (debido al mes de abril no se les había hecho ningún correspondiente al ciclo 2006).

El índice de repitencia de la Escuela de Autogestión Comunitaria para el ciclo 2005 fue de 10.4%. Se estima por los maestros y autoridades educativas, que ningún niño o padre de ellos fueron víctimas de los deslaves de Octubre 2005, pero si algunos familiares y la destrucción de las áreas de cultivo. Por las condiciones en que asisten los niños a estudiar los maestros señalan que el 100% de los niños proviene de hogares en extrema pobreza.

La Escuela de Autogestión Comunitaria cuenta con 7 maestros de grado. Los estudiantes han sido beneficiados una vez en el presente ciclo lectivo por el programa Vaso de Leche, lo que alcanzó para entregarles a los alumnos siete días de refacción.

Los maestros de la Escuela de Autogestión Comunitaria han identificado que la mayor parte de los estudiantes de la escuela tienen trastornos psicológicos, ocasionados tras lo sucedido y vivido por los deslaves de Octubre 2005 “Los niños tienen idea que el volcán va a afectarlos”²¹.

Debido a las condiciones de pobreza y extrema pobreza en que viven las familias del Cantón y comunidades vecinas, un grupo de maestros de la ERM fundaron el Instituto por Cooperativa del Cantón T'zanchaj, con el objetivo de apoyar a los jóvenes damnificados por los deslaves.

CUADRO 2.36: POBLACIÓN ESCOLAR INSCRITA EN LA ESCUELA NACIONAL DE AUTOGESTIÓN COMUNITARIA DEL CANTÓN T'ZANCHAJ, AÑO 2006

GRADO	No de aulas	Niños	Niñas	Total de alumnos
Párvulos	1	23	23	46
Primero	2	26	25	51
Segundo	2	31	25	56
Tercero	1	27	20	47
Cuarto	*1	20	9	29
Quinto	*	5	5	10
Sexto	*	5	3	8
TOTAL	7	114	87	247

Fuente: COCHE ESQUINA, 2006
* Aulas multigrado, un maestro para los tres grados.²⁰ MENDEZ, Rufino Valdemar Director de la ERM Cantón T'zanchaj, Santiago Atitlán. Fecha de entrevista: 06 de abril de 2006²¹ COCHE ESQUINA, Juan Esteban Director de Escuela Nacional de Autogestión Comunitaria Cantón T'zanchaj, Santiago Atitlán Sololá. Fecha de entrevista: 06 de abril 2006

El local que sirve como edificio, es el mismo donde se ubica la ERM. Con apoyo de una familia de la comunidad se está realizando la construcción de tres aulas del instituto (para lo que solicitan financiamiento para concluir la obra).

El Instituto inició labores en enero de 2006 con la inscripción de 30 alumnos en una sección. Estos provienen de tres cantones: Panabaj, Xechivoy y T'zanchaj. Están laborando 12 catedráticos. La jornada es vespertina.

Entre las necesidades que se requiere para el funcionamiento del Instituto, están: implementación de un laboratorio de computación, escritorios, pizarrones, mobiliario y equipo de oficina. Se solicita el financiamiento para atender el salario de los docentes, debido a que el Instituto se sostiene con una cuota mensual de 30 quetzales aportada por padres de familia, un mil quetzales prometidos por la Municipalidad de Santiago Atitlán y cuatro mil quetzales del MINEDUC. Estos dos últimos aportes no se han concretizado y son insuficientes para sufragar los costos administrativos y de funcionamiento que requiere el establecimiento.²²

Según el XI Censo de Población 2002 el nivel de escolaridad de T'zanchaj (Cuadro 2.37) tiene mayor índice en el nivel primario, con 86% del total de personas que cuentan con algún nivel de escolaridad. Hay además población que cursaron los ciclos de educación básica y diversificado. A nivel superior, no se identificó ningún caso. Ver cuadro a continuación.

CUADRO 2.37:

NIVEL DE ESCOLARIDAD DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN T'ZANCHAJ, AÑO 2002

Total	Nivel de escolaridad				
	Ninguno	Pre-primaria	Primaria	Media	Superior
368	Sr	11	317	40	0

Fuente: INE, 2003.

sr= sin registros

El índice de analfabetismo en Tzanchaj es alto, según lo registrado en el Censo 2002, el cual reporta: 47.26% de población analfabeta (597 personas). En acuerdo de trabajo entre CONALFA y ADECCAP, se tiene programado llevar a cabo un programa de alfabetización en la comunidad, el cual se encuentra en funcionamiento a Abril 2006, con personas de Panabaj y T'zanchaj que asisten a clases.

2.4.6. Salud

El uso de medicina tradicional y alternativa es la más utilizada por la población de T'zanchaj. La que consiste en el uso de baños termales, consulta con sobadores, cura huesos y personas de la comunidad conocedores de recetas de origen natural.

En T'zanchaj se cuenta con cuatro comadronas para la asistencia de partos y tres curanderos que utilizan plantas medicinales para el tratamiento de diversas enfermedades. El Centro de Salud de la cabecera municipal presta la atención primaria en salud a los habitantes de T'zanchaj, el cual no cuenta con encamamiento y refiere los casos necesarios al Hospital Departamental de Sololá. La asistencia de jornadas médicas y de vacunación se realiza con periodicidad atendiendo a la situación que se requiera y prevalezca en la comunidad. Las estadísticas sobre indicadores de salud, las maneja el Centro en forma integrada, en relación a la población que atiende en el municipio.

Luego de los deslaves de Octubre, 2005 la mayor parte de la población del Cantón ha tenido trastornos psicológicos. Asistiendo para su tratamiento algunos pobladores al proyecto denominado Salud Mental Comunitaria, implementado por ADECCAP, en el Cantón T'zanchaj.

²² MENDEZ, Rufino Valdemar Director de la ERM Cantón T'zanchaj, Santiago Atitlán. Fecha de entrevista: 06 de abril de 2006

2.4.7. Aspectos económicos

El Cantón T´zanchaj, es considerado como rural. Las familias tienen su ingreso económico principalmente derivado de la agricultura y trabajo como jornaleros en: campos de cultivo, fincas aledañas y en otras comunidades del municipio de Santiago Atitlán. (Las condiciones prevalecientes en T´zanchaj referentes al trabajo agrícola son similares a las de Panabaj, para lo cual se refiere al lector al Numeral 2.7)

El Cuadro 2.38 describe el número y tipo de negocio o actividad que se presenta en el Cantón de Tzanchaj.

CUADRO 2.38: TIPO Y NÚMERO DE ACTIVIDADES Y NEGOCIOS IDENTIFICADOS EN EL CANTÓN T´ZANCHAJ, ABRIL 2006

TIPO DE ACTIVIDAD O NEGOCIO	N°	TIPO DE ACTIVIDAD O NEGOCIO	N°
Tiendas	12	Teléfono comunitario	3
Cantinas	2	Molinos de mixtamal	2
Taller de pinchazo	1	Tejedores	9
Beneficio de café	1	Ventas de fruta	3
Granja avícola (gallinas)	2	Tallado en madera	1
Taller de calzado	1	Actividad vinculada al turismo	2
Sastrería	1	Taller de pintura	1

En la comunidad hay 7 familias que poseen pick ups. No hay datos específicos sobre la situación de pobreza de las familias del Cantón. Sin embargo se considera que el 98% de ellas viven en situación de pobreza y de éstas el 75% en extrema pobreza, para el año 2006 (AJANEL, IXBALAN, 2006). El ingreso familiar promedio de las familias en extrema pobreza es inferior a los un mil quetzales mensuales.

Según consolidado de Censo de Población por Grupo de Edad del Distrito 4 de Salud de Santiago Atitlán, la PEA para el año 2005 era la siguiente: Total PEA 837 representando el 50.1%. La PEA femenina 428 representado el 51.1%. Y la PEA masculina de 409, representado el 48.9% (Centro de Salud, 2005).

Se resalta el desarrollo impulsado por la Asociación Maya Nuevo Sembrador Integral, en la que son socios vecinos del Cantón. Esta Asociación da el apoyo a agricultores, principalmente a quienes se dedican al cultivo de café.

ADECCAP, incluye y extiende los beneficios de los programas de desarrollo a la población de T´zanchaj. El proyecto de la granja comunitaria avícola se encuentra en la jurisdicción de T´zanchaj.

2.4.8. Vivienda

Según referencias de la Alcaldía Auxiliar de T´zanchaj, el 97% de habitantes del Cantón son propietarios o vivían en terrenos de familiares. Aproximadamente diez familias alquilan viviendas, por una renta que oscila de 150 a 200 quetzales (IXBALAN, 2006). En el Cantón se ubican cinco chalets, cuyos propietarios no eran originarios de la comunidad, los que se ubican a orillas del Lago de Atitlán.

Uno de los problemas que afronta la comunidad es el referente al acceso al lago. Esto se debe a que propietarios de los terrenos que colindan hacia el borde cerraron las veredas hacia éste. Esta situación a limitado a que la población tenga únicamente dos caminos para llegar al lago.

El crecimiento del Cantón se ha dado en forma horizontal, especialmente en el lado sur y oeste. No hay un patrón estandarizado de medidas de terreno en los cuales están construidas las viviendas, estas difieren en extensión unas con otras.

Según el VI Censo Nacional de Habitación 2002, el total de hogares registrados en el Caserío T´zanchaj es de 276. De los cuales 178 contaban con servicio de agua entubada y 207 con servicio de energía eléctrica (INE, 2003).

Los deslaves de Octubre, 2005 afectaron con daños severos y moderados a 55 viviendas (AJANEL, IXBALAN, 2006). Otro número no identificadas están con daños ligeros y sus moradores siguen habitándolas

El Cuadro 2.39 describe el tipo de vivienda del Cantón T´zanchaj, según VI Censo de Locales de Habitación, 2002 (INE, 2003)

CUADRO 2.39: TIPO DE VIVIENDA CANTÓN T'ZANCHAJ, AÑO 2002

Total	Tipo de local				
	Casa formal	Apartamento	Palomar	Rancho	Improvisado
276	274	0	0	0	2

2.4.9. Historia

De las referencias históricas que señalan moradores del Cantón, indican que en el siglo XIX ya estaba poblada la comunidad, por un grupo de cuatro familias. En la primera mitad del siglo XX llegan a asentarse familias provenientes de San Antonio Chacayá y otras de la cabecera municipal Santiago Atitlán. A finales de la década de los años de 1980 un grupo de personas originarias en su mayoría del departamento de Quiché migran hacia T'zanchaj, por motivos de inseguridad provocada con el conflicto armado interno que azotó el país durante este periodo (AJANE, IXBALAN, 2006).

El crecimiento población en T'zanchaj, desarrollo de los cantones vecinos hacia el norte y el contar con camino asfaltado generó expectativas de prosperidad en la comunidad. Sin embargo éstas se vieron afectados por los deslaves del 05 de Octubre 2005, a pesar que el Cantón no fue afectado comparativamente como el caso de T'zanchaj.

La inauguración del Instituto por Cooperativa y de la Escuela de Autogestión Comunitaria en los años 2005 y 2006 es un éxito importante, considerado por los habitantes de la comunidad. Considerando a la educación como un vehículo para el desarrollo (COCHE ESQUINA, 2006)

Los daños más severos por los deslaves provocados por el Huracán Stand fueron principalmente en la destrucción de campos de cultivos de los agricultores de la comunidad (café, mashan, plátano, frijo, maíz y pacaya), destrucción de veredas y caminos de acceso hacia la comunidad. Sin embargo la carretera principal se encuentra ya habilitada (IXBALAN, 2006).

Sobre el número de víctimas en el Cantón T'zanchaj se reportaron las siguientes que se muestran en el Cuadro 2.40. En enero del año 2006 se fortalece la organización comunitaria a través de la elección de una Alcaldía Auxiliar y la junta directiva del COCODE del Cantón. Organizaciones que no funcionaban. Así también algunos vecinos participan en actividades de ADECCAP.

CUADRO 2.40: ESTADÍSTICAS DE DAÑOS OCASIONADOS POR LOS DESLAVES EN T'ZANCHAJ, 05 DE OCTUBRE 2005

FUENTE	PERSONAS MUERTAS RESCATADAS	N° DE NIÑOS HUÉRFANOS			N° DE FAMILIAS EN ALBERGUES TEMPORALES	N° DE DANMINIFICADOS		N° DE VIUDAS (OS)	N° DE VIVIENDAS DESTRUIDAS
		H	M	T		F	P		
Municipalidad	sr	sr	sr	sr	**273/30	sr	sr	sr	sr
ERM/AA	3	sr	sr	6	*287/30/32	287	2,500	sr	55

Fuente: Municipalidad de Santiago Atitlán, 2006; ERM (Escuela Rural Mixta T'zanchaj, 2006; y AA (Alcaldía Auxiliar) T'zanchaj, 2006.

Referencias: H : Hombres; M: Mujeres; T: Total; F: Familias; P: Personas; sr: sin registros.

** 273 familias de Panabaj y T'zanchaj/ 30 en Iglesia Alfa y Omega.

* 287 familias de Panabaj y T'zanchaj/30 son de T'zanchaj/32 en Iglesia Alfa y Omega

2.4.10. Referencias y patrones culturales de los habitantes de Tzanchaj

El nombre del Cantón deriva de los vocablos T'zan' que se traduce: en la punta y; chaj: pino. Palabras que se interpretan como "En la punta del pueblo hay muchos pinos". Derivado el nombre del bosque de pinos y otros árboles que en otra época abundaban en el lugar.

Se considera que más del 90% de los habitantes de T´zanchaj hablan el tz´utujiil como idioma materno. Del total de población un aproximado del 60% de mujeres no habla el español y un 40% hombres. “Entienden pero no pueden responder”. Personas no originarias del municipio se han adaptado culturalmente a las costumbres de la comunidad y aprendido el idioma Tz´utujiil (AJANEL, IXBALAN, 2006).

Respecto al uso del traje tradicional, éste es usado por hombres y mujeres. Los hombres se han adecuado a vestirlo preferentemente para estar en el hogar, cuando asisten a la cabecera municipal, festejos y otras actividades y no cuando realizan faenas agrícolas. Su diseño es similar al vestido en la cabecera municipal de Santiago Atitlán.

A nivel religioso, en la Iglesia Católica es a la que mayor número de familias del Cantón asisten. Cabe resaltar que contiguo al edificio de la ERM del Cantón funciona el Centro Católico Padre Francisco Rother (APLAS), el que cuenta con una capilla. En este se realizan actividades humanitarias, culturales, formativas y religiosas. Otras grupos religiosos cristianos son: Santo Pacto, Salen y Bautista. Cabe destacar que las instalaciones de la Iglesia Alfa y Omega fueron utilizadas como albergues por los sucesos de Octubre 2005.

En la comunidad se destaca la presencia de cinco guías espirituales indígenas (aj´ kij). Quienes son personas de alto prestigio, credibilidad sobre el conocimiento cosmogónico y espiritual del pueblo tz´utujiil de Santiago Atitlán. Además son vínculo e intermediadores entre la naturaleza, espiritual y lo humano. Otras tradiciones de carácter.

Los trabajos artesanales que desarrollan son: bordados, elaboración de tejidos, pesca y mostasilla. Destacándose la elaboración de tejidos.

Entre las tradiciones culinarias de las familias de T´zanchaj están: los tamalitos, huevos, caldo de hierba mora, arroz con chipilín, pacayas en salsa y pollo o gallina en recado. Este último menú es preparado en pulique o en salsa de tomate arreglada con los siguientes ingredientes: miltomate, chile pimienta, pimienta, cebolla sal y ajo, así como otros ingredientes particulares atendiendo la receta familiar.

Otros rasgos característicos sobre la cultura de los habitantes de T´zanchaj, son similares a los del pueblo tz´utujiil de Santiago Atitlán, entre ellas: organización familiar, sistema de creencias, uso del tuj, tradición oral, derecho consuetudinario y otras.

2.4.11. Organización comunitaria y red de actores

La organización tradicional comunitaria de T´zanchaj, está en vinculación, respeta y extiende su estructura a nivel del municipio de Santiago Atitlán. El Consejo de Ancianos, representado por la Cabecera del Pueblo señor Pascual Chavez Tziná, quien está embestido de prestigio en la estructura tradicional social del pueblo Tz´utujiil, es su máxima autoridad simbólica. La opinión de los ancianos del Cantón y de los guías espirituales en conjunto con la de la Cabecera del Pueblo son clave, para la toma decisiones de esta comunidad, a quienes se les consulta.

La recomposición de la organización comunitaria del Cantón, luego del Huracán Stan se ha estructurado de la siguiente forma Cuadro 2.41.

Alcaldía Auxiliar (AA): Representada por el señor Antonio Ixbalan Chicajú. La organización de la AA está estructurada de la siguiente forma:

- a) Alcalde Auxiliar: autoridad máxima elegida por la comunidad. Es el vínculo directo entre la comunidad y el Alcalde Municipal.
- b) Vice Alcalde Auxiliar: Asiste al Alcalde Auxiliar en reuniones, y actividades que se realizan, así apoya en la toma de decisiones que confieren a dicha institución.
- c) Secretario: Encargado de llevar las actas y anotaciones referentes a la AA.
- d) Alguaciles: Son tres y apoyan en todas las actividades que el Alcalde Auxiliar requiere para cumplir con sus funciones. Entre ellas: diligencias, mensajes, entre otros.

Cabe destacar que por el trabajo realizado en la AA no se recibe compensación económica alguna. Son cargos en los que se otorga prestigio social y honorabilidad a quienes cumplen el servicio. Antes de los acontecimientos de Octubre 2005, el Cantón no contaba con esta institución.

Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE): Organizado a partir de la necesidad de reconstruir la comunidad por los deslaves de Octubre de 2005. Integrado en el momento actual, por nueve representantes de la población de T´zanchaj. Los cargos se enumeran en el Cuadro 2.42.

Comité de Representantes de Familias de Albergues Temporales: Organizado a partir de la necesidad de familias, cuyas viviendas fueron destruidas por los deslaves de Octubre de 2005 del Cantón Panabaj y T'zanchaj, las que habitan en los albergues temporales construidos a instancias del Gobierno de la República.

Asociación Maya Nuevo Sembrador Integral: Su objetivo es el desarrollo y beneficio a sus asociados quienes se dedican a actividades agrícolas, principalmente al cultivo de café.

CUADRO 2.41: RED DE ACTORES EN EL CANTÓN T'ZANCHAJ, SANTIAGO ATITLÁN SOLOLÁ, ABRIL 2006.

Nº	INSTITUCIÓN	PROYECCIÓN				PROYECCIÓN
		1	2	3	4	
1.	COCODE, Cantón T'zanchaj	X				Desarrollo
2.	Consejo guías espirituales y ancianos.	X				Integral
3.	Alcaldía Auxiliar, Cantón T'zanchaj	X				Organización
4.	Comité de familias en albergues	X				Vivienda
5.	Escuela Rural Mixta Cantón T'zanchaj	X				Educación
6.	Iglesias (Católica, Santo Pacto, Salen Alfa y Omega y Bautista)	X	X	X		Religioso y solidaridad
7.	Escuela de Autogestión Comunitaria	X				Educación
8.	Municipalidad de Santiago Atitlán		X			Integral
9.	Centro de Salud		X			Salud
10.	Policía Nacional Civil		X			Seguridad
11.	Procuraduría de Derechos Humanos	X	X	X		Auditoría social
12.	Tres Comités de Padres de Familia	X				Educación
13.	Organismo Judicial		X			Justicia
14.	Ministerio Público		X			Justicia
15.	Asociación Maya Nuevo Sembrador	X				Agricultura
16.	Cabecera del Pueblo	X	X			Integral
17.	FONAPAZ			X		Reconstrucción
18.	CONRED			X		Emergencia, y reconstrucción
19.	Coordinadora Nacional Indígena y Campesina			X		Asesoría
20.	Fundación Guillermo Toriello			X		Reconstrucción
21.	45° Compañía Bomberos Voluntarios		X			Emergencia
22.	CONALFA		X	X		Educación
23.	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación		X	X		Seguridad alimentaria
24.	Unión Europea (ECHO)				X	Ayuda humanitaria
25.	Secretaría de Obras Sociales de la Esposa del Presidente SOSEP			X		Desarrollo y reconstrucción

1 Local; 2 Municipal; 3 Nacional y; 4 Departamental

CUADRO 2.41: INTEGRACIÓN DEL COCODE DEL CANTÓN T'ZANCHAJ, SANTIAGO ATITLÁN SOLOLÁ, 2006

No.	Cargo	Nombre del representante
1.	Presidente	Tomas Ajanel Damián
2.	Vicepresidente	Josefe Chiquibal Rianda
3.	Secretario	Francisco Ixbalan Ajtujal
4.	Tesorero	Tereso Ariaga García
5.	Vocal I	Maria Tzinà Cali
6.	Vocal II	Candelaria Chiquibal Rianda
7.	Vocal III	Diego Rianda
8.	Vocal IV	Nicolas Sosof
9.	Vocal V	Francisco Lainez Pérez

Fuente: (AJANEL, 2006)

2.5 Gestión Social-local de riesgos en relación con los deslizamientos y flujos de detritos ocurridos el 5 de octubre del 2005

Los daños ocasionados por los deslaves son de naturaleza variada pero fundamentalmente incluye la pérdida de vidas humanas en una cifra que puede exceder las 600 víctimas. Al momento de redactar este informe los actores locales aún no definían con precisión los alcances del desastre en términos de fatalidades.

Se registraron también daños a cultivos, caminos terrestres y viviendas ubicadas próximas a las cuencas de las corrientes de agua; que anualmente en época de lluvias han marcado el área. Indirectamente toda la población salió afectada debido a la destrucción de las vías de comunicación terrestre, la necesidad de aprovisionamiento de alimentos, aunado esto a la crisis psicológica que sufrieron los habitantes. El daño psicológico asociado con la tragedia aún persiste al grado que en una ligera tormenta registrada el 23 de abril del 2006 la población ya estaba temerosa de que pudiera registrarse otro desastre siendo necesaria la intervención del Alcalde para calmar a los residentes.

Previamente al desastre registrado el 5 de octubre del 2005 en la zona no funcionaba la COLRED, algún COCODE u otra organización de desarrollo comunitario con vínculos a nivel municipal, a no ser los comités de introducción de servicios. Luego de los deslaves, se estructuraron los COCODEs. Se ha dado capacitación a miembros de estas instituciones en la gestión de riesgos por parte de CONRED.

Los esfuerzos encaminados a la gestión de riesgos en el municipio han carecido de continuidad. Con el estado la emergencia que se registró en la comunidad se estableció la COLRED, la cual se integró por miembros de la Corporación Municipal, ONG's, OG's y líderes comunitarios de las comunidades afectadas por la tormenta tropical Stan. Sin embargo, luego de que pasó el momento crítico la COLRED fue disuelta por común acuerdo de los distintos actores de la comunidad. CONRED asignó un grupo especial para la gestión de riesgos finales de mayo coincidiendo con la entrada del invierno. Se cuenta con un Plan de Emergencia y el Diseño de Rutas de Evacuación, habiendo lanzado una Alerta Roja a finales de junio y llegando a evacuar a toda la población de Panabaj durante una fuerte tormenta.

Al momento de terminar de redactar este informe la población afectada todavía residía en los albergues temporales de Tzanchaj en condiciones de baja salubridad.

2.5.1. Percepciones de los residentes acerca del desastre en marcha Canton Tzanchaj

Las causas por lo que se derivaron los daños de la tormenta tropical Stan, por las que fueron vulnerables y que refieren los vecinos del Cantón son:

Amenazas

- Las viviendas están muy cerca de los volcanes.
- La tala de bosques.
- No hay organización en la comunidad.
- Falta de capacitación e información.
- Ubicación de la comunidad.
- No hay apoyo de entidades.

(Fuente: Vecinos del Cantón T'zanchaj Abril, 2006)

Las percepciones de los habitantes de Tzanchaj sobre los deslaves del mes de Octubre 2005, son:

- “Según los abuelos, esto sucede cada cierto tiempo”
- “Los niños tienen la idea que el volcán va afectarles”
- “El tiempo manda”
- “Castigo de Dios por nuestra conducta”
- “Todo es culpa del hombre”

(Fuente: Vecinos del Cantón T'zanchaj Abril, 2006)

La población del Cantón está desmotivada debido a que consideran que no han sido partícipes o tomados en cuenta para salir beneficiados, mitigar y resarcirse de daños materiales y psicológicos en que fue afectada toda la población. Consideran los líderes comunitarios que en la ayuda únicamente han sido beneficiados los habitantes del Cantón Panabaj y las familias del T'zanchaj, que sus viviendas tuvieron daños severos. No así el resto de la población (IXBALAN, AJANEL, CHOJPEN, 2006).

En el Cuadro 2.43 se presentan las reflexiones de los líderes comunitarios en referencia al proceso de reconstrucción de T'zanchaj.

CUADRO 2.43: REFLEXIONES DE LÍDERES COMUNITARIOS SOBRE EL PROCESO DE RECONSTRUCCIÓN DEL CANTÓN T'ZANCHAJ, ABRIL 2006

FORTALEZAS DE LA COMUNIDAD	ASPECTOS QUE DEBEN CORREGIRSE
• Capacidad de la población en organizarse. (Resiliencia) • Distancia a la cabecera municipal de Santiago Atitlán. • Carretera asfaltada que atraviesa la comunidad. • Acceso a tierra comunal. • La mayor parte de la comunidad no tuvo daño alguno en sus viviendas. • Apoyo de instituciones que facilitaron albergue y alimentación a víctimas de los deslizos.	• La población que tuvo daños severos a su vivienda, no está siendo atendida con ayuda de ningún tipo. • Falta de urbanismo. • No hay drenajes. • No hay servicios de salud en la comunidad. • No hay estudios técnicos de prevención de riesgos. • Riesgos de más deslizos. • No hay programas que benefician a los agricultores. • Falta de recursos para mejorar los tres centros educativos. • Extrema pobreza de la mayor parte de la población.

Fuente: (COCHÉ ESQUINA, IXBALÁN, AJANEL, CHOJPEN, 2006).

2.5.2. Canton Panabaj

Las causas por lo que se derivaron los daños de la tormenta tropical Stan, referidas por los vecinos del Cantón son:

- Crecimiento de la densidad poblacional.
- Ubicación de viviendas en orillas de los cauces de las corrientes (las cuales se mantienen secas en período que no es de lluvias).
- Deforestación de las laderas de los volcanes y cerros de donde provienen las corrientes.
- Falta de organización comunitaria en relación a la prevención de amenazas (COLRED).
- Inexistencia de un plan de construcción reglamentado a nivel comunitario (sin estrategia o planificación urbana).

(Fuente: Vecinos del Cantón Panabaj Abril, 2006)

Las percepciones de los habitantes de Panabaj sobre los deslizos del mes de Octubre 2005, son:

- “Fue la voz de Dios”
- “Así lo dispuso la madre tierra”
- “No se puede hacer nada por cambiar lo que la naturaleza dispone”
- “Es culpa de los hombres al dañar la tierra”
- “Qué podemos hacer los humanos para evitar esto, nada”
- “El gobierno debió haber hecho algo por nosotros para evitar la tragedia”
- “No nos avisaron nada”
- “Las gentes pobres somos quienes siempre salimos con más daños”
- “Se acerca el fin de la humanidad”
- “Es que ya hay tanta gente y mal en el mundo”
- “Así es cuando uno vive cerca de donde está el peligro”

(Fuente: Vecinos del Cantón Panabaj Abril, 2006)

En el Cuadro 2.44 se presentan las reflexiones de los líderes comunitarios en referencia al proceso de reconstrucción de Panabaj.

CUADRO 2.44: REFLEXIONES DE LÍDERES COMUNITARIOS SOBRE EL PROCESO DE MITIGACIÓN, RECONSTRUCCIÓN Y RESPUESTA DEL CANTÓN PANABAJ, 2006

FORTALEZAS y OPORTUNIDADES DE LA COMUNIDAD	ASPECTOS QUE DEBEN CORREGIRSE	NECESIDADES
Organización comunitaria: <u>Alcaldía Auxiliar, COCODE.</u> Apoyo material, económico y de asesoría de OG's, ONG's nacionales e internacionales. Cohesión social. Necesidades compartidas. Identidad cultural y de visión compartida. Fortalecimiento del poder local. Proceso de descentralización. Participación y toma de decisiones de la mujer.	• División sectorial de la comunidad. • Mayor espacio de participación y de decisión en toma de decisiones a la mujer. • Estudios técnicos de gestión local en riesgo. • Plan de desarrollo urbano y rural. • Extraer material rocoso del canal de evacuación de crecidas que bajan de los volcanes y atraviesan Panabaj. • Fortalecimiento de la <u>Unidad Técnica Municipal.</u> • Atención inmediata rápidas a las necesidades imperantes, principalmente referente a: vivienda, seguridad alimentaria y programas de desarrollo agrícola. • Limitar la construcción de viviendas en áreas afectas. • Seguir <u>criterios técnicos previo</u> a habilitar edificios.	• Recurso humanos capacitados. • Recurso financiero y material. • Disponer de una sede estable equipada y con personal calificado. • Recurso financiero para darle seguimiento al proyecto La Semilla • Recurso financiero para finalizar construcción, equipar el centro y emprender actividades de formación con apoyo de INTECAP. Compra de terrenos adecuados para la construcción de nuevas viviendas y financiamiento para la urbanización. Fortalecimiento de la capacidad local de respuesta a emergencias. Evaluaciones de todos los aspectos del lo ocasionado por las correntadas y sus efectos por equipo de desastre.

Fuente: Población y líderes comunitarios de Panabaj, 2006

2.5.3. Evaluación del ciclo del desastre para la zona

Se han integrado los datos recabados para evaluar el ciclo del desastre en la zona. Los Cuadros 2.44 y 2.45 muestra el nivel socioeconómico existente en las comunidades antes del desastre y el nivel predominante después del evento.

CUADRO 2.44: COMPARATIVO A NIVEL SOCIECONÓMICO ANTES Y DESPUÉS DEL HURACÁN STAN DEL CANTÓN TZANCHAJ, 2006

ANTES	DESPUÉS
Insensibilidad pública ante amenazas a la comunidad. No estructurada el COCODE. No estructurada Alcaldía Auxiliar. Sin conocimiento sobre el tema de auditoría social. Alta plusvalía del área. Con expectativas de crecimiento y desarrollo. Sin capacidad de respuesta a desastres. Crecimiento urbano. Conurbación. Adaptación de la comunidad a daños leves tras las corrientes anuales en época de lluvia. La comunidad con acceso a servicios básicos prestados por la municipalidad. Seguridad alimentaria favorecida. Urbanización del área. Tejido social consolidado. Organización comunitaria no tradicional débil. • Comunidad satisfecha y sin temor del área en que habita.	• Sensibilidad pública fortalecida respecto a las amenazas a la comunidad. • Estructurado el COCODE. • Estructurada Alcaldía Auxiliar. • Con conocimiento s en el tema de auditoría social. • Bajó la plusvalía del área. • Bajaron las expectativas de crecimiento y desarrollo de la comunidad. • Sin capacidad de respuesta a desastres. • Crecimiento urbano. • Conurbación interrumpida. • Comunidad sensible y con necesidad de estar preparada ante amenazas. Sectores de la comunidad sin acceso a servicio domiciliario de agua entubada. Seguridad alimentaria desfavorecida. Urbanización del área desalentada. Tejido social consolidado. Organización comunitaria no tradicional favorecida. Sectores de la comunidad insatisfechos y con temor del área en que habita.

El Cuadro 2.46 constituye un resumen del ciclo completo del desastre (antes-durante-después) y muy bien puede constituir un sumario de lecciones aprendidas para ser replicado en otras regiones del país

CUADRO 2.45: COMPARATIVO A NIVEL SOCIECONÓMICO ANTES Y DESPUÉS DEL HURACÁN STAN DEL CANTÓN PANABAJ, 2006

ANTES	DESPUÉS
Insensibilidad pública ante las amenazas a la comunidad. No estructurado el COCODE. Sin conocimiento sobre el tema de auditoría social. Alta plusvalía del área. Con expectativas de crecimiento y desarrollo. Sin capacidad de respuesta a desastres. Crecimiento urbano. Conurbación. Adaptación de la comunidad a daños leves tras las corrientes anuales en época de lluvia. La comunidad con acceso a servicios básicos prestados por la municipalidad. Seguridad alimentaria favorecida. Urbanización del área. Tejido social consolidado. Organización comunitaria no tradicional débil. Comunidad satisfecha y sin temor del área en que habita. Comunidad no cuenta con asociación para el desarrollo local.	• Sensibilidad pública fortalecida respecto a las amenazas a la comunidad. • Estructurado el COCODE. • Con conocimientos en el tema de auditoría social. • Bajó la plusvalía del área. • Bajaron las expectativas de crecimiento y desarrollo de la comunidad. • Sin capacidad de respuesta a desastres. • Crecimiento urbano desfavorecido. • Conurbación interrumpida. • Comunidad sensible y con necesidad de estar preparada ante amenazas. Sectores de la comunidad sin acceso a servicio domiciliar de agua entubada. Seguridad alimentaria desfavorecida. Urbanización del área desalentada. Tejido social desestructurado. Organización comunitaria no tradicional favorecida. Sectores de la comunidad insatisfechos y con temor del área en que habitan. Comunidad cuenta con ADECCAP.

CUADRO 2.46: CICLO DEL DESASTRE DOCUMENTADO PARA LA ZONA

ETAPAS	FASES	HECHOS y/o ACTIVIDADES	ACTORES
Antes (Previo a los deslaves 05 de Octubre 2005)	Sensibilización	Percepción sobre el fenómeno meteorológico. Lluvias permanentes y torrenciales. Pláticas informales sobre el periodo de lluvias y amenazas. Monitoreo del Huracán Stan.	Población de Panabaj (PP). PP. Municipalidad y Bomberos Voluntarios 45° Cia (BV).
	Prevención	Pronósticos del clima. Alerta 04 de Octubre en Panabaj. No se atiende por distintas causas el llamado de alerta (limitado tiempo de reacción).	BV BV y Municipalidad. PP

Durante (05 de Octubre a Noviembre a Noviembre 2005)	Dos deslaves (agua, piedras, tierra y troncos)	El nivel de alarma crecida, da alerta. Un grupo se refugia en puntos alejados del área de la corriente, otros permanecen en su hogares, quienes quedan soterrados. Hubo personas que al pasar el primer deslave intentan rescate de víctimas. El segundo deslave, deja soterrados a quienes prestaban primeros auxilios y socorro.	PP PP PP
	Emergencia	Se informa sobre a nivel municipal y nacional sobre lo sucedido. Se protege contra otros deslizamientos. Servicios médicos de emergencia. Rescate de víctimas. Desplazamiento. Entrega de agua y alimentos	Municipalidad. PP, Cruz Roja, BV PP, CONRED, Municipalidad, Gobernación Departamental (GD) Cruz Roja, Ejército y Centro de Salud
	Manejo de desastre y mitigación	Ubicación de refugios. Saneamiento de fuentes de agua y áreas vecinales. Elaboración de plan de mitigación. Formación del Comité de Emergencia Local. Seguridad alimentaria Distribución de alimentos y agua potable. Censo de víctimas. Se demanda apoyo humanitario. Asistencia nacional e internacional. Organización comunitaria. Rehabilitación de servicios básicos.	PP, CONRED, Municipalidad, GD, Organismos internacionales (OI), PP, FONAPAZ, ONG's, sector privado y universidades
Después (Diciembre 2005 a Abril 2006)	Reconstrucción	Rehabilitación de vías de comunicación y servicios. Seguridad alimentaria. Programas de salud mental. Creación de albergues temporales.	PP, CONRED, Municipalidad, GD, Organismos internacionales (OI), PP, FONAPAZ, OG's, ONG's, sector privado y universidades. PP, CONRED,
	Desarrollo	Capacitación en el tema de riesgos. Se fortalece la organización y participación comunitaria. Rehabilitación del tejido social. Mensajes por medios de comunicación. Estudios técnicos sobre vulnerabilidades. Plan de urbanización. Construcción de viviendas. Políticas públicas. Reactivación económica específica para el área. Desarrollo sostenible.	Municipalidad, GD, Organismos internacionales (OI), PP, FONAPAZ, OG's, ONG's, sector privado y universidades

Fuente: Población de Panabaj, 2006.

Algunas de las propuestas emergentes para la gestión social de riesgos en la zona que han surgido como producto del perfil socioeconómico de las comunidades se sintetizan en el Cuadro 2.47.

CUADRO 2.47: PROPUESTA PARA LA GESTIÓN SOCIAL DE RIESGOS EN SANTIAGO ATITLÁN

OBJETIVOS	ACTORES	ACCIONES/OBSERVACIONES
Fortalecer la conciencia pública	Población de Panabaj y municipalidad.	Sensibilización, retroalimentado de las lecciones aprendidas.
Fortalecer la organización comunitaria	OG's, universidades, ONG's y municipalidad.	Capacitando, incidiendo a nivel educativo escolar y siendo incluyentes. Haciendo efectiva las leyes y Código Municipal en lo referente al tema de desarrollo y descentralización.
Legislar el tema de riesgos a nivel municipal y departamental (políticas públicas)	CONRED, Gobernación Departamental, municipalidad y líderes comunitarios del departamento de Sololá.	Con apoyo jurídico, enfoque de políticas públicas y enfoque participativo local.
Monitoreo, evaluación y seguimiento del trabajo realizado en el tema de gestión de riesgo.	Universidades, CONRED, COCODE, ONG's, municipalidad y población de Panabaj.	Debe ser permanente y hacerse en cada fase. Aprendiendo de la experiencias.
Investigar: Estudio de desarrollo urbano y rural. Estudio de gestión de riesgos.	Universidades, ONG's, OG's, municipalidad y población de Panabaj.	Con la participación de equipo multidisciplinarios a nivel técnico y profesional. Poniendo énfasis el combate a la pobreza y seguridad alimentaria. Previo a habitar áreas y edificios afectados.
Establecer un plan para conocer pronósticos de fenómenos naturales.	INSIVUMEH y municipalidad.	Con el fin de estructurar mecanismos de alerta temprana que permitan otorgar amplio tiempo de reacción ante amenazas.
Reconstruir las comunidades afectadas, considerando ambitos: humano, social, cultural, material y económico.	OG's, municipalidad, ONG's, universidades y población de Panabaj.	Valorando, respetando y tomando en cuenta la articulación de la estructura de la comunidad.
Fortalecer proceso de descentralización municipal.	Municipalidad, COMUDE y COCODES	Considerando el marco jurídico existente para ello y capacitar a la población en cuanto al tema.
Inclusión social: género.	Toda la población e instituciones.	Incidiendo en políticas públicas, campo educativo, familiar, local y nacional.
Formar y capacitar a la COLRED	Municipal, COMUDE, COCODE y CONRED.	En forma permanente y con recurso humano capacitado de la comunidad.
Inclusión social: étnica.	Toda la población e instituciones.	Considerando y valorando los aspectos culturales y sociales de la comunidad.

Fuente: CORDILLERA 2006

2.5.4. Consideraciones finales acerca de la dimensión social, política, y judicial del desastre

Existen iniciativas locales para la reconstrucción de la zona siendo una de las principales la formulada por parte de la municipalidad la cual se incluye en el Anexo I. El proceso de reconstrucción se ha visto polarizado por la falta de consenso entre los actores protagónicos de la zona acerca de la selección del lugar preciso para la construcción de nuevas viviendas. Se construyeron cerca de 100 nuevas casas en un sector de alto riesgo de Tzanchaj las cuales ahora tienen la categoría de inhabitables. La complejidad de la amenaza por flujo de detritos, que involucraría intervenciones estructurales en por lo menos 4 microcuencas, le proporciona un muy bajo grado de viabilidad a intervenciones estructurales para la mitigación de las amenazas y no estimula de ninguna manera la permanencia de los habitantes de Panabaj, Tzanchaj, y en menor proporción Panul-Chuul-Pachichaj en los sitios que han sido afectados por los flujos de detritos. Estos escenarios de riesgos apuntan a la implementación de un proceso de movilización de los aproximadamente 8,000 habitantes en zonas de riesgo a sectores más seguros dentro del municipio.

El proceso de reconstrucción también se ha estado implementando de manera independiente por parte de algunos pobladores a lo interno de la comunidad de Panabaj, por encima de los flujos de lodo que sepultaron a los residentes. El Alcalde de Santiago ha visitado la comunidad para persuadir a algunos habitantes de que no continúen con la construcción de casas nuevas en el centro del lugar donde ocurrió el desastre pero sus intentos no han fructificado y por el contrario se reporta una actitud agresiva de algunos residentes en contra de las Autoridades Municipales y una voluntad de continuar con la construcción de casas nuevas. Este escenario apunta que las estrategias locales de gestión de riesgos deben orientarse en dos ejes fundamentales: 1. fortalecimiento de la gobernabilidad mediante la formulación de un Plan de Fortalecimiento Municipal y su posterior implementación, y 2. implementación de un programa de sensibilización y concientización ciudadana acerca del desastre.

La reubicación de la población expuesta a alto riesgo en un sector más seguro enfrenta el principal obstáculo de que el precio de la tierra ha estado sujeto a fuerte especulación en el sector norte del municipio donde existen las zonas más seguras. La zona tiene vocación turística lo cual también ha incidido en un alto precio de los terrenos. Se tiene conocimiento de que cerca del 25% del territorio de Santiago es comunal pero debido a que el catastro no está hecho no se tiene conocimiento de la distribución espacial precisa de estos terrenos. De acuerdo al Cabecera Mayor la mayoría de estos terrenos se encuentran cerca de los cráteres de los volcanes lo cual los hace inutilizables para vivienda.

Los escenarios antes descritos demandan la formación de una mesa de diálogo que permita alcanzar un consenso, entre líderes tradicionales y organizaciones formales (Municipalidad, COCODE, Alcalde Auxiliar, Comité de albergues y otros), para llegar a acuerdos que beneficien a la comunidad en la etapa de reconstrucción. También se propone que los resultados de la presente evaluación de riesgos sean tomados en cuenta para la selección del sitio final a donde se reubicarían los pobladores afectados.

El problema central de la reconstrucción gira alrededor de la problemática arriba descrita pero para una gestión integral de riesgos también deben de tomarse en consideración las siguientes conclusiones y propuestas que se muestran en el Cuadro 2.48.

CUADRO 2.48. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS PARA LA GESTION INTEGRAL DE RIESGOS.

CONCLUSIONES	PROPUESTA
Noventa por ciento de la población en pobreza. Disminuido esto por la destrucción de campos de cultivo, bajo plusvalía del área y problemas en la salud mental.	Reconstrucción del tejido social generando programas: educativo, salud mental, alimentos, organización comunitaria, proyectos productivos y de capacitación. (Formar comunidad modelo de reconstrucción).
Época de lluvias estará presente en corto plazo. Lo que representa una amenaza severa a la población que habita próxima a las cuencas secas y áreas contiguas.	Elaboración e implementación de Plan de Emergencia y Rutas de Evacuación; refuerzo de los albergues actuales.
Centro de Justicia ubicado en la comunidad, ha sido limpiado y reparado ciertos daños. Centro de Justicia promueve desarrollo, seguridad, estímulo a la población del Cantón. Si se habilita, esto influirá que la densidad población se incremente.	Postergar su rehabilitación y uso de éste, otros inmuebles y áreas, hasta tener resultados técnicos y haber cumplido con obras y recomendaciones que éstos brinden por seguridad. Establecer una política de desarrollo urbano y rural en la comunidad, normas de urbanización que contemple el tema de riesgo.
La población es culturalmente tz'utujil. Los índices de analfabetismo elevados y los de escolaridad baja.	Todo programa debe considerar como prioridad para desarrollar cualquier proyecto los siguientes elementos: Incluir ejes transversales relacionados a los temas de: equidad de género, democracia participativa y derechos humanos.
No está conformada la COLRED en la comunidad u otra organización que cumpla sus funciones.	Organizar y fortalecer la COLRED en forma sostenible. El Representante de CONRED para la Región, aparte de no contar con el equipo básico para el desarrollo de su labor, tiene a su cargo 18 municipios uno de los cuales es Santiago Atitlán. Es evidente que la demanda por servicios de gestión de riesgos de la región rebasa notablemente la oferta, en este caso la capacidad institucional de CONRED por lo que resulta imprescindible fortalecer a CONRED no solo en su sede central sino en las sedes regionales y departamentales.
Los líderes de la comunidad participan en forma activa en el proceso de descentralización a nivel municipal.	Fortalecer a líderes comunitarios en este tema.
Población de la comunidad insatisfecha por apoyo recibido en la reconstrucción de su Cantón. Se sienten "olvidados por que no se les daño sus viviendas" " Sólo se toma en cuenta a quienes perdieron viviendas y no cultivos"	Inclusión a la población de T'zanchaj en la etapa de reconstrucción. Es comunidad vecina, con las mismas características, socioeconómicas y habitan un sector físico compartido. Formar la Mancomunidad de Cantones Panabaj y T'zanchaj, en el proceso de desarrollo y descentralización.
Los centros educativos tienen carencias de tipo: falta de docentes, mejoramiento del edificio, refacción escolar no llega, equipamiento. Atienden a niños (a) de familias en extrema pobreza.	En el programa de reconstrucción, dar prioridad a solventar problema educativo y seguridad alimentaria en niñez y juventud.
Municipalidad débil; Oficina de Planificación Municipal, no cuenta con suficiente recurso humano técnico y profesional, así como de equipamiento.	Elaborar Plan de Fortalecimiento Municipal; Dotar a la Oficina de Planificación Municipal de personal y equipo para atender las necesidades que requieren los distintos órganos de la municipalidad en su proyección y satisfacción de necesidades priorizadas de la población del municipio.

Por otro lado, el país no cuenta con una Ley de Aguas que permita regular en el mismo sentido. Aún el proyecto de Ley de Aguas que se encuentra estancado en el Congreso de la República no toma en cuenta que los cauces fluviales migran (especialmente en abanicos aluviales y zonas torrenciales como las de Panabaj y Tzanchaj) y cambian de sección durante las inundaciones. De este modo, resulta importante que las definiciones legales en gestión de riesgos tomen en cuenta criterios geomorfológicos y sedimentológicos.

Los aspectos fundamentales del Código Municipal vigente, aparte de que no consideran la temática de riesgos, no han sido aplicados para la elaboración de planes de ordenamiento territorial específicos de las microcuencas donde puede volver a registrarse otro desastre. La Municipalidad de Santiago Atitlán no cuenta con un Reglamento de Construcción de modo que las tendencias imperantes se basan en el mercado y la intuición de los habitantes quienes al no estar sensibilizados y/o concientizados acerca del desastre continúan construyendo sitios de alta peligrosidad. Se desconoce hasta que punto los Estudios de Impacto Ambiental realizados en la zona han tomado en consideración la temática de riesgos aparte de que el MARN basado en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente no enfatiza la temática de riesgos y desastres. Por las dimensiones sociales del desastre ocurrido cualquier EIA que se realice en la zona debería de tomar en consideración esta temática.

En algunos países la insuficiencia de los criterios legales en seguridad ha llevado al desarrollo de Criterios de Aceptabilidad Social del Riesgo pero no se tiene conocimiento de la existencia de este tipo de criterios para la gestión de riesgos en el país. Una de las formulaciones más difundidas en este tipo de criterios es el tipo F-N, siendo F la frecuencia anual esperable de un suceso que puede producir N muertos. Este criterio ha sido adoptado en forma concreta por el Gobierno de Hong Kong²³ y muy bien puede explorarse la posibilidad de utilizarlo en Guatemala.

La legislación del país es insuficiente para una gestión adecuada de riesgos naturales. Si bien la Ley de CONRED y la Ley de Desarrollo Social contemplan algunos aspectos interesantes no se han aplicado eficientemente para una reducción efectiva de desastres y no toman en cuenta la seguridad específica de la población ante deslizamientos, inundaciones y/o flujos de detritos.

En países como España e Italia un desastre donde han muerto un promedio de 100 personas²⁴ ha ocasionado que se ponga en marcha un proceso de revisión de todo el marco en que ocurrió la tragedia llevando normalmente a la decisión de declarar la zona donde se registró el desastre como no urbanizable.

Los desastres como el ocurrido en Panabaj pueden ocasionar un debilitamiento de los poderes públicos los cuales pueden ser sometidos a cuestionamiento por los medios de comunicación y por la ciudadanía la cual puede dudar de la capacidad del Gobierno para cumplir con lo que señalan el Artículo 1 y el Artículo 3 de la Constitución Política de la República. Sin embargo, se considera que dentro del marco legal vigente en el país puede llevarse a cabo una gestión efectiva de riesgos que permita reducir vulnerabilidades en la zona de Santiago Atitlán.

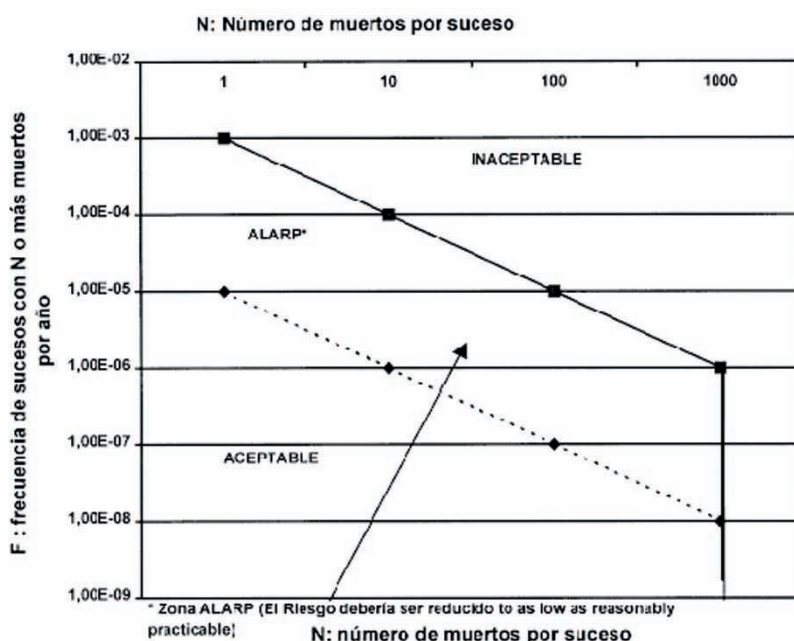


Figura 1. Criterio de Aceptabilidad Social del Riesgo del Gobierno de Hong Kong (Wrigley y Tromp, 1995)

²³ Wrigley, Y and Tromp, F., 1995, Risk management of major hazards in Hong Kong, in Melchor & Stewart (Editors): Integrated Risk Management. Balkema. P. 37-41

²⁴ Ayala-Carcedo, F., 2000, Riesgos Naturales. Editorial Ariel. 1150 p.

2.6. Fuentes de referencia

Bibliografía:

1. Cahuec, Eleuterio, s.f. HISTORIA Y MEMORIAS VOLUMEN II, COMUNIDAD ÉTNICA TZ'UTUHIL. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
2. IGN (Instituto Geográfico Nacional), 1981. DICCIONARIO GEGRÁFICO NACIONAL, TOMO II. Guatemala: Tipografía Nacional. Compilación crítica Francis Gall.
3. INE (Instituto Nacional de Estadística), 2003. Características de la población y de locales de habitación. Censos nacionales XI de población y VI de Habitación, 2002. Julio. Guatemala.
4. FUNCEDE (Fundación Centroamericana para el Desarrollo); et al., 1994. DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ. Guatemala.
5. PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). DIVERSIDAD ÉTNICO CULTURAL: LA CIUDADANÍA UN ESTADO PLURAL. INFORME NACIONAL DE DESARROLLO HUMANO. Guatemala.

Documentos:

1. ADECCAP (1) (Asociación para el Desarrollo Comunitario del Cantón Panabaj), 2006. ACTA DE ASAMBLEA 22 DE ENERO 2006. Cantón Panabaj, Santiago Atitlán, Sololá Guatemala.
2. ADECCAP (2) (Asociación para el Desarrollo Comunitario del Cantón Panabaj), 2006. HISTORIAL DE ADECCAP. Cantón Panabaj, Santiago Atitlán, Sololá Guatemala.
3. Centro de Salud, Santiago Atitlán, Sololá, 2005. CONSOLIDADO CENSO DE POBLACIÓN POR GRUPO DE EDAD, DISTRIO 4 SANTIAGO ATITLÁN, AÑO 2005. Guatemala.
4. Mogollón Narciso, Juan Luis, 2004. MONOGRAFÍA DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades Departamento de Pedagogía, Sección Sololá.
5. Municipalidad de Santiago Atitlán, 2005. MENSAJE AL MUNDO POR LA SIUTACIÓN QUE VIVIEN LAS FAMILIAS DAMNIFICADAS, AZOTADAS POR EL HURACÁN STAN EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ. Guatemala.
6. MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social), 2005. INDICADORES DE SALUD DE: SOLOLÁ MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN. Guatemala: Dirección General del Sistema Integral de Atención en Salud, Departamento de Epidemiología.
7. UTM (Oficina Municipal de Planificación-Unidad Técnica Municipal de la municipalidad de Santiago Atitlán), 2006. REPORTE DE DAÑOS CAUSADOS POR LA TORMENTA TROPICAL STAN EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN 04,05 Y 06 DE OCTUBRE 2005. Santiago Atitlán, Sololá Guatemala.

Entrevistas:

INFORMANTE N°1

Agricultor

Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá.

Fecha de la entrevista 05 de abril de 2006.

Por seguridad se abstiene a dar nombre de la persona informante.

AJANEL DAMIAN, Tomas

Presidente de COCODE

Cantón T'zanchaj, Santiago Atitlán Sololá.

Fecha de entrevista 06 de abril de 2006.

BOTAN, CHIVILIU, Ana

Líder del grupo de mujeres ADECCAP

Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá

Fecha de la entrevista: 04 de abril 2006

COCHE ESQUINA, Juan Esteban

Director de Escuela Nacional de Autogestión Comunitaria
Cánton T'zanchaj, Santiago Atitlán Sololá
Fecha de entrevista: 06 de abril 2006

COCHE PABLO, Francisco

Presidente de COCODE
Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá
Fecha de entrevista: 05 de abril 2006

CRISTAL, Gaspar

Personal permanente Cuerpo de Bomberos Voluntarios 45° Compañía, Santiago Atitlán, Sololá.
Fecha de entrevista: 06 de abril 2006.

CHOJPEN, Domingo

Comisión de Verificación de Auditoría Social Procuraduría de Derechos Humanos
T'zanchaj, Santiago Atitlán, Sololá.
Fecha de entrevista: 06 de abril 2006.

GONZÁLEZ, Salvador

Director Escuela Rural Mixta Cantón Panabaj
Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá
Fecha de entrevista: 05 de abril de 2006

IXBALAN CH., Antonio.

Alcalde Auxiliar
Cantón T'zanchaj, Santiago Atitlán Sololá
Fecha de entrevista: 06 de abril de 2006

MENDEZ, Rufino Valdemar

Director de la ERM
Cantón T'zanchaj, Santiago Atitlán
Fecha de entrevista: 06 de abril de 2006

PACACH, Salvador

Psicólogo y docente universitario
Santiago Atitlán, Sololá
Fecha de la entrevista: 07 de abril de 2006

RAMIREZ TINEY, Nicolas

Alcalde en Funciones
Municipalidad de Santiago Atitlán, Sololá
Fecha de la entrevista: 06 de abril de 2006.

TACAXOY, Esteban

Vecino de Panabaj y asociado a ADECCAP
Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá
Fecha de entrevista: 05 de abril de 2006

TINEY, Salvador Damian

Comerciante de Tul y petate
Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá
Fecha de la entrevista: 05 de abril de 2006

VASQUEZ, Dolores

Secretaria ADECCAP
Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá
Fecha de la entrevista: 07 de abril de 2006

3. CAPITULO III

Análisis Hidrometeorológico

3.1. Análisis de lluvia

Del banco de datos hidrometeorológico de las estaciones cercanas a la zona de estudio, preparado por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), se obtuvieron los datos de precipitación y temperatura, utilizados para efectuar el análisis hidrometeorológico de la zona. Se seleccionó la Estación Santiago Atitlán, por su localización dentro de la subcuenca del Lago de Atitlán y el registro histórico que presenta, que permite su análisis.

Se realizó un análisis estadístico de precipitación y temperatura anual y mensual, durante un período de 36 años, a partir del año 1970 hasta el 2005. Para el caso de la precipitación, se amplió el análisis a nivel diario, particularmente para los meses de septiembre y octubre del año 2005, fecha en la cual el Huracán Stan afectara al país y dramáticamente a la zona. Todo lo anterior, con el fin de elaborar un modelo de precipitaciones para la zona, que permitirá entender su relación con los eventos de inundaciones o deslizamientos en el área.

El modelo de precipitaciones será unificado con el modelo geomorfológico fluvial para que de alguna manera, la población pueda anticiparse al desencadenamiento de estos eventos.

3.1.1 Historial de Lluvias

Los datos de precipitación anual se muestran en la Figura 3.1. Aquí se observa que existe cierta fluctuación de la precipitación durante los 36 años, destacándose cuatro eventos en particular, el primero ocurrido en el año 1973 donde se produjo un aumento de precipitación alcanzando un promedio de 1455.6 mm anual; el segundo evento sucedido en 1995 con un aumento de precipitación de 1629.7 mm; el tercero durante el año 1998 (año donde ocurrió el Huracán Mitch) existiendo un marcado aumento de lluvia que alcanza los 2,829.2 mm; por último el cuarto evento ocurrido en el año 2005 (año de la tormenta Stan) donde aumenta la precipitación de 1099.7 mm (año 2004) a 1705.1 mm (año 2005).

La Figura 3.2 muestra el comportamiento de la precipitación durante los doce meses del año. Puede observarse que los meses con mayor intensidad de lluvia son Junio y Septiembre con valores muy cercanos (210.8mm y 211.0mm respectivamente). Por el contrario, los meses más secos son Enero (3.7mm) y Febrero (9.6mm).

Los datos de lluvia diaria fueron analizados para los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre del año 2005, con el objeto de observar el comportamiento de las precipitaciones ocurridas antes, durante y después de un evento de precipitación intensa, para establecer la relación de las lluvias como factor desencadenante de inundaciones u otros.

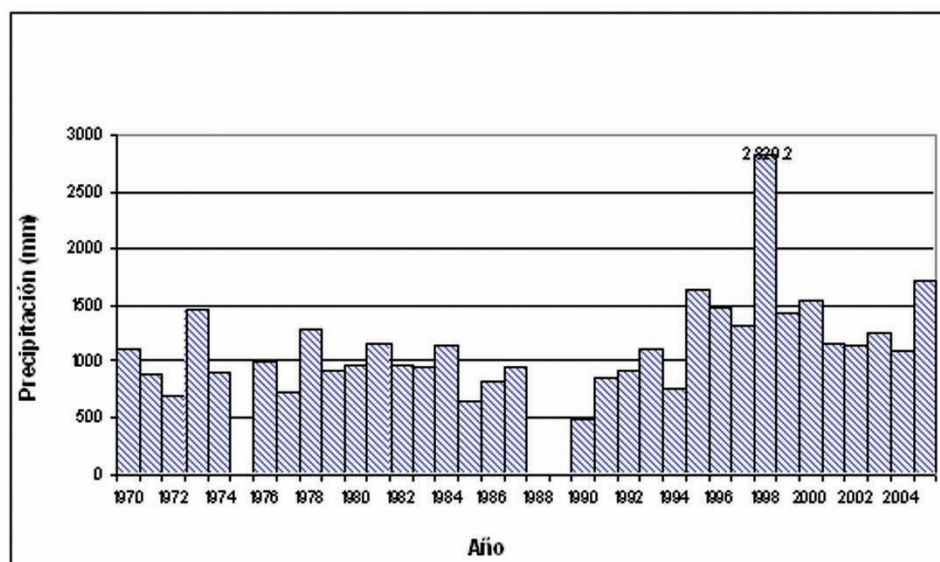


Figura 3.1. Promedio anual de lluvias durante el período de 1970-2005, en Santiago Atitlán.

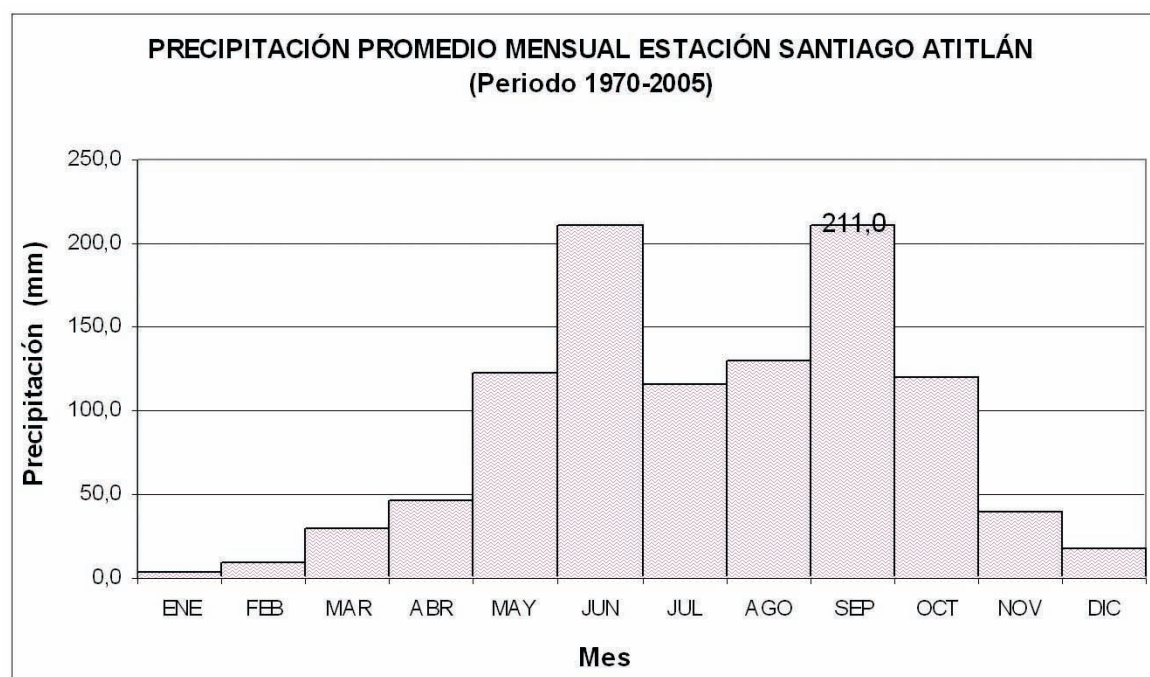


Figura 3.2. Promedio mensual de lluvias durante el período de 1970-2005. Cordillera S.A., 2006.

La Figura 3.3 contiene datos de lluvia diaria para los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre del año 2005. Puede observarse que los niveles de lluvia más altos fueron alcanzados durante los primeros días de Octubre, iniciando a partir del día 3 con 13.4 mm de precipitación, el día 5 de Octubre se observa un aumento drástico, alcanzando 230.7 mm, en esta fecha es donde sucedieron los primeros eventos de desastre. Valores menores pero significativos (152.5 mm) se alcanzaron el día 6. A partir del día 7 del mismo mes se ve un descenso muy marcado en los niveles de precipitación (10.7 mm).

Para tener un parámetro de la magnitud de Stan (2005) respecto a la lluvia acumulada, se realizó una comparación entre éste y el comportamiento de lluvias en la zona durante el Mitch (1998). Para ello se observó la precipitación durante un lapso de 15 días que contenga el período en el cual ocurrieron Mitch y Stan. Los resultados se muestran en la Figura 3.4.

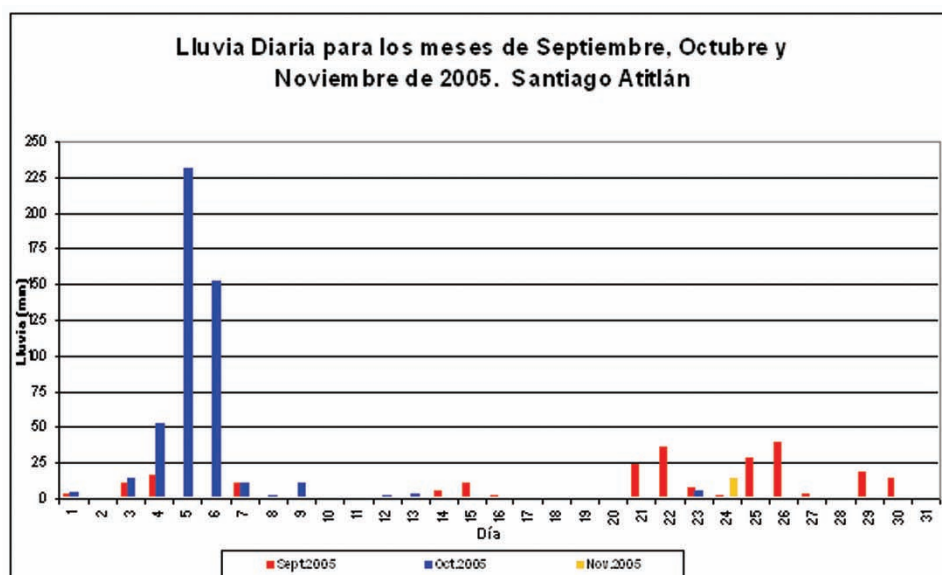


Figura 3.3. Datos de lluvia diaria en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre de 2005. Cordillera, S.A. 2006.

La Figura 3.4 muestra que el período de lluvias más intensas durante el Huracán Mitch fue de 6 días alcanzando un máximo de 95.2 mm, mientras que para Stan, las lluvias intensas se produjeron en un lapso de 3 días con un máximo de precipitación de 230.7 mm. Puede observarse además, que la lluvia acumulada durante Stan fue mucho mayor en comparación con Mitch. La comparación del parámetro de lluvia acumulada entre los dos eventos se aprecia mejor en la Figura 3.5.

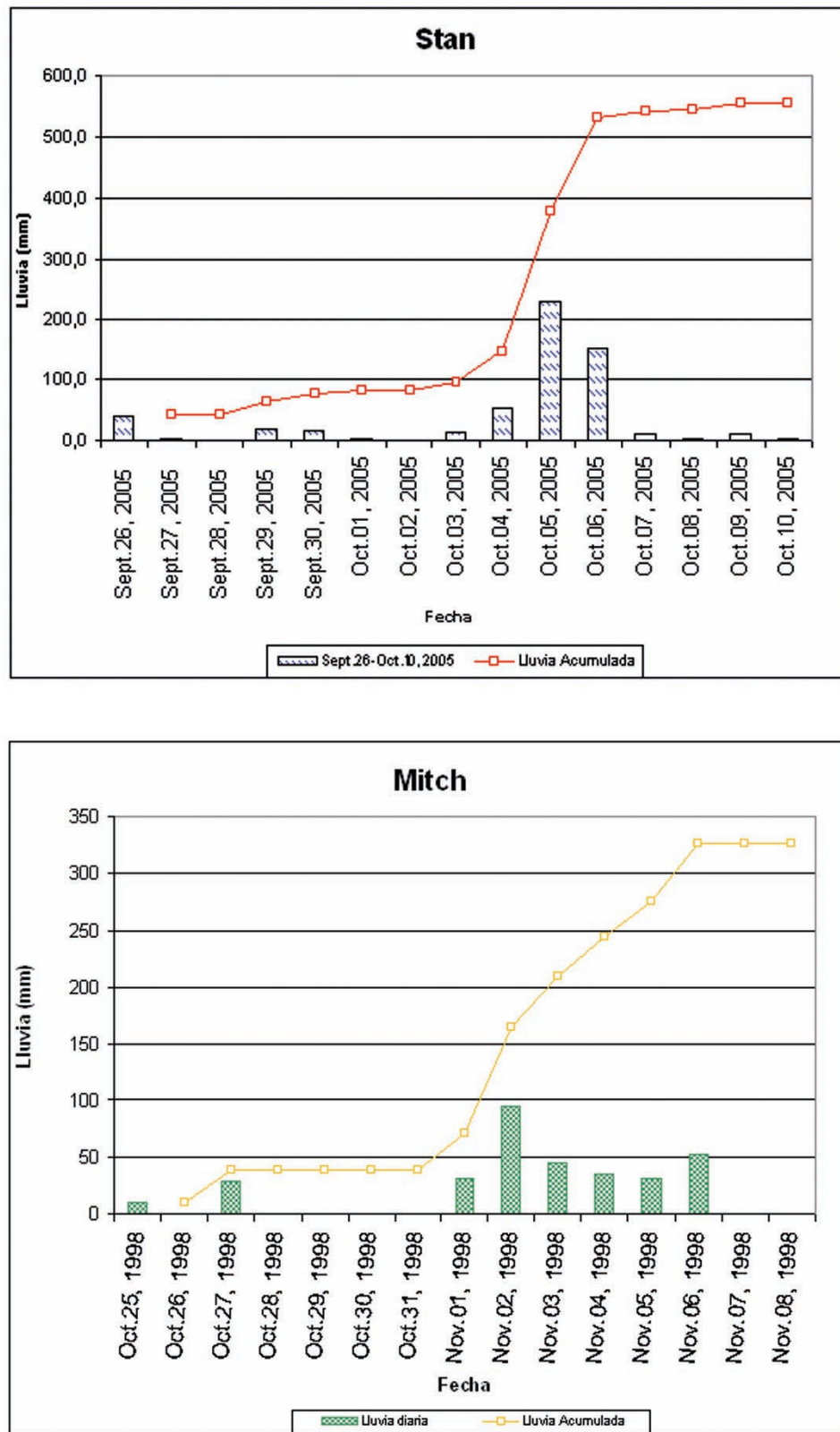
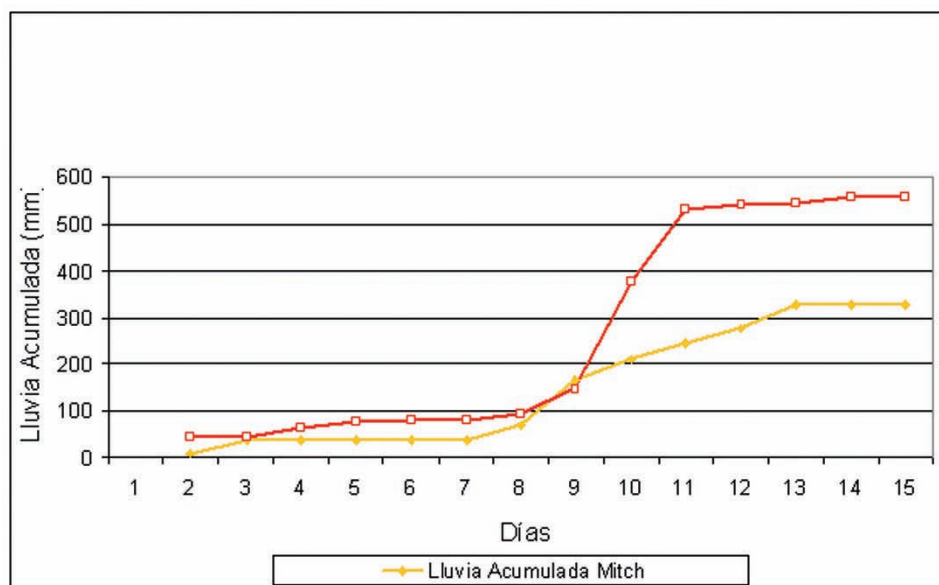


Figura 3.4. Datos de lluvia diaria (barras) y acumulada (líneas) para los eventos Mitch (1998) y Stan (2005) en Santiago Atitlán, (Cordillera S.A., 2006).

Durante Mitch, los valores máximos de lluvia acumulada (326.7 mm) fueron alcanzados de manera un tanto paulatina, permaneciendo constantes durante 3 días; mientras que para Stan los valores máximos de lluvia acumulada (556.9mm) fueron alcanzados de manera abrupta y permanecen relativamente constantes hasta el final del evento, con una variación de alrededor a 26 mm en 3 días. Esto significa que las lluvias fueron más intensas durante el Huracán Stan además de que sucedieron en un período de tiempo más corto que en comparación con Mitch.



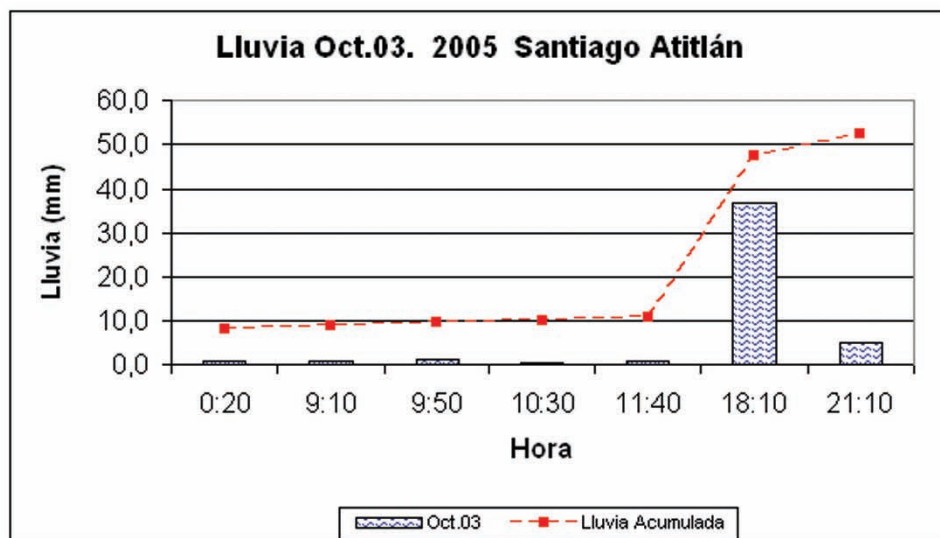
La Figura 3.5 puede convertirse en un instrumento analítico importante para la gestión de riesgos de Santiago Atitlán por lo que es importante socializar los resultados de este diagrama particularmente considerando que los habitantes de Panabaj y Tzanchaj, producto del shock psicológico que han experimentado en relación con el desastre de octubre pasado, ya estaban atemorizados el día 23 de abril durante la entrada de una ligera tormenta que en nada se compara con lo ocurrido en los primeros días de octubre del 2006.

Por otro lado se hace necesario la capacitación del personal local en cuanto a la interpretación de los datos del pluviógrafo existente en Santiago para que de este modo ellos realicen las interpretaciones de lluvia de ser posible cada hora y comparen los resultados con los datos de la Figura 3.5 y no tengan que estar esperando que alguien en Ciudad de Guatemala interprete los datos y se los envíe después de la tormenta. Actualmente existen estudiantes voluntarios de la USAC en la zona vinculados con la gestión de riesgos que muy bien pueden colaborar en esta tarea. Aunque el entorno geomorfológico de la zona no estimula la implementación de un Sistema de Alerta Temprana por flujos de detrito en base a datos de lluvia muy bien puede avanzarse en la integración de los datos con el fin de la formulación de este tipo de medidas.

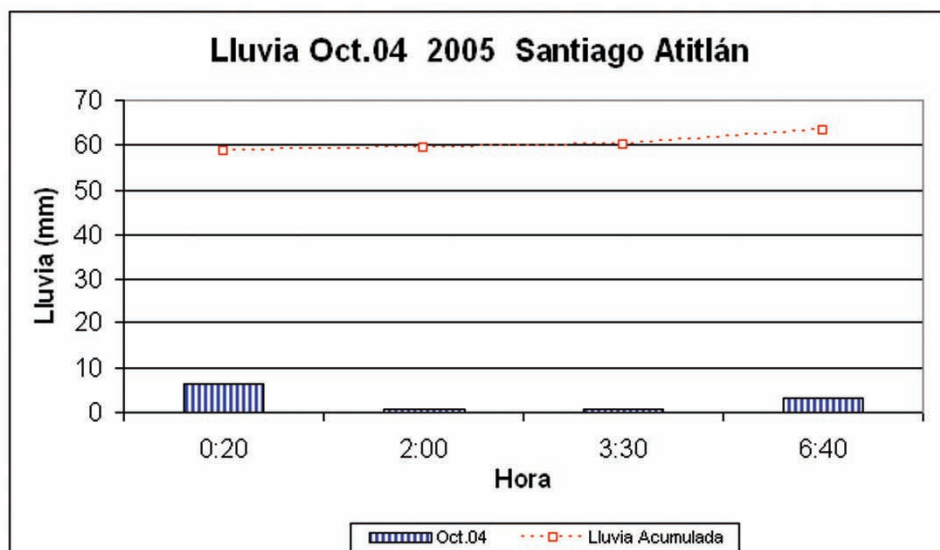
Generalmente, los deslizamientos grandes y catastróficos corresponden a altos valores de precipitación en periodos largos de tiempo (algunos días o semanas), mientras que los flujos de detritos ocurren principalmente bajo lluvias de alta intensidad en periodos cortos de tiempo (minutos o pocas horas).

Para entender con mejor precisión lo sucedido durante Stan en la zona, el personal técnico del INSIVUMEH procesó digitalmente los datos de lluvia horaria de la Estación Santiago Atitlán generando los diagramas que se muestran en la Figura 3.6.

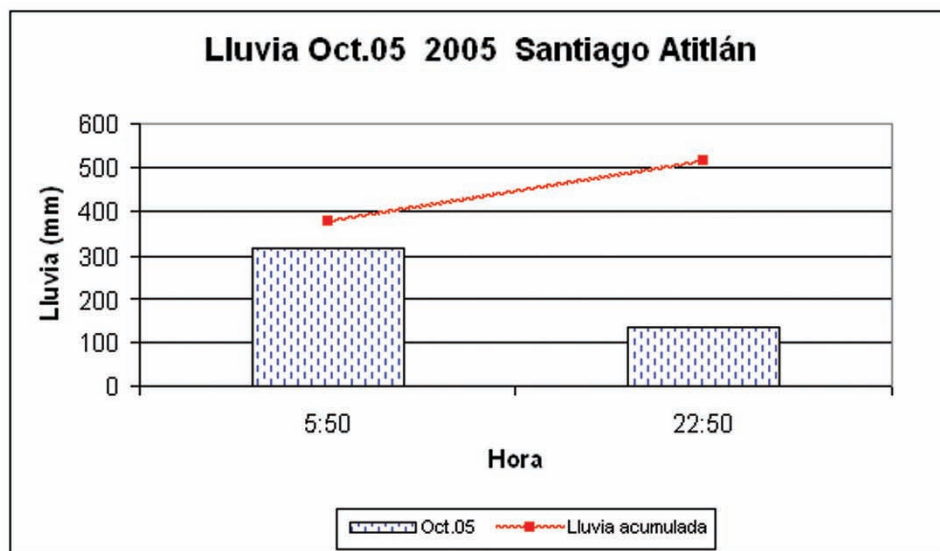
a)



b)



c)



d)

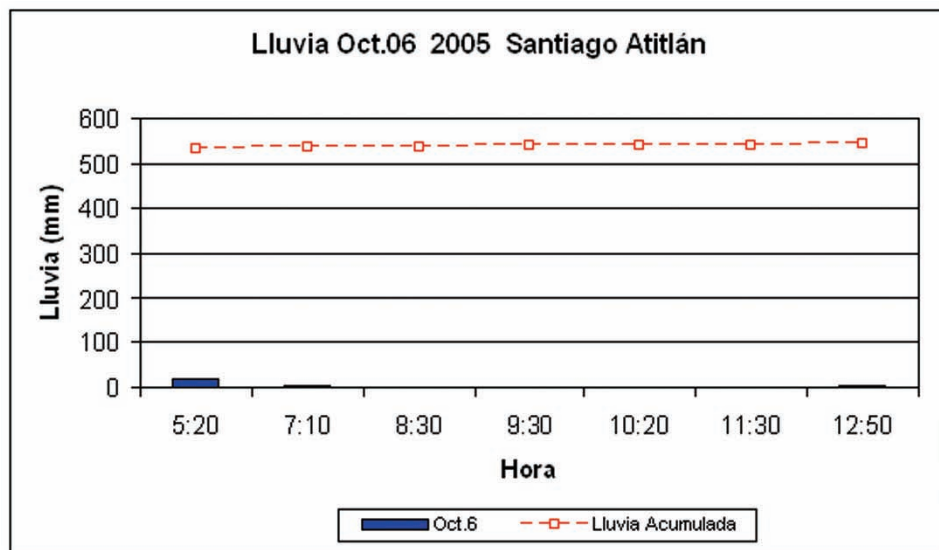


Figura 3.6. Gráficos de lluvia diaria (barras) y acumulada (líneas) en los días de lluvia intensa durante Stan en el 2005. a) Lluvia en Octubre 3. b) Lluvia en Octubre 4. c) Lluvia en Octubre 5. d) Lluvia en Octubre 6. (INSIVUMEH, 2006).

La Figura 3.6, muestra como las lluvias intensas sucedieron repentinamente. En un lapso de 23 horas la lluvia acumulada pasa a tener de 63.2 mm a 378.5 mm (entre el día 4 y 5 de Octubre), para llegar a acumular 533.4 mm en alrededor de 24 horas después (6 de octubre). Durante el día 6 de Octubre la intensidad de lluvia tiene un descenso, sin embargo, continua acumulándose lluvia hasta alcanzar 543 mm sobre el medio día. Si se considera que la lluvia horaria máxima registrada en el mundo ha sido de 425mm¹ puede concluirse, en base a la Figura 3.6, que la tormenta registrada en Santiago Atitlán, si bien no sobrepasa la cifra de 425mm/hora, ha sido una de las más intensas registradas en el planeta.

Los datos de lluvia horaria acumulada han sido examinados por algunos investigadores con objeto de establecer los valores normales de fondo y anómalos que permitan caracterizar este factor desencadenante de deslizamientos y flujos de detritos^{2 3 4}. En la elaboración de estos modelos se han comparado distintos criterios existentes sobre lluvias desencadenantes de flujos de detritos por lo que se han agrupado datos de distintos autores y representado en el diagrama que se muestra en la Figura 3.7 donde se correlaciona la intensidad de lluvia con diferentes periodos de tiempo.

Es necesario resaltar que en la Figura 3.7 la lluvia se presenta en términos acumulados por lo que las lluvias de duración más corta (por ejemplo en 1 hora) están contenidas en la lluvia del periodo de tiempo más largo, en la misma secuencia de lluvias. La Figura 3.7 muestra datos de tormentas registradas en lugares de Brazil, Chile, Colombia, y Venezuela donde se han registrado flujos de detritos severos. En base a este diagrama puede observarse que el límite inferior para todos los casos registrados lo constituye una curva que representa las condiciones mínimas de desencadenamiento de flujos de detritos inducidos por lluvia y puede representarse con la ecuación

$P = 22,4 (t)^{0.41}$ en donde P representa la lluvia acumulada (mm) y t es el periodo de tiempo correspondiente en horas.

Los resultados de lluvia horaria que se ilustran para el Huracán Stan en Santiago Atitlán en la Figura 3.6 se han incorporado de manera esquemática a la Figura 3.7 donde puede observarse que la intensidad y duración del evento está muy por encima de la línea curva que indica el límite para eventos catastróficos (CE).

¹ Shaw, E., 1994, Hydrology in Practice. Chapman and Hall. 569 p

² Kanji, M. A., Cruz, P. T., Massad, F., Araújo Filho, H.A., 1997, Basic and Common Characteristics of Debris Flows: 2nd Panamerican Symposium on Landslides. ABMS/ABGE, R. Janeiro, v.1, p. 223-231.

³ Kanji, M. A., Cruz, P.T., Massad, F., Araújo, Filho, H.A., 2001, Environmental effects of Debris Flows and their protection measures: International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering., Istanbul, Balkema, v.3, p. 1913-1916.

⁴ Neyama, Y., 1989, Relationship between the Nature of Heavy Rains and Landslides in Western Japan. Japan-Taipei Joint Seminar of Natural Hazards Mitigation. P. 244-260

3.1.2. Tasa de retorno de lluvias

El cálculo de la Tasa de Retorno se utiliza para evaluar de manera aproximada el tiempo en que tarda un evento en volver a suceder y a partir de este puede calcularse la probabilidad de ocurrencia.

La ecuación utilizada para el cálculo de la tasa de retorno es:

$$T = \frac{n + 1}{M} \quad \text{Donde, } T = \text{Tasa de retorno, } n = \text{número de valores máximos de registro, } M = \text{rango del registro respecto a los restantes}$$

$$\text{La probabilidad de ocurrencia esta dada por: } P = \frac{100 * M}{n + 1}$$

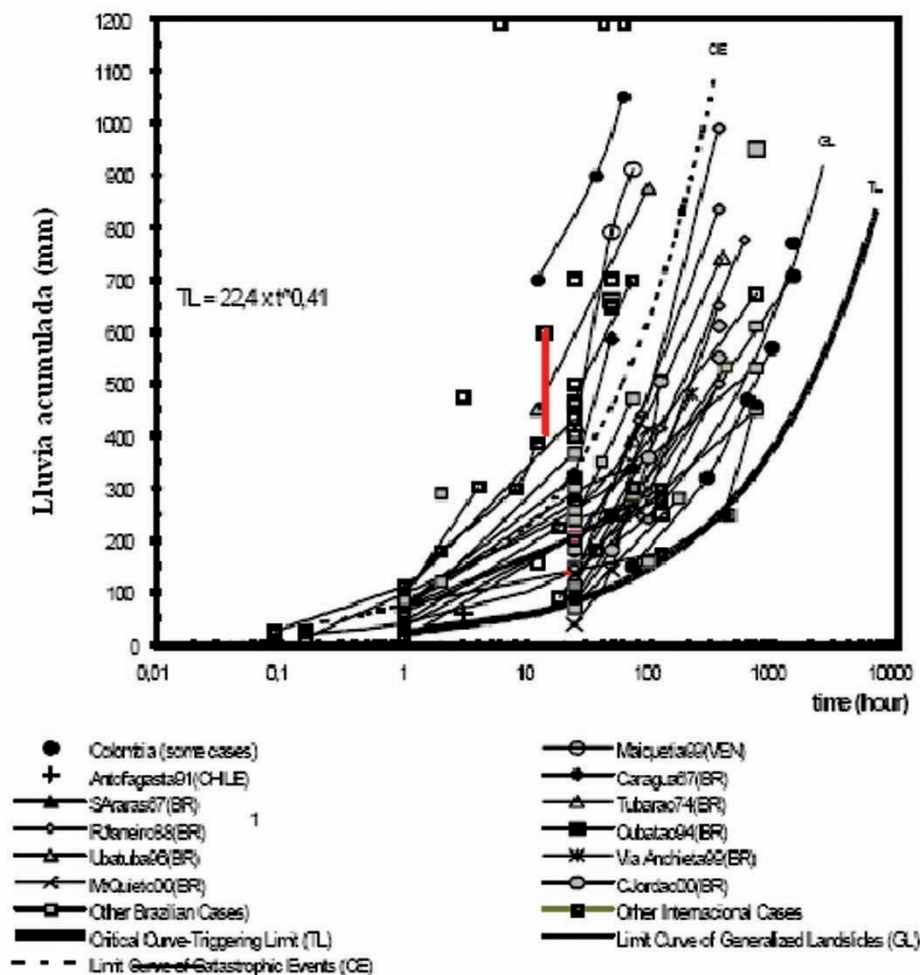


Figura 3.7. Diagrama de lluvia acumulada versus tiempo respectivo que ocasiona flujos de detritos y deslizamientos grandes (ligeramente modificada de Kanji y otros, 1997). La línea de color rojo superimpuesta al diagrama representa la intensidad y duración aproximada del Huracán Stan en Santiago Atitlán durante el 5 y 6 de octubre cuando se registraron los deslizamientos y subsecuentes flujos de detritos.

TL = Curva Crítica de Límite de Desencadenamiento
GL = Curva Límite de Deslizamientos Generalizados
CE = Curva Límite de Eventos Catastróficos

Para este estudio, se calculó la tasa de retorno de lluvia en la zona, utilizando los datos de la Estación Santiago Atitlán, en el periodo 1970-2005, exceptuando los años 1988 y 1989 donde no hay registro. Los resultados se muestran el Cuadro 3.1.

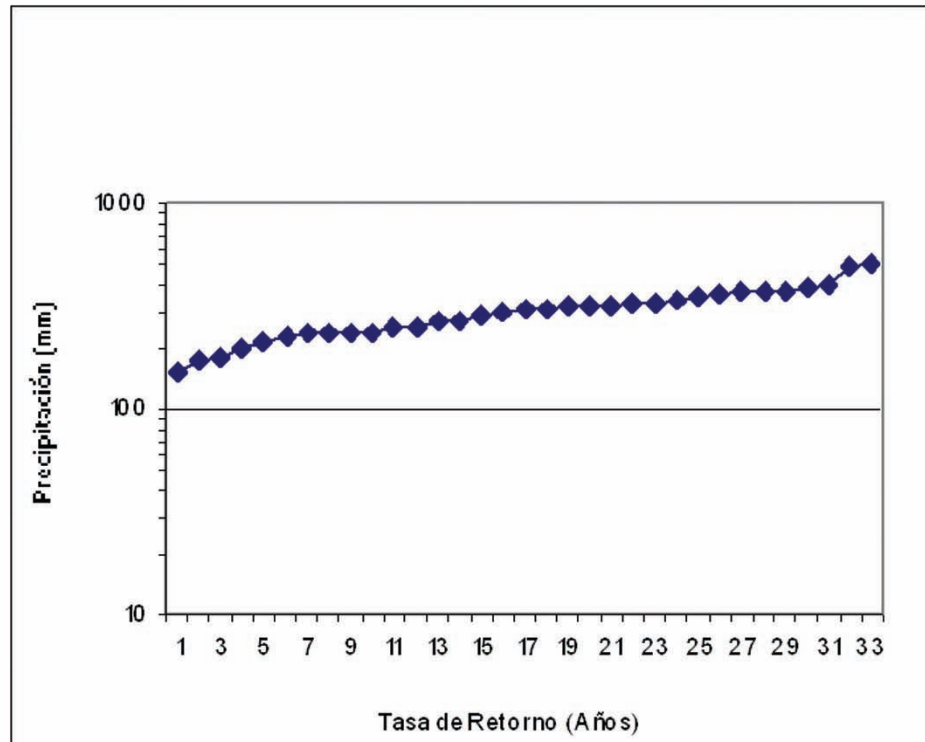
Cuadro 3.1. Tasa de retorno de lluvia, calculada para Santiago Atitlán. Período de 1970-2005

Año	Precipitación	Rango "M"	Tasa de Retorno "T" (Años)	Probabilidad de Ocurrencia "P" (%)
1970	377.1	5	6.60	15.2
1971	196.2	30	1.10	90.9
1972	321.6	13	2.54	39.4
1973	385.5	4	8.25	12.1
1974	318.5	14	2.36	42.4
1975	SD	SD	SD	SD
1976	373.7	6	5.50	18.2
1977	177.9	31	1.06	93.9
1978	514.3	1	33.00	3.0
1979	234.3	26	1.27	78.8
1980	235.5	24	1.38	72.7
1981	305.9	16	2.06	48.5
1982	325.8	11	3.00	33.3
1983	170.8	32	1.03	97.0
1984	305.6	17	1.94	51.5
1985	249.1	22	1.50	66.7
1986	248.7	23	1.43	69.7
1987	233.4	27	1.22	81.8
1988	***	***	***	***
1989	***	***	***	***
1990	213.1	29	1.14	87.9
1991	267.7	21	1.57	63.6
1992	223.3	28	1.18	84.8
1993	285.8	19	1.74	57.6
1994	151.3	33	1.00	100.0
1995	341.8	10	3.30	30.3
1996	267.9	20	1.65	60.6
1997	298.2	18	1.83	54.5
1998	347.4	9	3.67	27.3
1999	372.1	7	4.71	21.2
2000	398.0	3	11.00	9.1
2001	317.7	15	2.20	45.5
2002	357.4	8	4.13	24.2
2003	325.4	12	2.75	36.4
2004	234.9	25	1.32	75.8
2005	496.1	2	16.50	6.1

Este cuadro permite establecer que ha existido un evento extremo con una precipitación máxima de 514.3 mm, ocurrido en el año 1978. Este evento podría ocurrir cada 33 años con una probabilidad baja de que suceda de 3.0%. Un evento de precipitación que alcanza valores cercanos a los 151.3 mm como el ocurrido en 1994, puede suceder cada año, con una probabilidad de ocurrencia del 100%. Eventos con valores cercanos a 496.1 mm como el que ocurrió en el mes de octubre de 2005 (tormenta Stan), podrían presentarse cada 16.5 años con una probabilidad de 6.1% de que sucedan.

La figura 3.8a (izquierda) muestra de manera gráfica la tasa de retorno respecto a la precipitación y la figura 3.8b (derecha) muestra la probabilidad de Ocurrencia en relación a la Precipitación.

a)



b)

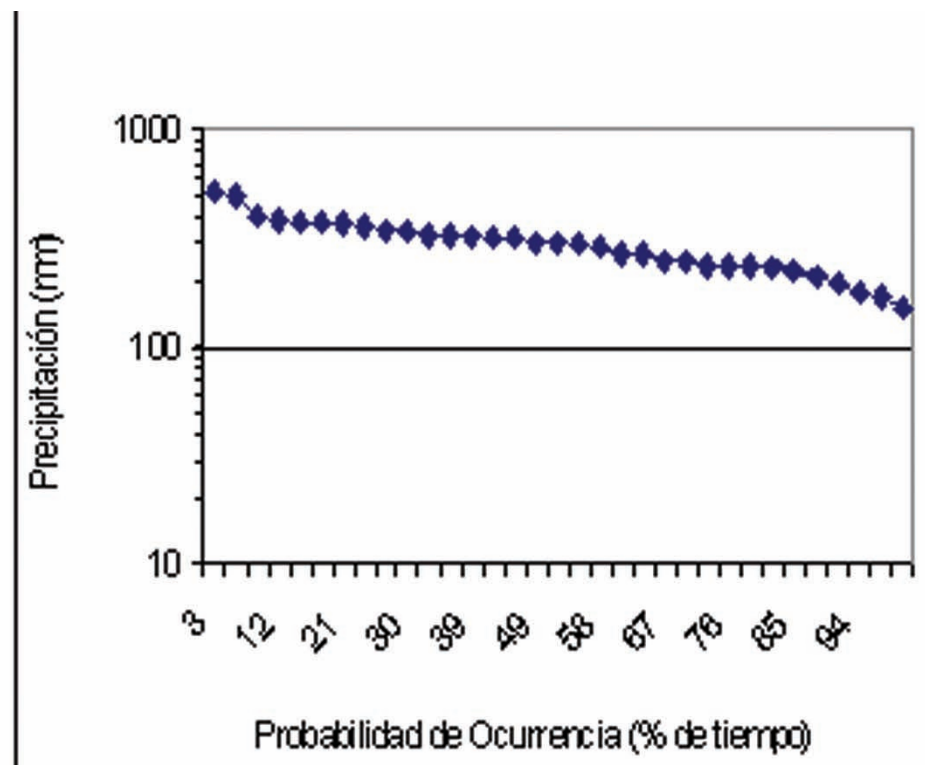


Figura 3.8. a) Tasa de retorno de lluvia para Santiago Atitlán. b) Probabilidad de Ocurrencia de eventos de lluvia. (Cordillera S.A., 2006).

3.1.3 Distribución espacial de lluvias

Debido a que la lluvia es el principal factor desencadenante de la amenaza se trató de zonificar su distribución espacial aún y cuando solamente se posee una estación hidrometeorológica para la zona. Para alcanzar este objetivo se obtuvo el promedio anual de lluvia para todo el periodo de observación de la estación de Santiago. Luego se asumió un gradiente ascendente de lluvia en base a la topografía de la zona. El gradiente estimado tomó en cuenta los mapas regionales de distribución de lluvia que tiene el MAGA para el occidente de Guatemala así como la geomorfología de la zona que se describe más adelante en el Capítulo IV.

El mapa de isoyetas generado para la zona se muestra en la Figura 3.9 y aunque es altamente especulativo constituye una muy buena primera aproximación. En base a este mapa puede concebirse que los dos conos volcánicos tienen un fuerte control en la distribución espacial de la lluvia para la zona.

3.2. Balance Hídrico

El balance hídrico de la zona se hizo en base al análisis realizado para los datos de la Estación de lluvia que se localiza en la cabecera municipal de Santiago Atitlán. Se tomaron en cuenta las características geológicas, tipos de suelos, uso de la tierra, clima y geomorfología. Los parámetros que se analizaron fueron: Temperatura, Evapotranspiración, Precipitación, Escorrentía, Infiltración, Humedad del suelo y Recarga.

A continuación se hace una breve descripción de la manera en que estos parámetros fueron analizados y los resultados que fueron obtenidos.

3.2.1. Temperatura

Para el análisis de temperatura se realizó el tratamiento estadístico de los datos de temperatura de los últimos 36 años registrados en Santiago Atitlán, que van desde el año 1970 al 2005. Estos datos arrojaron una temperatura media mensual de 21°C.

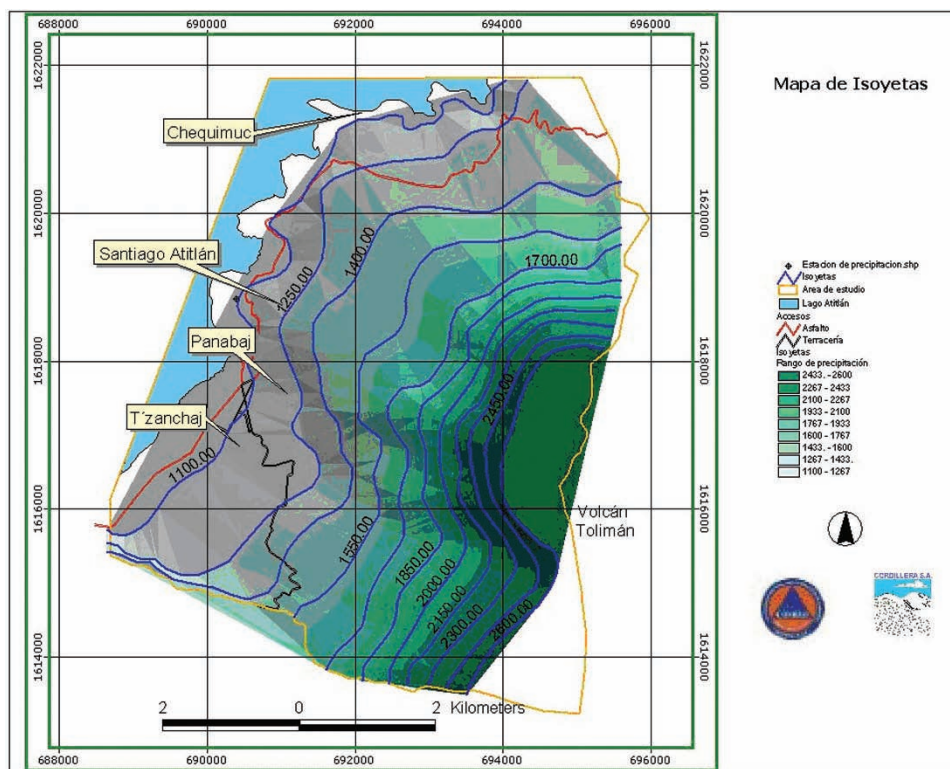


Figura 3.9. Mapa de isoyetas que muestra la distribución espacial de la lluvia en municipio de Santiago Atitlán. (Cordillera S.A., 2006).

La figura 3.10. Muestra el comportamiento gráfico de la temperatura media mensual para la zona. Se observa que durante Febrero se presentan las temperaturas más bajas, con una temperatura promedio de 15.9 °C, mientras que en Agosto se alcanzan las temperaturas más altas con un promedio de 19.4°C.

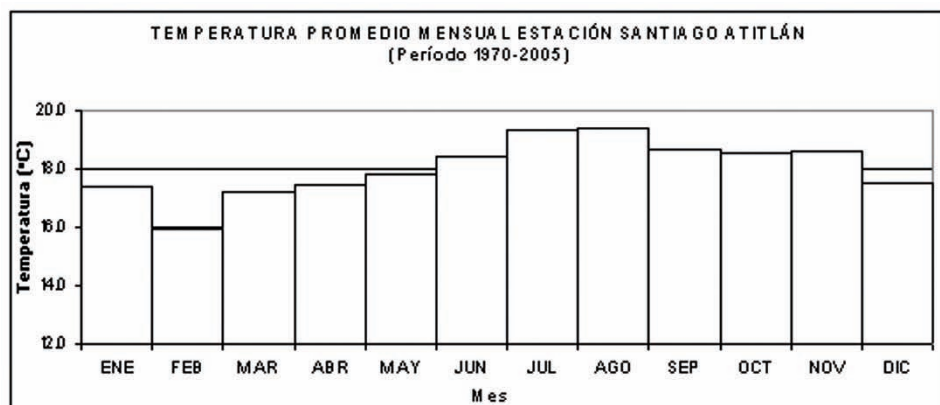


Figura 3.10. Temperatura promedio mensual en Santiago Atitlán durante el período de 1970-2005. (Cordillera S.A. 2006)

3.2.2 Evapotranspiración

La evapotranspiración es la pérdida total de agua de la cuenca, esta pérdida de agua se produce debido a que no existe en ningún momento deficiencia de agua en el suelo para ser utilizada por la vegetación del lugar, a este fenómeno se le conoce como evapotranspiración potencial. Frecuentemente no existe suficiente agua disponible en la humedad del suelo, siendo estas las condiciones reales que se observan en el campo, es decir la Evapotranspiración real.

El cálculo de la evapotranspiración potencial de la subcuenca se realizó utilizando la ecuación de Thornthwaite:

$$ETP = 16 * \left[\frac{10t}{TE} \right]^a$$

donde, ETP = evotranspiración potencial; t = temperatura, TE = sumatoria de índices de calor (I_t) para los doce meses del año; $a = 0.000000675(TE)^3 - 0.0000771(TE)^2 + 0.01792(TE) + 0.49239$.

La Figura 3.11 muestra el comportamiento de la evapotranspiración mensual, la cual alcanza un promedio anual de 68.0 mm anuales.



Figura 3.11. Evapotranspiración mensual en Santiago Atitlán. (Cordillera S.A. 2006)

3.2.2 Precipitación

Para el análisis de la precipitación ocurrida en cada mes del año, se utilizó la precipitación registrada en la estación Santiago Atitlán.

Los resultados del análisis mensual de lluvia ya se mostraron en la Figura 3.2. Se observa que existe dos picos de precipitación muy marcados dentro del gráfico, el primero ocurre en el mes de junio con una precipitación promedio de 210.8 mm, el segundo ocurre en el mes de septiembre con una precipitación similar (211 mm) a junio. Los meses más secos son Enero y Febrero.

3.2.4. Escorrentía

Los suelos en la subcuenca del Lago de Atitlán se localizan sobre en su mayoría sobre una topografía abrupta mayor a 10°, desarrollada de los Volcanes Tolimán y Atitlán, hasta una topografía relativamente plana que limita la subcuenca del Lago de Atitlán. Estos suelos son derivados de sedimentos principalmente Cuaternarios de origen volcánico. El uso que se da a la tierra es: Bosque (en las partes altas), Cultivo de Café (partes medias) y Maíz.. El valor del coeficiente de escorrentía es de 0.45.

La escorrentía mensual se observa en el Cuadro 3.2 de Balance Hídrico para la zona. Pueden notarse que para los meses de Enero y Febrero, la escorrentía es muy baja (1.67mm y 0.25 mm respectivamente), mientras que los meses donde existe alta escorrentía son Junio y Septiembre. Estos datos son concordantes con los datos de precipitación mensual calculados.

3.2.5. Infiltración

El cálculo de infiltración se realizó por medio de la siguiente ecuación:

$$I = P - E$$

donde

p = Precipitación

E = Evapotranspiración

Los resultados muestran una infiltración anual de 582.92 mm, produciéndose mayor infiltración en los meses de Junio y Octubre con valores de 115.9mm y 116.1mm respectivamente. Enero y Febrero son los meses con menor infiltración. Los resultados a nivel mensual, se encuentran en el Cuadro de Balance Hídrico para la subcuenca.

3.2.5. Humedad total del suelo

Los datos de humedad total del suelo ocurren cuando el resultado de la resta de la Infiltración con la Evapotranspiración Potencial ajustada no es negativo. Existen valores de humedad del suelo establecidos en función de la pérdida de humedad, por lo que se suman los valores negativos calculados.

El resultado del cálculo de humedad total del suelo se presenta en el Cuadro de Balance Hídrico.

El Cuadro 3.2 muestra El Balance Hídrico para la Subcuenca del Lago de Atitlán. Puede observarse que existe congruencia en los resultados de cada parámetro debido a que existe relación entre los elementos del balance durante todo el año.

La Figura 3.13 presenta de manera gráfica la relación entre los elementos del balance hídrico de la zona durante el año, particularmente Precipitación, Escorrentía, Humedad del suelo e Infiltración. Aquí puede observarse que existe una fuerte relación entre los elementos, donde influencia de la precipitación en el comportamiento de la Escorrentía, la infiltración y la Humedad del suelo es muy alta.

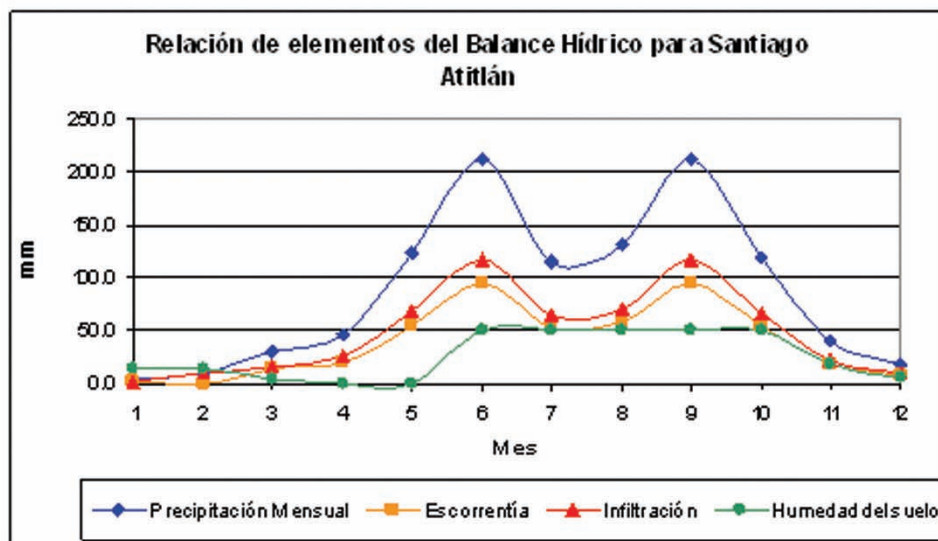


Figura 3.13. Relación entre algunos de los elementos del balance Hídrico de la subcuenca del Lago de Atitlán. (Cordillera S.A., 2006).

CUADRO 3.2. BALANCE HÍDRICO PARA LA SUBCUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN.

PARÁMETRO	Símbolo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total anual
Temperatura (°C)	T	17.4	15.9	17.2	17.5	17.8	18.4	19.3	19.4	18.7	18.6	18.6	17.5	
Índice de calor	I_t	6.606	5.763	6.492	6.664	6.8375	7.1894	7.73	7.7892	7.368	7.31	7.3081	6.664	83.72
Evapotranspiración Potencial	ETP (mm)	59.25	49.69	57.93	59.92	61.938	66.078	72.5	73.269	68.2	67.5	67.487	59.92	763.69
Factor de ajuste	Fac Aj	0.97	0.9	1.03	1.04	1.1	1.09	1.11	1.09	1.02	1.01	0.95	0.96	
ETP Ajustada	ETP Aj	57.47	44.72	59.67	62.31	68.132	72.025	80.5	79.863	69.56	68.2	64.113	57.52	784.06
Precipitación	P (mm)	3.7	9.6	29.8	46.7	122.9	210.8	115.5	130.1	211.0	119.8	39.7	18.3	1057.90
Coefficiente de escurrentía	C (R/O)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	
Escurrentía superficial	E_0 (mm)	1.665	0.25	13.41	21.02	55.305	94.86	52	58.545	94.95	53.9	17.865	8.235	
Infiltración (P - E_0)	I (mm)	2.0	9.4	16.4	25.7	67.6	115.9	63.5	71.6	116.1	65.9	21.8	10.1	585.92
I - ETP Aj		-55.4	-35.4	-43.3	-36.6	-0.5	-43.9	-17.0	-8.3	-46.5	-2.3	-42.3	-47.5	-198.15
3Neg(I-ETP Aj)		-54.7	-90.1	133.3	170.0	-170.5						-42.9	-90.4	
Humedad del suelo	Hs (mm)	15	15	4	1	1	50	50	50	50	50	19	6	
Cambio en la humedad del suelo	dHs		0	-11	-3	0	49	0	0	0	0	-31	-13	-9.00
Evapotranspiración Real	ETR (mm)	18.7	24.6	33.8	47.7	68.132	72.025	80.5	79.86	69.56	68.2	58.7	24.3	646.08
Percolación	PERC (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.1	-17.0	-8.3	46.5	-2.3	0.0	0.0	13.82

Fuente: Cordillera S.A., 2006.

La Figura 3.14 muestra el comportamiento de los parámetros de precipitación, infiltración y evapotranspiración real durante los doce meses del año en la subcuenca.

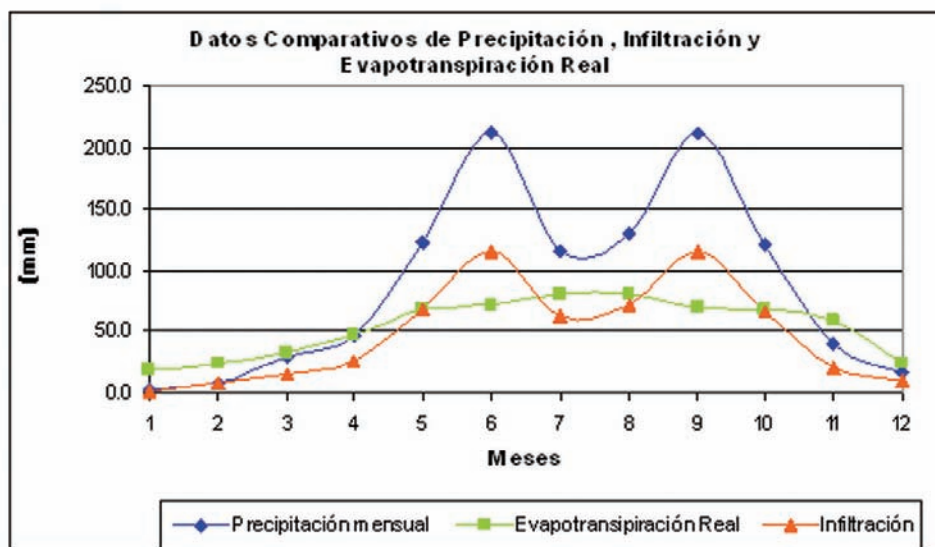


Figura 3.14. Comparación entre la Precipitación, Infiltración y Evapotranspiración en la subcuenca del Lago de Atitlán. (Cordillera S.A., 2006).

Se observa que durante el período de Abril hasta Noviembre, la infiltración predomina pese a que existe evapotranspiración relativamente continua durante este período, esto debido a que es también en este período, que se alcanzan los valores máximos de precipitación, principalmente en los meses de Junio y Septiembre donde ocurren los dos picos de precipitación notables.

4. CAPITULO IV

Análisis de Geomorfología Fluvial

Uno de los factores críticos relacionados a deslizamientos y generación de flujo de detritos es la geomorfología fluvial de una cuenca la cual tiene un fuerte control en el comportamiento hidráulico de las corrientes. El análisis geomorfológico comprende principalmente tres aspectos: (i) configuracional, referido a las formas de la superficie terrestre; (ii) dinámico, respecto a las acciones que desarrollan los procesos fluviales y productos resultantes (formas y depósitos); y por último (iii) evolutiva, por las tendencias y ritmos en la modificación de relieve con repercusiones en zonas inundables.

Este reporte contiene un análisis de los factores geomorfológicos condicionantes de riesgo por deslizamientos y flujo de detritos en las principales microcuencas aledañas a la zona de estudio bajo el aspecto morfométrico de las microcuencas; para ello se hace necesario elaborar un modelo geomorfológico cuantitativo que permitirá realizar un análisis detallado y objetivo.

4.1. Geomorfología de la subcuenca de Santiago Atitlán

La zona de interés se ubica en la parte sur de la cuenca del Lago de Atitlán por lo que se denomina aquí como subcuenca de Santiago Atitlán. La geomorfología de la zona esta íntimamente relacionada a la actividad de los volcanes Atitlán y Tolimán, por lo que pueden definirse unidades geomorfológicas de acuerdo a las etapas eruptivas de los volcanes y la dinámica de los sedimentos.

Se definen 7 unidades geomorfológicas principales que se muestran en el Mapa 4.1, la descripción de cada una de estas unidades se hace a continuación:

4.1.1 Planicie Volcánica Lacustre

Esta unidad geomorfológica se sitúa en el borde oriental del Lago de Atitlán sobre la Bahía de Santiago. Comprende una planicie que ha servido de depósito para el depósito de sedimentos que han sido erosionados de la parte media y alta de las microcuencas. Dentro de esta planicie se han formado una serie de abanicos aluviales (o conos de deyección) producto del transporte de sedimentos y del abrupto cambio de pendiente que experimentan los canales fluviales al descender de los conos volcánicos y alcanzar la superficie del lago.

Tal y como se discute más abajo este complejo de abanicos aluviales juega un papel protagónico en el comportamiento hidráulico de los canales y en la ocurrencia del desastre asociado con el Huracán Stan.

4.1.2 Abanicos aluviales antiguos

Esta unidad aflora al sur de la subcuenca conteniendo una serie de flujos de detritos de diferentes episodios. Tiene una fuerte relación entre varios eventos históricos de desastres ocurridos en la zona, el último ocurrido en Octubre de 2005 cuando el Huracán Stan afectó la zona. Se encuentra en contacto con Unidad de Cono de Estrato Volcán particularmente la porción occidental del Volcán Tolimán.

4.1.3. Conos de estrato volcanes

Esta unidad aflora en el occidente de la zona y está compuesta por dos prominentes estructuras cónicas del volcán Tolimán y Atitlán. Los estudios geológicos previos que se citan más adelante y el reconocimiento geológico de campo realizado muestra que ambas consisten en estrato volcanes donde predomina una secuencia piroclástica intercaladas con flujos andesíticos ocupando un 40% del área de influencia del proyecto.

4.1.4. Cráteres

Son estructuras que se ubican en el centro de los conos volcánicos constituyendo el conducto principal por donde han emergido los flujos de lavas y piroclásticos.

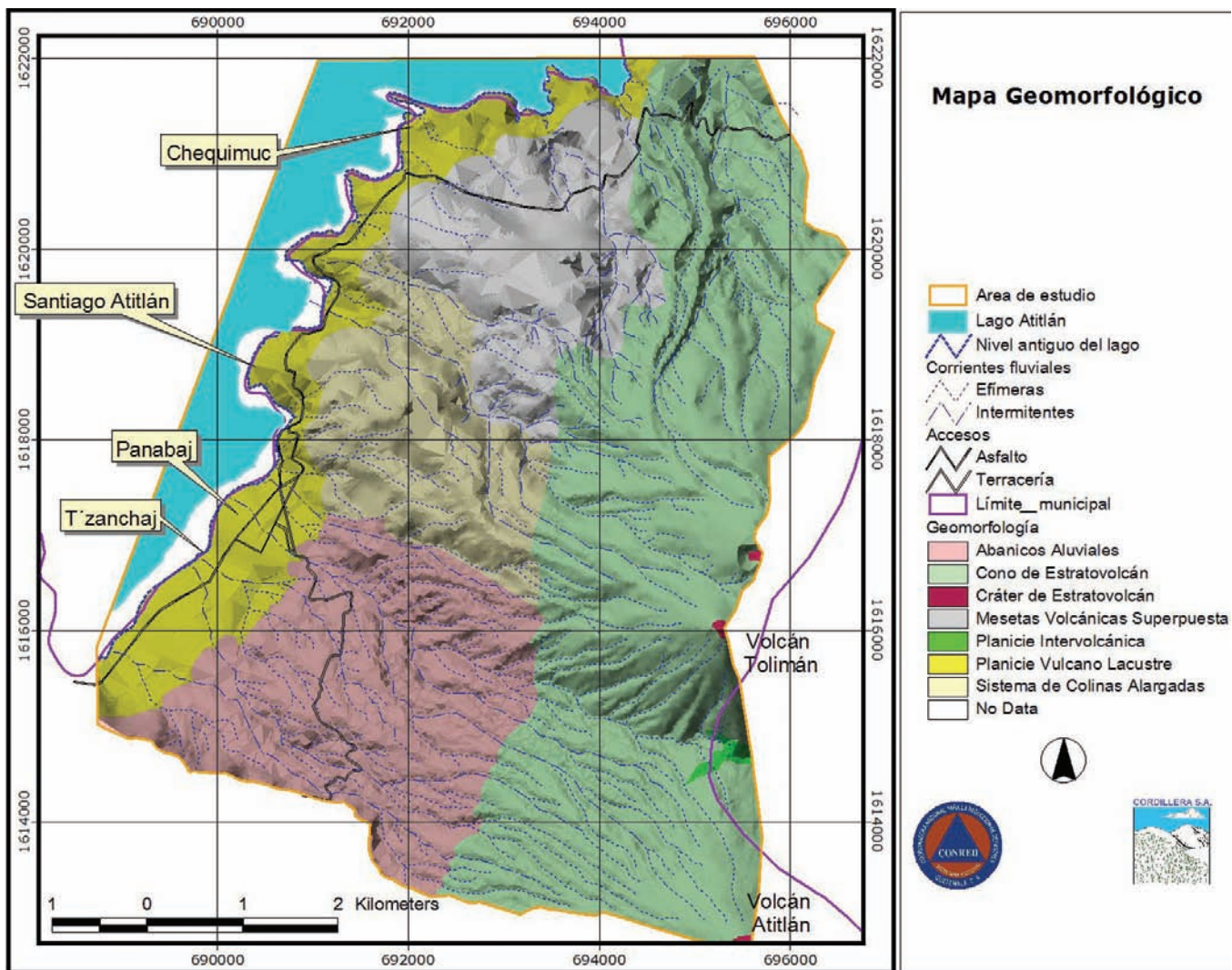


Figura 4.1. Mapa que muestra las principales unidades de paisaje para la zona (CORDILLERA S.A. 2006)

4.1.3. Planicie intervolcánica

Esta unidad constituye una pequeña área al sur del Volcán Tolimán la cual posiblemente constituye una meseta estructural delimitada por fallas de orientación este-oeste y N50E.

4.1.4. Mesetas Volcánicas Superpuestas

Esta unidad aflora al norte del municipio y está compuesta por flujos andesíticos que han condicionado la formación de una serie de mesetas las cuales constituyen terrenos relativamente estables con bajas probabilidades de generar flujos de detritos.

4.1.5. Sistema de colinas alargadas

Esta unidad aflora en la parte central del municipio y está compuesta por un sistema de colinas de alargadas de orientación N45W. Aparentemente constituyen flujos de lava más antiguos que las mesetas volcánicas y que ha sido disectados fuertemente por erosión.

4.2. Geomorfología fluvial

Debido a que la amenaza principal de la zona lo constituyen flujos de detritos se consideró que la elaboración de un mapa de corrientes fluviales se constituiría en un instrumento importante para el modelizado de la amenaza. Se utilizó la base topográfica 1:50,000 disponible por parte del IGN para la elaboración de un mapa de corrientes fluviales, intermitentes y efímeras, para la zona el cual se muestra en la Figura 4.2.

El mapa de corrientes fluviales se constituyó en la base para la delimitación de microcuencas habiendo establecido un total de 13 microcuencas para la zona cuya distribución espacial se muestra en la Figura 4.3. A continuación se realiza una breve descripción de cada microcuenca.

4.2.1 Microcuenca Del Cementerio

Se ubica al noreste de la subcuenca y drena en dirección norte. Esta microcuenca se origina en el flanco norte del volcán Tolimán. Tiene una extensión de 5.6 Km^2 y la constituyen únicamente una corriente intermitente y una serie de corrientes efímeras que la alimentan. El patrón de drenaje responde al tipo subparalelo.

4.2.2 Microcuenca Patzajayé

Abarca un área de 2.3 Km^2 sobre la parte noreste, colindando con la microcuenca Del Cementerio, y al igual que ésta, se extiende en dirección norte. Las principales corrientes que la comprenden son efímeras con bajo número de corrientes.

4.2.3 Microcuenca del Sumidero

Esta microcuenca tiene un área de 2.5 km^2 localizada al norte de la subcuenca del Lago Atitlán, al igual que las anteriores drena en dirección norte. La conforma solamente una corriente intermitente y varias corrientes efímeras que “desaparecen” en una depresión de origen volcánico ubicada en el sector. La densidad de drenaje es baja.

4.2.4 Microcuenca Chequimuc

Con una extensión de 3.1 km^2 , esta microcuenca se encuentra al norte de Santiago, colindando al este con la microcuenca Del Sumidero. La comprenden en su totalidad un número escaso de corrientes efímeras. Fue nombrada Chequimuc debido a que dentro de ella se aloja el Sitio arqueológico que lleva el mismo nombre.

4.2.5 Microcuenca De Las Mesetas

La microcuenca De Las Mesetas abarca 2.5 km^2 y se localiza al noroeste de la subcuenca, extendiéndose en dirección Este-Noroeste, la constituyen una corriente intermitente alimentada de un número escaso de corrientes efímeras de mayor longitud en comparación con las existentes en Chequimuc.

4.2.6 Microcuenca Tolimán Oeste

Esta microcuenca se ubica en la parte central de la subcuenca del Lago de Atitlán, tiene un área de 6.0 Km^2 extendiéndose del Este al Noroeste. La comprenden una serie de corrientes intermitentes y efímeras, algunas de ellas de mayor longitud, que se originan en la parte alta del volcán Tolimán. Su sistema de drenaje muestra un patrón de drenaje que va de subparalelo a subrectangular que responden a un control estructural y geomorfológico existente en la zona. Tiene colindancia con las microcuencas de las mesetas al Norte y al Sur con Santiago Atitlán, Quelbaljuyú y Panabaj Norte.

Un flujo de lodo pequeño, c.a. $2,500 \text{ m}^3$, descendió a lo largo de esta microcuenca en octubre del 2005 afectando a los cantones Pachichaj-Panul-Chuul y causando la muerte de 2 residentes.

4.2.7 Microcuenca Santiago Atitlán

La microcuenca Santiago Atitlán comprende una pequeña área de 1.3 Km^2 localizada en la porción este central de la subcuenca. Sobre su parte Norte colinda con la microcuenca Tolimán y al Sur con Quelbaljuyú. Esta compuesta de escasas corrientes efímeras que drenan en dirección Este-Oeste. Fue nombrada así debido a que aloja gran parte de la cabecera de Santiago Atitlán.

4.2.8 Microcuenca Quelbaljuyú

Se encuentra al Este central de la subcuenca con una extensión de 1.5 Km². Al igual que la microcuenca Santiago Atitlán se compone de un número pequeño de corrientes efímeras que drenan en dirección Este-Oeste. Colinda al Norte con Santiago Atitlán, al Este con Tolimán, al Sur con Panabaj Norte y al Oeste con el Lago de Atitlán. Dentro de su área aloja al poblado urbano Quelbaljuyú.

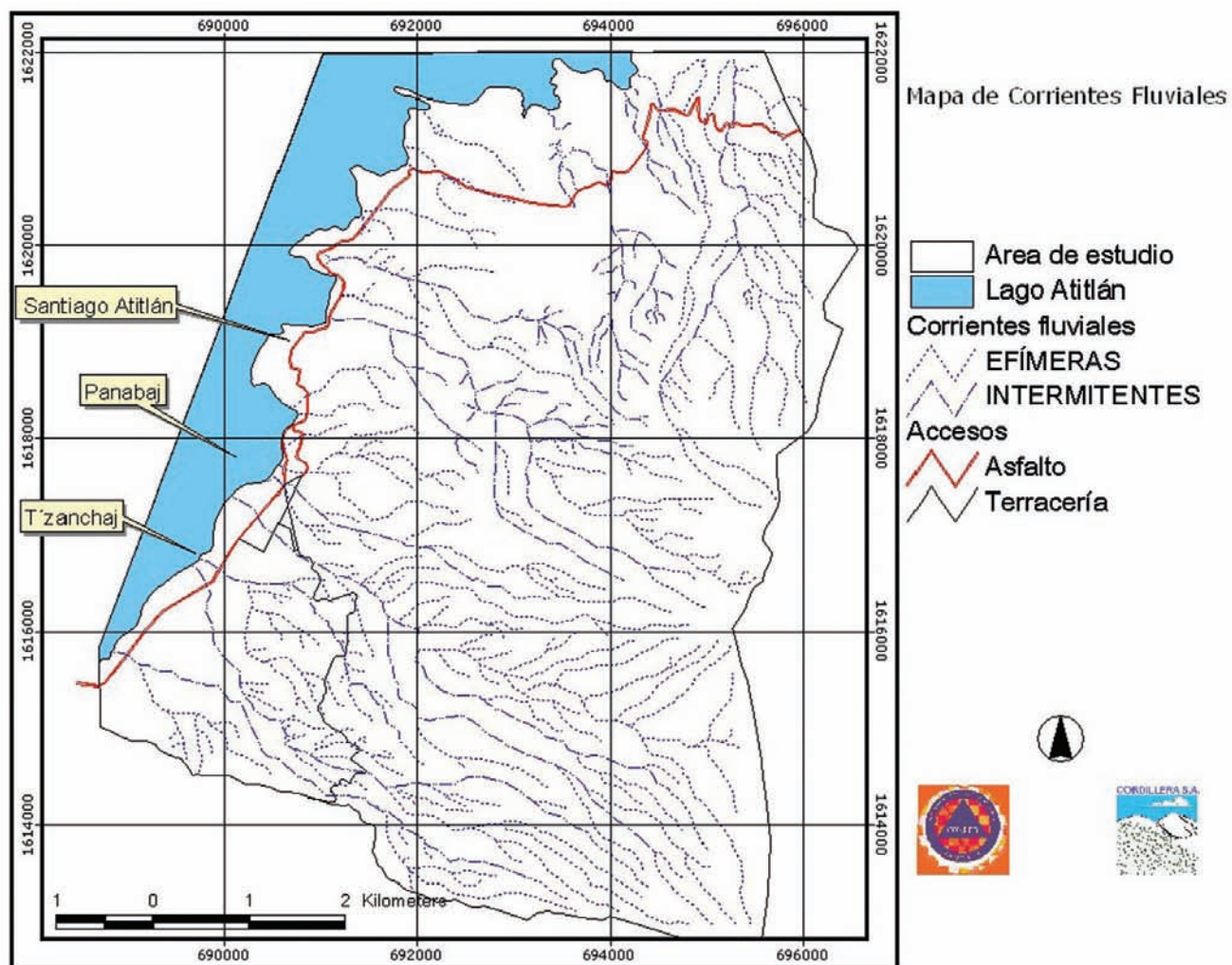


Figura 4.2. Mapa de corrientes fluviales para el municipio de Santiago Atitlán (CORDILLERA S.A. 2006).

4.2.9 Microcuenca Panabaj Norte

Esta microcuenca se localiza sobre la parte central de la subcuenca del Lago Atitlán, extendiéndose de Este a Oeste abarcando una superficie de 2.1 Km². La constituyen un pequeño número de corrientes intermitentes que se originan en el Volcán Tolimán, drenan la microcuenca en dirección Este. Panabaj Norte aloja parte del centro urbano de Panabaj.

4.2.10 Microcuenca Panabaj Sur

La microcuenca Panabaj Sur es la de mayor extensión dentro de la Subcuenca del Lago de Atitlán con 10.0 km² ubicados al Sur de la misma. Sus corrientes se originan en los flancos sur y norte de los Volcanes Tolimán y Atitlán respectivamente, y están comprendidas en menor proporción de corrientes intermitentes y en mayor porcentaje de corrientes efímeras que presentan un patrón de drenaje subparalelo y desembocan en el Lago de Atitlán. Esta microcuenca aloja parte del Poblado de Panabaj.

Las microcuencas Panabaj Norte y Sur constituyen las sub-cuencas a lo largo de las cuales se formaron y descendieron los flujos de lodo que el 5 de octubre del 2005 afectaron a la comunidad de Panabaj. Al respecto es importante señalar que la comunidad de Panabaj fue emplazada en un sector donde confluyen ambas microcuencas.

4.2.11 Microcuenca Tzanchaj

Se localiza al sureste de la subcuenca ocupando un área de 2.4 km². Esta comprendida de una única corriente intermitente y una serie de corrientes efímeras de corta longitud que drenan la cuenca de Sureste a Noroeste. Dentro de su área se localiza el poblado de Tzanchaj de donde deriva su nombre. Colinda al Norte y Este con la microcuenca Panabaj Sur y al Sur con la microcuenca La Providencia que se describe más abajo.

Esta microcuenca experimentó flujos de lodo en menor escala durante el pasado 5 de octubre del 2005. El reconocimiento de campo efectuado demostró que un puente fue severamente afectado por flujos de lodo que se desarrollaron, según opinión de los vecinos, aproximadamente hace 50 años. Cualquier acción de ordenamiento territorial para la zona debe de tomar en cuenta no solo los flujos de lodo que se formaron el año pasado sino flujos de lodo más antiguos como lo que han afectado a esta microcuenca.

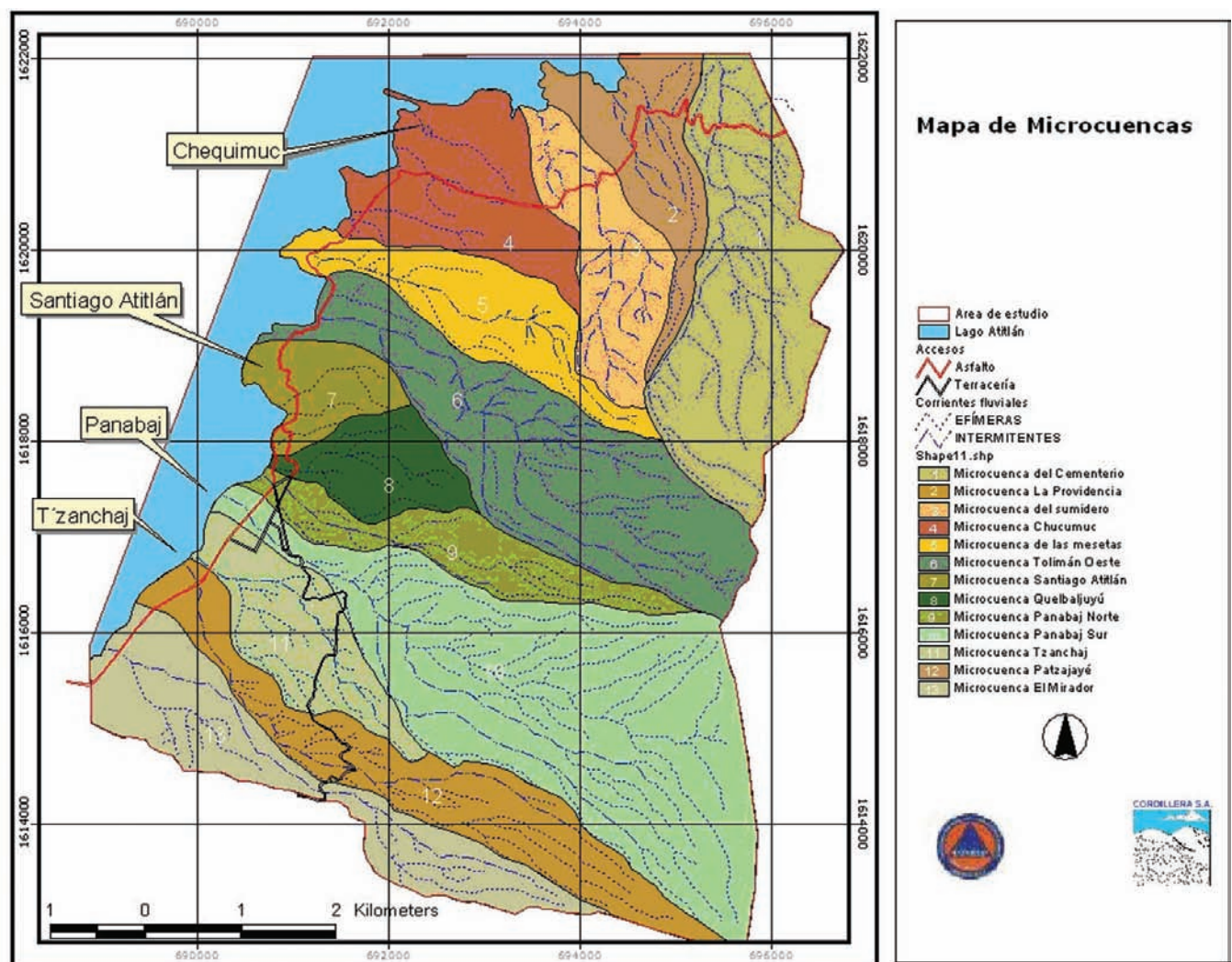


Figura 4.3. Mapa de microcuencas para el municipio de Santiago Atitlán (CORDILLERA S.A. 2006)

4.2.12 Microcuenca La Providencia

Ubicada al Sur de la subcuenca, la microcuenca La Providencia ocupa 4 Km² del total de la subcuenca del Lago de Atitlán. Esta conformada por una serie de corrientes intermitentes y efímeras cuyo patrón de drenaje es subparalelo, esta microcuenca se origina sobre el flanco norte del volcán Atitlán. Tiene colindancia con al Norte con las microcuencas Tzanchaj y Panabaj Sur y al sur con la microcuenca Bahía de Santiago.

El reconocimiento geológico realizado muestra que esta microcuenca también está expuesta a la formación de flujos de lodo. Los daños que se reportaron para el evento del 5 de octubre del 2005 en esta microcuenca son mínimos ya que en este sector es muy poco poblado. Sin embargo, para efectos de ordenamiento territorial debe tomarse en cuenta que esta microcuenca también es vulnerable por este tipo de fenómenos.

4.2.13 Microcuenca El Mirador

Esta microcuenca ocupa una extensión de 3.7 km² sobre la parte Sur de la Subcuenca, drenando el área en dirección Este-Noroeste. Comprende una única corriente intermitente y un número escaso de corrientes efímeras, algunas de ellas originadas alrededor de las faldas del volcán Atitlán. Al Norte colinda con la microcuenca La Providencia y al Sur con el límite Sur de la Subcuenca del Lago de Atitlán. Aloja un pequeño centro urbano llamado Residenciales Bahía de Santiago del cual toma su nombre.

El escarpe que sirve de límite al sur de la microcuenca ha sido afectado por varios deslizamientos pequeños lo cual evidencia la inestabilidad de los terrenos. Aunque en esta microcuenca no se registraron flujos de lodo significativos durante octubre del año pasado se constató que su parte baja consiste de sedimentos típicos de abanicos aluviales los cuales se han formado por la acumulación de flujos de lodo antiguos.

4.3. Morfometría de las Microcuencas

Para el análisis detallado de la geomorfología fluvial de la zona se seleccionaron 3 microcuencas : Panabaj Sur, Panabaj Norte, y Tzanchaj por ser éstas las que controlan el área de influencia donde se registró el desastre del 5 de octubre pasado. El análisis morfométrico resulta de particular importancia si se considera que el escenario geomorfológico del desastre consiste de microcuencas en áreas montañosas donde el factor orográfico es crítico.

Para llevar a cabo el análisis morfométrico se utilizaron metodologías de varios autores las cuales han sido sintetizadas por Singh¹. Se ha puesto particular énfasis en la evaluación de los sistemas de canales, las características oscilatorias de las microcuencas (área, perímetro, longitud, sinuosidad, etc), relieve de las microcuencas, su orientación y textura. Todo lo anterior, con el fin de caracterizar las microcuencas respecto a las características de tamaño, forma y altura, lo cual se integrará con el análisis hidrometeorológico realizado, que permitirá caracterizar la zona del desastre.

4.3.1 Sistema de Canales Fluviales

Dentro de las 3 microcuencas hidrográficas se hacen presentes 2 sistemas de canales: Intermitentes (que alojan agua durante invierno) y efímeros (que almacenan agua únicamente durante la tormenta).

A continuación se da una descripción del sistema de canales.

4.3.1.1 Segmentos de Arroyo

4.3.1.1.1 Orden del Arroyo (w)

El orden de un arroyo no es más que identificar con un número cada uno de los segmentos de corriente que forman un arroyo, donde una corriente de primer orden es aquella corriente más pequeña sin ramificación superior (bifurcación), una de segundo orden es aquella donde dos o más corrientes de primer orden se juntan originando una corriente (corriente de segundo orden), y así hasta establecer un número “n” de ordenes dentro de la microcuenca, aumentando su número aguas abajo.

El Cuadro 4.1, muestra que tanto las microcuencas Panabaj Norte y Panabaj Sur presentan corrientes de 1er, 2do y 3er Orden, mientras que Tzanchaj las excede en una corriente de 4to. Orden. La Figura 4.4,

¹ Singh, V., 1989, Hydrologic Systems. Volume II-Watershed Modeling. Prentice Hall. 320 p.

representa de manera gráfica el número de arroyos versus el orden de estos, para cada una de las tres microcuencas.

4.3.1.2 Relación de Ramificación

4.3.1.2.1 Relación de Bifurcación (Rb)

Es el promedio del número de corrientes de bajo orden en relación a las corrientes del siguiente orden más alto. Para este cálculo se toman en cuenta los segmentos perdidos de corrientes. La ecuación utilizada para calcular este parámetro es:

$$R_b = \frac{N_w}{N_w + 1} \quad [\text{Ec. 1}]$$

en donde,

R_b = relación de bifurcación

N_w = número de corrientes de bajo orden

N_{w+1} = número de corrientes del siguiente orden más alto

El Cuadro 4.1 muestra el orden de los canales para cada una de las tres microcuencas analizadas.

CUADRO 4.1. ORDEN DE LOS CANALES Y RELACIÓN DE BIFURCACIÓN PARA LAS MICROCUENCAS PANABAJ NORTE Y SUR, Y TZANCHAJ.

Microcuenca	Orden de Canales					Relación de Bifurcación (Rb)			
	1er. Orden	2do. Orden	3er. Orden	4to. Orden	Total	Rb1	Rb2	Rb3	Promedio de Rb
Panabaj Norte	12	6	1		19	2.00	6.00		4.00
Panabaj Sur	47	15	1		63	3.13	15.00		9.07
Tzanchaj	22	9	2	1	34	2.44	4.50	2.00	2.31

Fuente: Cordillera S.A, 2006.

Puede concluirse que Panabaj Sur tiene mayor tendencia a la bifurcación en sus canales.

4.3.1.2.2 Relación de División (Rd)

A diferencia de la bifurcación, en este parámetro no se incluyen los segmentos perdidos, lo que hará variar el número de arroyos encontrados anteriormente.

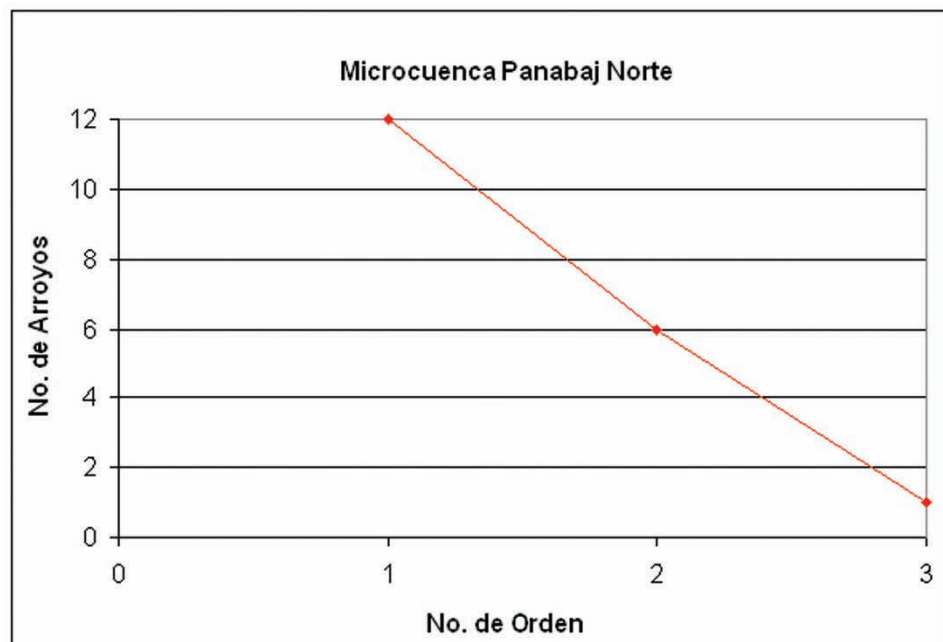
El Cuadro 4.2 los resultados en el cálculo de la relación de división para cada microcuenca.

CUADRO 4.2. ORDEN DE CANALES SIN SEGMENTOS PERDIDOS Y RELACIÓN DE DIVISIÓN.

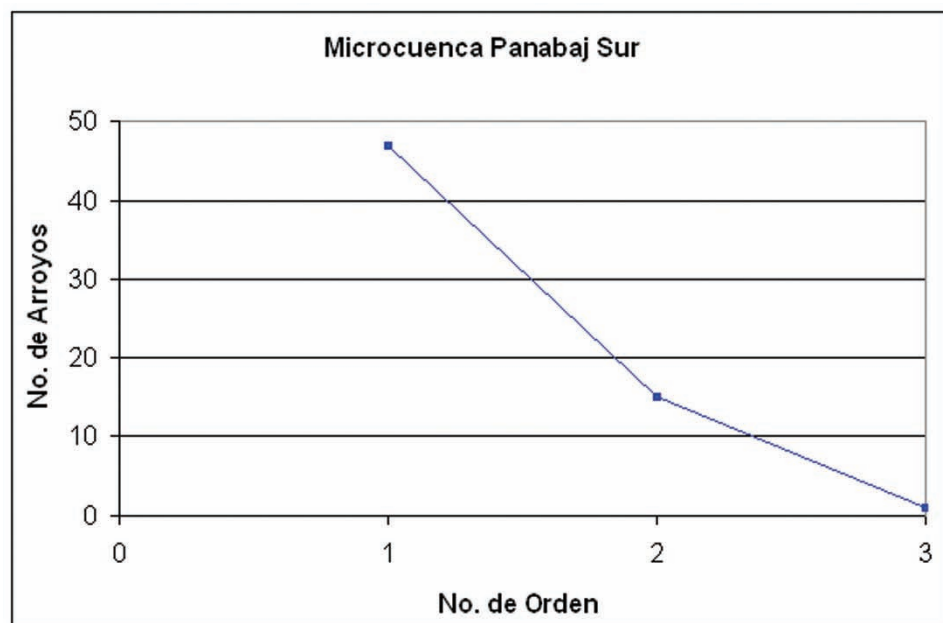
Microcuenca	Orden de Canales (excluyendo segmentos perdidos)					Relación de división Rd		
	1er. Orden	2do. Orden	3er. Orden	4to. Orden	Total	Rd1	Rd2	Rd3
Panabaj Norte	12	6	1		19	2.00	6	
Panabaj Sur	39	15	1		55	2.60	15	
Tzanchaj	20	9	2	1	32	2.22	4.5	2.22
Total	71	30	4	1				

Fuente: Cordillera S.A, 2006.

a)



b)



c)

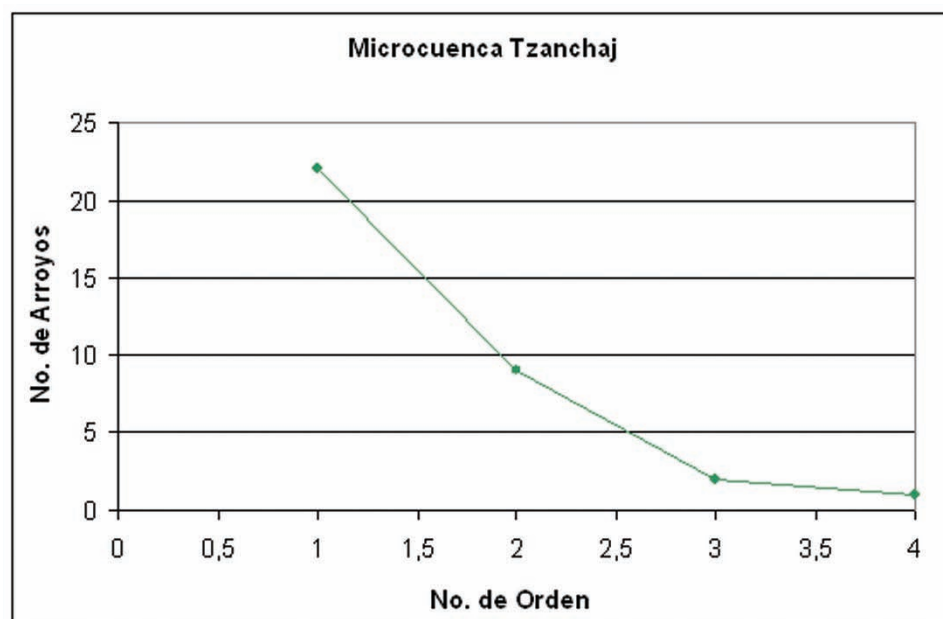


Figura 4.4. Número de arroyos Vrs. Orden, para las microcuencas a) Panabaj Norte, b) Panabaj Sur y c) Tzanchaj.

4.3.1.2 Longitud de los Arroyos

4.3.1.2.1 Longitud de Arroyos de orden w

La longitud de los arroyos de orden w (L_w) es la longitud total de todos los arroyos de la microcuenca. Siendo:

$$L_w = \sum_{j=1}^N L_j \quad [\text{Ec. 2}]$$

en donde,

N = número de arroyos de orden w

L_j = longitud del j-ésimo segmento de orden w

Los resultados se muestran en el Cuadro 4.3, observándose que la longitud de los canales es mayor en la microcuenca Panabaj Sur, principalmente en los canales de 1er orden, su longitud total es de 31.52 km, mientras que Panabaj Norte tiene 9.51 km y Tzanchaj 9.98 km.

4.3.1.2.2 Longitud total de Arroyos

La longitud total de arroyos para una microcuenca se define como la suma de las longitudes de los arroyos de todas las órdenes.

$$L_w = \sum_{i=1}^w \sum_{j=1}^{N_i} L_{ij} \quad [\text{Ec. 3}]$$

en donde,

L_{ij} = longitud del j-ésimo segmento de orden i-ésimo

N_i = número de arroyos de orden i-ésimo

Los resultados aparecen en el Cuadro 4.3, notándose que la mayor longitud total de arroyos la posee la microcuenca Panabaj Sur. Panabaj Norte y Tzanchaj muestran valores similares de 9.51 km y 9.98 km respectivamente.

4.3.1.2.3 Longitud Media de Arroyos de orden w (L_w)

Esta longitud se define como:

$$\overline{L_w} = \frac{L_w}{N_w} \quad [\text{Ec. 4}]$$

en donde,

L_w = longitud total de arroyos

N_w = número de corrientes

La longitud media de los canales se muestra en el Cuadro 4.3.

CUADRO 4.3. LONGITUD DE CANALES SEGÚN EL ORDEN, LONGITUD TOTAL EN LAS MICROCUENCAS Y LONGITUD MEDIA DE CANALES

Subcuenca	Longitud de canales (Km)					Longitud media de los canales (Km)				
	1er. Orden	2do. Orden	3er. Orden	4to. Orden	Long. Total	Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Promedio Total
Panabaj Norte	7.06	2.27	0.18		9.51	0.59	0.38	0.18		0.38
Panabaj Sur	21.42	8.76	1.34		31.52	0.55	0.58	1.34		0.82
Tzanchaj	5.00	3.36	1.13	0.49	9.98	0.25	0.37	0.57	0.49	0.40

Fuente: Cordillera S.A., 2006.

4.3.1.2.4 Longitud del canal principal (Lc)

Se refiere a la longitud del arroyo principal desde la divisoria de aguas superficiales hasta la raíz de la cuenca. El cuadro 4.4 muestra la longitud del río principal para cada microcuenca. Nuevamente, la microcuenca Panabaj Sur presenta el más alto valor, ahora respecto a la longitud de su canal principal, siendo este de 8.2km, seguida, aunque con un valor mucho menor, de Panabaj Sur con 4.6km y por último Tzanchaj con 3.6 Km.

CUADRO 4.4. LONGITUD DEL CANAL PRINCIPAL (LC)

Microcuenca	Longitud (Lc) en Km
Panabaj Norte	4.6
Panabaj Sur	8.2
Tzanchaj	3.6

4.3.2 Características Oscilatorias

4.3.2.1 Relación de Sinuosidad (Rs)

La Sinuosidad es la relación que existe entre la longitud a lo largo de la línea central del río a la longitud a lo largo del valle. Así, la microcuenca Panabaj Norte muestra valores de sinuosidad de 1.1, Panabaj Sur con 1.6 y Tzanchaj con 1.2.

A partir de estos resultados puede concluirse que Panabaj Sur tiene cauces de corrientes más sinuosos, es decir con un grado de curvatura mayor en comparación a los dos restantes microcuencas.

4.3.3 Sistema de Cuenca de Drenaje

Tanto el área como el perímetro de una cuenca son parámetros geomorfológicos del sistema de cuenca de drenaje. Para la microcuenca Panabaj Norte el área es de 2.06 Km² y su perímetro es de 10.77 km; Panabaj Sur abarca la mayor área dentro de la subcuenca del Lago de Atitlán, con 10.03 km² y un perímetro de 17.04 km, mientras que Tzanchaj tiene 2.37 Km² de área y 7.91 km de perímetro.

4.3.3.1 Dimensiones de la Cuenca

Las dimensiones de la cuenca son definidas por la longitud y ancho de la misma. La microcuenca Panabaj Norte tiene una longitud de 3.15 km y ancho de 0.73 km; Panabaj Sur cuenta con 7.25 km de longitud y 2.03 de ancho; por último, Tzanchaj tiene 3.35Km y 1.17 Km de longitud y ancho respectivamente.

4.3.3.2 Centroides de la Cuenca (Lca)

Se refiere a la longitud del canal, medida a partir de la salida de la cuenca a un punto adyacente al centroide del área de drenaje. Para estimar la relación entre la longitud del arroyo principal y el centroide del área de drenaje se utilizó la siguiente ecuación:

$$L_{ca} = 0.54 L_b^{0.96} \quad [\text{Ec. 5}]$$

en donde,

L_b = Longitud del canal principal

Para el caso de Panabaj Norte este parámetro tiene un valor de 2.31km, Panabaj Sur 4.06 km y Tzanchaj con 1.83 km.

4.3.3.3 Forma de la Cuenca

La forma de la cuenca influye en la cantidad de escorrentía producida. Para calcular este parámetro se establecieron los siguientes factores:

4.3.3.3.1 Factor de Forma (Rf)

Este factor relaciona el área de la cuenca con el cuadrado de la longitud de la misma. Para su cálculo se utilizó la ecuación:

$$R_f = \frac{A}{L^2} \quad [\text{Ec. 6}]$$

en donde,

A = Área de la cuenca
L = longitud del cauce (millas)

El factor de forma para las microcuencas Panabaj Norte y Tzanchaj es de 0.21 mientras que para Panabaj Sur es de 0.19.

4.3.3.3.2 Relación de Circularidad (Rc)

Trata de relacionar el área de la cuenca con el área de una circunferencia de un perímetro igual al de la cuenca. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$R_c = \frac{4 \cdot \pi \cdot A}{L^2} \quad [\text{Ec. 7}]$$

en donde,

A = Área de la cuenca
L = longitud del cauce (millas)

El índice de circularidad de la microcuenca Panabaj Norte es de 0.22, para Panabaj Sur es de 0.43 y para el caso de Tzanchaj es de 0.48.

4.3.3.3.3 Relación de elongación (Re)

Aquí se relaciona el diámetro de un círculo D_c que tiene la misma área que la de la cuenca con la longitud máxima. A medida que la forma de la cuenca se va acercando a un círculo el valor se acerca a 1. Para su cálculo se usó la ecuación:

$$R_e = \frac{D_c}{L_c} \quad [\text{Ec. 8}]$$

en donde,

D_c = el diámetro de un círculo que tiene la misma área que la de la cuenca
 L_c = longitud máxima

Los valores encontrados para las microcuencas son: Panabaj Norte con 0.51, Panabaj Sur con 0.88 y Tzanchaj con 0.45. Por lo que puede interpretarse que Panabaj Sur tiene una forma más cercana a un círculo en comparación a las dos microcuencas restantes.

4.3.3.3.4 Factor de Forma Circular (Rn)

Este factor relaciona la longitud de la corriente principal al diámetro de un círculo de la misma área que la cuenca, siendo el valor 1 para cuencas circulares. Se establece mediante la ecuación:

$$R_n = \frac{L_c}{D} \quad [\text{Ec. 9}]$$

en donde,

D = el diámetro de un círculo que tiene la misma área que la de la cuenca
 L_c = longitud de la corriente principal

Para el caso de la microcuenca Panabaj Norte, el factor de forma circular es 3.0, para Panabaj Sur 2.3, por último para Tzanchaj es de 2.1.

4.3.3.3.5 Factor de forma unitario R_u

En este caso se relaciona la longitud de la cuenca a la raíz cuadrada del área de la cuenca, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación.

$$R_u = \frac{L_B}{A^{1/2}} \quad [\text{Ec. 10}]$$

en donde,

L_B = longitud del cuenca
 A = área de la cuenca

Panabaj Norte tiene un factor de forma unitario de 2.20, Panabaj Sur 2.29 y Tzanchaj 2.17. Estos resultados indican que la microcuenca que más se asemeja a un círculo es Panabaj Sur aunque su semejanza es muy ligera.

4.3.3.3.6 Relieve de la Cuenca

A continuación se describen características cuantitativas del relieve en cada una de las microcuencas.

4.3.3.3.7 Relieve total (H)

El relieve total de una cuenca es la distancia vertical máxima entre la raíz y el punto más alto de la cuenca localizado en el parte aguas. Se utiliza como un indicador de energía potencial de una cuenca para mover agua y sedimentos aguas abajo.

El relieve total en Panabaj Norte es de 1.44 Km, en Panabaj Sur es de 1.92 Km, y en el caso de Tzanchaj es de 1.84 Km. De los resultados se concluye que es Panabaj Sur quien tiene mayor energía potencial, seguida cercanamente por la microcuenca Tzanchaj.

4.3.3.3.8 Relación de relieve (R_h)

La relación de relieve puede ser calculada relacionando el relieve y la distancia sobre la que se mide el relieve, aplicando la siguiente ecuación:

$$R_h = \frac{H}{L_B} \quad [\text{Ec. 11}]$$

en donde,

H = relieve de la cuenca
 L_B = distancia sobre la que se mide el relieve

Para Panabaj Norte la relación de relieve utilizando es de 0.46, en Panabaj Sur es de 0.26 y en Tzanchaj es de 0.55, lo cual indica que en el caso de Tzanchaj existe mayor relación entre el relieve y la distancia a diferencia de Panabaj Sur, donde no existe una fuerte relación entre estos factores.

4.3.3.3.9 Relieve Relativo (R_p)

Aquí se relaciona el relieve de la cuenca y la longitud del perímetro, indicando la inclinación general de la cuenca desde la cima hasta la desembocadura.

$$R_p = \frac{H}{P} \quad [\text{Ec. 12}]$$

en donde,

H = relieve de la cuenca
 P = longitud del perímetro

Este relieve relativo es de 0.13 en Panabaj Norte, 0.11 para Panabaj Sur y 0.23 para Tzanchaj. Esto quiere decir que existe mayor inclinación de la cuenca en Tzanchaj mientras que Panabaj Sur y Norte es menos de la mitad.

4.3.3.3.10 Número de Rugosidad (R_n)

En este caso se hace una relación entre el relieve de la cuenca y la densidad del drenaje, siendo:

$$R_n = H * D \quad [\text{Ec. 13}]$$

en donde,

H = relieve de la cuenca

D = Densidad del drenaje

Para Panabaj Norte el número de rugosidad es de 6.65, en Panabaj Sur es 6.03 y en el caso de Tzanchaj es de 7.74. De los resultados se observa que si existe relación entre el relieve de la cuenca y la densidad de drenaje, siendo Tzanchaj el que presenta el valor más alto, con valores relativamente cercanos se encuentran las restantes dos cuencas.

4.3.4 Orientación y Textura de la Cuenca

La orientación de la cuenca es el azimut en grados de la dirección del flujo del agua de la corriente principal. La orientación para Panabaj Norte es aproximadamente $N109^\circ$, Panabaj Sur $N130^\circ$, por último Tzanchaj $N133^\circ$.

4.3.4.1 Textura de la cuenca

La densidad de drenaje y la frecuencia de canales son dos factores indicativos para el análisis de textura en una cuenca, por lo que se describen a continuación.

4.3.4.1.1 Densidad de Drenaje (D)

Se establece la relación entre la longitud total de los arroyos dentro de una cuenca al área de la misma. Siendo:

$$D = \frac{\sum L_w}{A_w} \quad [\text{Ec. 14}]$$

en donde,

L_w = longitud de todos los arroyos

A = área de la cuenca

Los resultado son los siguientes: Panabaj Norte tiene una densidad de 0.005/m, Panabaj Sur 0.031/m y Tzanchaj 0.004/m. A partir de estos resultados puede observarse que es Panabaj Sur la microcuenca con mayor densidad de drenaje, en contraste con Panabaj Norte que aunque posee mayor longitud, tiene la más baja densidad entre las tres microcuencas.

La mayor densidad de drenaje de Panabaj Sur le proporciona un mayor potencial de arrastre por sedimentos y tal como lo demuestran los mapeos geológicos realizados que se describen más adelante esta microcuenca se constituye en la principal unidad hidrográfica de donde se derivaron los mayores flujos de sedimentos.

4.3.4.1.2 Frecuencia de Canales (C_f)

Se relaciona el número de arroyos con el área de la cuenca. Esta frecuencia se establece mediante la siguiente ecuación:

$$C_f = \frac{\sum N_w}{A_w} \quad [\text{Ec. 15}]$$

en donde,

N_w = Número de arroyos

A = Área de la cuenca

La frecuencia de canales en Panabaj Norte responde a 9.23/km, en Panabaj Sur es de 6.28/km, mientras que Tzanchaj tiene la más alta frecuencia con 14.33/km.

Los resultados de los principales índices morfométricos descritos con anterioridad se resumen en el cuadro 4.5.

El Cuadro 4.5 muestra que existen diferencias morfométricas significativas en distintos parámetros evaluados para las tres microcuencas que tienen mayor influencia en el área del desastre ocurrido el 5 de octubre del 2005. De todos los parámetros evaluados puede concluirse que el área y la densidad de drenaje de Panabaj Sur tienen un mayor control en la generación de flujos mayores que los derivados de Panabaj Norte y Tzanchaj. Los parámetros pueden ser utilizados para una amplia variedad de proyectos que pudieran implementarse en las microcuencas. De este modo, las mayores pendientes registradas en Panabaj Norte dificultan notablemente las intervenciones estructurales que pudieran proponerse como medidas de mitigación para esta microcuenca.

CUADRO 4.5. PARÁMETROS CALCULADOS PARA EL ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO FLUVIAL DE LAS MICROCUENCAS PANABAJ NORTE, PANABAJ SUR Y TZANCHAJ.

PARAMETRO	Panabaj Norte	Panabaj Sur	Tzanchaj	Total
Relación de sinuosidad (Rs)	1,07	1,55	1,17	3,79
Área	2,06	10,03	2,37	15,99
Perímetro	10,77	17,04	7,91	41,32
Longitud de la cuenca	3,15	7,25	3,35	13,75
Ancho	0,73	2,03	1,17	3,92
Centroide (Lca)	2,31	4,06	1,83	8,20
Factor de forma (Rf)	0,21	0,19	0,21	0,61
Circularidad de la cuenca (Rc)	0,22	0,43	0,48	1,13
Relación de Elongación (Re)	0,51	0,49	0,52	1,53
Factor de forma circular (Rn)	2,80	2,29	2,05	7,14
Factor de forma unitario (Ru)	2,20	2,29	2,17	6,66
Relieve total (H)	1,4	1,9	1,84	5,2
Relación de Relieve	0,46	0,26	0,55	1,27
Relación de bifurcación (Rb)	4,00	9,07	2,31	15,38
Relación de Long. de corriente (Lc) y bifurcación (Rb)	1,14	0,9	1,54	3,58
Densidad de drenaje (Dd) (m)	0,005	0,031	0,004	0,040
Frecuencia de corriente (F)	9,23	6,28	14,33	29,84
Número de rugosidad (Rn)	6,7	6,0	7,74	20,42
Densidad de corriente relativa	0,43	0,6	0,81	1,88

Fuente: Cordillera S.A., 2006.

4.4. Análisis de pendientes

Una de las principales condiciones para la ocurrencia de deslizamientos y flujos de detritos es la existencia de pendientes pronunciadas lo que explica porque estos dos tipos de amenazas se presentan principalmente en zonas montañosas. Mientras más alto el ángulo de pendiente mayor la probabilidad de ocurrencia del fenómeno. El mapa de la Figura 4.5 muestra la variación de pendientes para la zona de interés. Puede observarse el carácter montañoso del terreno influenciado por la presencia de los conos volcánicos que afloran al oriente.

Este carácter montañoso controla notablemente el carácter torrencial de los canales fluviales de la mayoría de microcuencas de la región. En varios estudios se ha demostrado que los ángulos mínimos para la presencia de deslizamientos y/o flujos de detritos normalmente se encuentran por encima de 20 a 25 grados. La pendiente mínima de un canal fluvial puede variar en función del área de la cuenca debido a la alta concentración de agua en microcuencas con restricción de flujo ocasionada por cauces angostos.

La variación de pendientes puede apreciarse con mayor precisión en los levantamientos topográficos que se hicieron para los cauces principales de Panabaj Norte y Panabaj Sur los cuales se incluyen en el Anexo II.

La Figura 4.6 muestra la relación que guarda el área de una cuenca y su pendiente en la generación de flujos de detritos. En el diagrama original se han sobrepuesto tres líneas a colores para representar la variación de pendientes en las tres microcuencas analizadas para la zona del proyecto junto con su área y de este modo evaluar su comportamiento hidráulico para la generación de detritos. Puede observarse que en base a estos dos parámetros geomorfológicos que las tres microcuencas tienen un fuerte potencial para el transporte y acumulación de sedimentos.

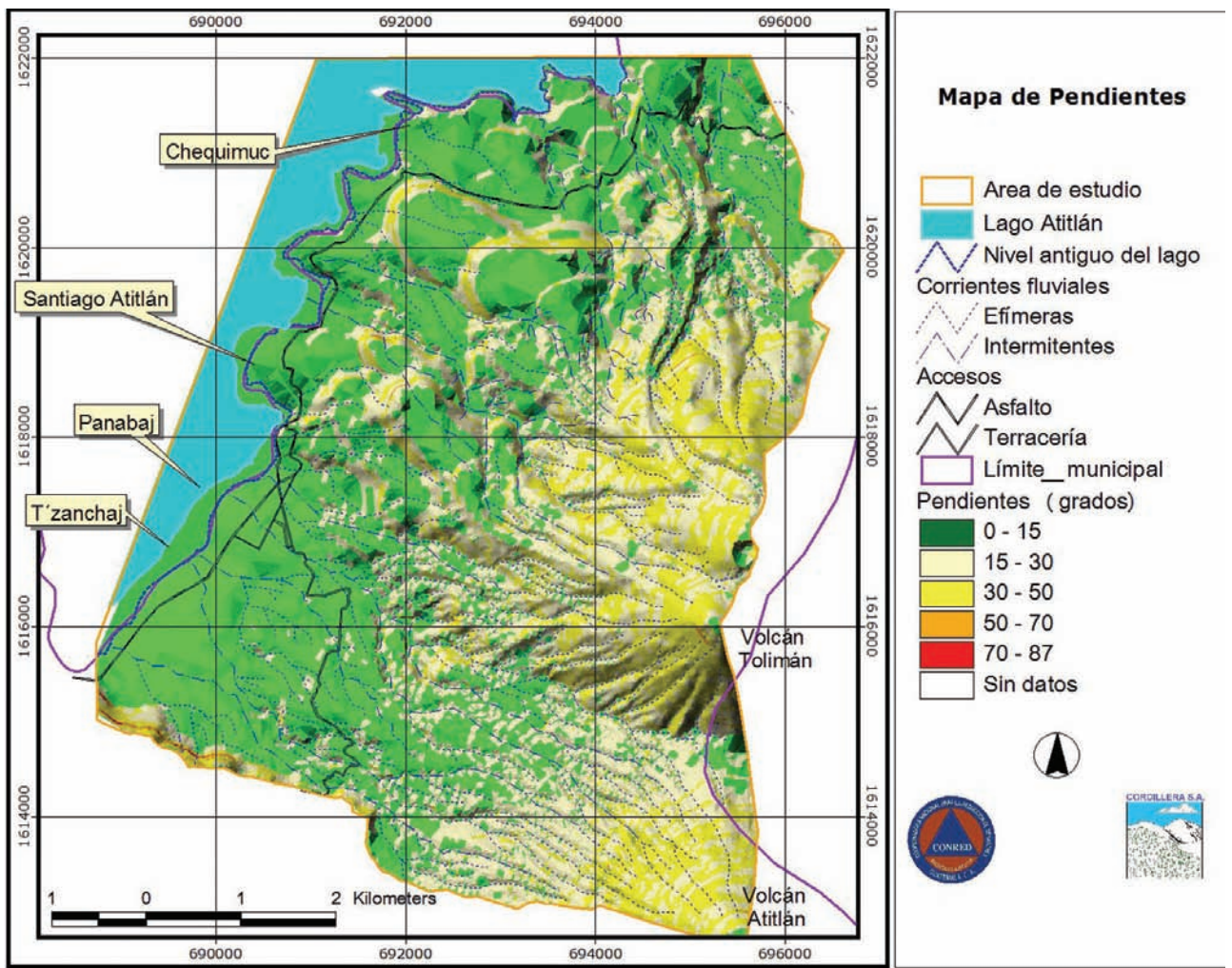


Figura 4.5. Mapa de pendientes para el municipio de Santiago Atitlán.

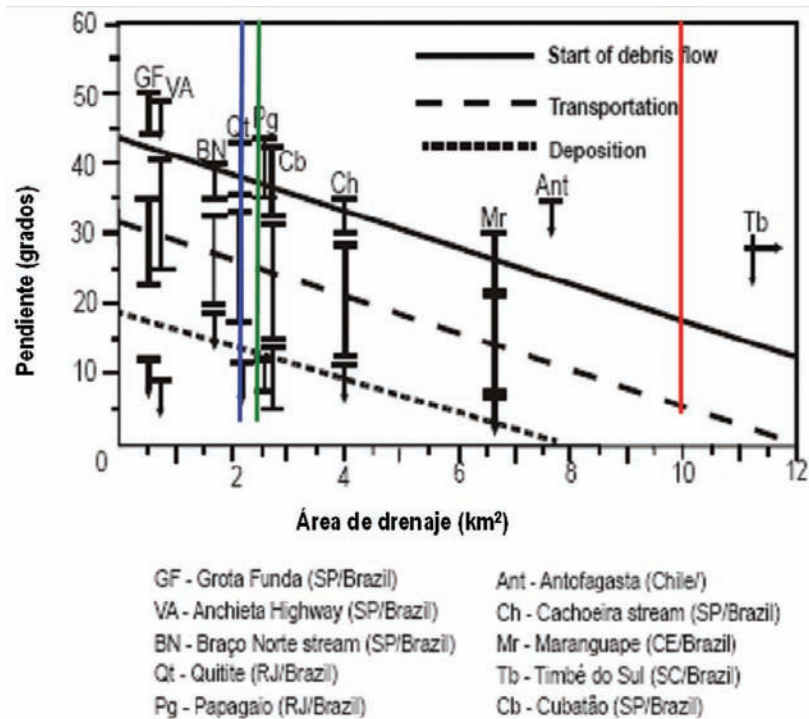


Figura 4.6. Diagrama que muestra líneas diagonales que representan ángulos para el inicio, transporte, y depósito de flujos de detritos (VanDine, 1985). Al diagrama se le han sobrepuesto los datos correspondientes a las microcuencas Panabaj Norte (línea azul), Panabaj Sur (línea roja), y Tzanchaj (línea verde).

4.5. Simulación de caudales a partir de los parámetros morfométricos estimados para las microcuencas

Las microcuencas de Santiago Atitlán carecen de estaciones de aforo y por tanto de series de tiempo de caudales que permitan la posibilidad de determinar cuantitativamente los caudales que se registraron durante el desastre con algún modelo estadístico de valores extremos que pudiera deducirse de los datos de aforo de caudales.

Debido a que el tipo de corrientes presentes varían de efímeras a intermitentes en esta sección del reporte se realizan intentos por estimar los caudales que pueden presentarse en las microcuencas Panabaj Norte, Panabaj Sur, y Tzanchaj. Para ello se integra en esta sección los resultados del análisis geomorfológico con los resultados de los datos hidrometeorológicos que se describieron en el Capítulo III. A continuación se describen los resultados obtenidos mediante la aplicación de modelos matemáticos y estadísticos ampliamente conocidos en la literatura.

4.5.1. Método Racional

El método racional fue propuesto a mediados del siglo XIX y continúa siendo una de las herramientas fundamentales para el diseño de obras de infraestructura. Para la simulación de caudales pico con este método se utilizó la ecuación

$$Q = kCIA \quad [\text{Ec. 16}]$$

en donde,

Q = es el caudal máximo estimado (m^3/s)

k = es el factor de conversión métrico (0.00278)

C = es el coeficiente de escorrentía en base a la pendiente del terreno y al uso de la tierra

A = es el área de cada microcuenca (ha)

Los resultados provenientes al aplicar esta ecuación se muestran en el Cuadro 4.6.

CUADRO 4.6. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE CAUDALES PICO CON EL MÉTODO RACIONAL

	Método Racional		1C	I		$Q_{\max}$ (m^3/s)	$Q_{\max}$ (m^3/s)
	Área						
Microcuenca	km^2	ha		mm/hr	mm/hr	1400 _{mm}	1580 _{mm}
Panabaj Norte	2,06	205,90	0,45	400	580	103,03	149,40
Panabaj Sur	10,03	1002,80	0,45	400	580	501,80	727,61
Tzanchaj	2,37	237,30	0,45	400	580	118,74	172,18
Total	14,46	1446,00					
1C = coeficiente de escorrentía para un terreno de alta pendiente y uso agrícola							
I = Intensidad de lluvia, datos del INSIVUMEH							

Fuente: CORDILLERA S.A. 2006

Los datos del Cuadro 4.6 muestran los caudales que pudieron haberse registrado durante el evento pico del Huracán Stan en la zona. En varios proyectos de infraestructura el método racional aporta una primera aproximación para el diseño de las obras por lo que los caudales máximos obtenidos en este caso estarían representando el peor escenario de diseño bajo este criterio.

4.6. Estimación del tiempo de concentración en base a la geomorfología de las microcuencas

El tiempo de concentración (t_c) es el tiempo que la lluvia que cae en el punto más distante de la corriente toma en llegar a una sección determinada de dicho canal. Normalmente se constituye en un

parámetro crítico en la gestión preventiva de riesgos por inundación, particularmente para la formulación de un Sistema de Alerta Temprana. Puede medirse en minutos u horas y para ello existen diferentes ecuaciones por lo que de manera indicativa se utilizan las siguientes en esta consultoría.

4.6.1. Formula de Kirpich

$$t_c = \left(11.9 \frac{L^3}{h} \right)^{0.385}$$

en donde,

t_c = tiempo de concentración (horas)

L = longitud del cauce (millas)

h = diferencia de elevación (pies) entre los límites superior e inferior del área de drenaje

4.6.2. Formula Kerby-Hathaway

$$t_c = 0.01377 L_f^{0.47} n^{0.47} S_f^{-0.235}$$

en donde,

t_c = tiempo de concentración (horas)

L_f = longitud del canal (pies)

n = Coeficiente de Manning

S_f = pendiente media del canal

4.6.3. Formula de George Rivero

$$t_c = \frac{16L}{(1.05 - 0.2p)(100S)^{0.04}}$$

en donde,

t_c = tiempo de concentración (min)

p = relación entre el área cubierta de vegetación y el área total de la cuenca

S = pendiente media del canal principal

L = longitud del canal principal (km)

Los escenarios considerados en este caso fue la estimación del t_c para cada microcuenca de interés considerando el punto más alto y el área del desastre. Los resultados del procesamiento de datos disponibles para las microcuencas de la zona se muestra en el Cuadro 4.7.

CUADRO 4.7. RESULTADOS DE ESTIMACIONES DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

	Kirpich (1940)				Kerby-Hathaway			Rivero			
Microcuenca	L	h	t_c (horas)	n	L	S	t_c (horas)	L	p	S	t_c (min)
Panabaj Norte	2,86	4592,00	0,34	0,04	15088,00	0,29	0,35	4,60	1,00	0,29	75,68
Panabaj Sur	5,10	6232,00	0,59	0,04	26896,00	0,26	0,47	8,20	1,00	0,26	135,49
Tzanchaj	2,24	6035,20	0,23	0,04	11808,00	0,58	0,27	3,60	1,00	0,58	57,61

Los resultados muestran bastante consistencia entre los dos primeros modelos corridos. El de Rivero estima cifras en una proporción mayor a los dos primeros. De cualquier manera, al comparar los resultados de los t_c estimados con los datos de lluvia horaria del Huracán Stan pudiera sugerirse que la implementación de un Sistema de Alerta Temprana puede ser una de las mejores estrategias preventivas para la gestión de riesgos de Santiago Atitlán. Sin embargo, el contexto geomorfológico condiciona un comportamiento torrencial en los canales fluviales lo cual tiende a dificultar notablemente la eficaz y eficiente implementación del Sistema de Alerta Temprana.

4.7. Consideraciones geomorfológicas adicionales relacionadas con la gestión de riesgos en Santiago Atitlán

El entorno geomorfológico del sur de Santiago Atitlán condiciona la formación de abanicos aluviales particularmente por el contexto montañoso y el fuerte cambio de pendiente que se registra en la parte baja de las microcuencas. Los diagramas de la Figura 4.7 son altamente esquemáticos e ilustran la formación de abanicos aluviales en un contexto geomorfológico muy parecido al de Santiago.

Como ya se comentó con anterioridad las comunidades de Panabaj y Tzanchaj han sido emplazadas en la planicie volcánica lacustre que está constituida básicamente por sedimentos típicos de abanicos aluviales. Dicho contexto geomorfológico condiciona que ambas comunidades, particularmente Panabaj, sean receptoras de flujos de lodo.

También debe de tomarse en cuenta la capacidad de migración que pueden tener los canales fluviales alojados en abanicos aluviales. La dirección de migración de los canales fluviales puede ser bastante imprevisible por el hecho de que el torrente que transporta los sedimentos al llegar a la zona apical del abanico aluvial experimenta un descenso de pendiente. Sin embargo, en el contexto geomorfológico de Panabaj-Tzanchaj existe claramente una barrera topográfica al norte de la comunidad de Panabaj lo que limita la migración septentrional del canal principal de la microcuenca de Panabaj Norte. Sin embargo, queda claramente abierto el potencial para la migración de los canales principales en las microcuencas Panabaj Sur, Tzanchaj, y La Providencia en casi cualquier dirección.

Debido a que la migración de los canales, dentro del abanico aluvial donde están emplazadas las comunidades, puede producirse en casi cualquier dirección puede concluirse fácilmente que todo el abanico aluvial es susceptible de ser afectado por inundaciones y/o flujos de detritos futuros. El contexto geomorfológico también condiciona un comportamiento torrencial en los canales fluviales lo cual tiende a dificultar notablemente la implementación de planes de emergencia, particularmente la evacuación de la población expuesta durante un evento extremo futuro de similar o mayor magnitud al ocurrido el 5 de octubre del 2005.

Por lo tanto, se concluye que la vocación del territorio donde predominan abanicos aluviales, y están emplazadas las comunidades de Panabaj y Tzanchaj, no es urbanizable y que en términos de ordenamiento territorial se considera apto para la implementación de un parque ecológico y de protección ambiental, uso más afín con el sector turístico que predomina en Santiago Atitlán.

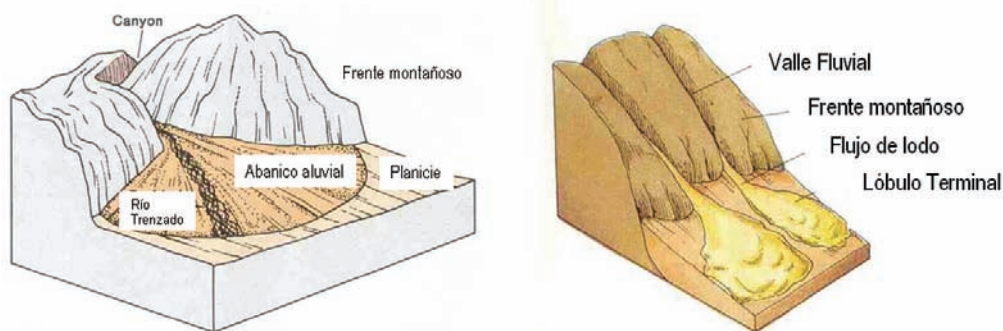


Figura 4.7. Diagramas que muestran el contexto geomorfológico típico para la generación de abanicos aluviales. El diagrama izquierdo² muestra la distribución de sedimentos al pie de montañas y la formación de canales fluviales trenzados. El diagrama derecho³ ilustra particularmente la acumulación de flujos de lodo en forma de abanicos aluviales.

Este contexto geomorfológico particular relacionado con el comportamiento hidráulico de las corrientes fluviales dentro de los abanicos aluviales en que están emplazadas las comunidades complica notablemente la eficacia y eficiencia de cualquier intervención estructural que pudiera proponerse como medida de protección para las comunidades de Panabaj y Tzanchaj.

Es importante resaltar que la prevención de otro desastre en la zona debe de tomar en cuenta no solo intervenciones estructurales en los canales fluviales sino la gestión integral territorial de por lo menos las microcuencas Panabaj Norte, Panabaj Sur, Tzanchaj, Quelbaljuyú, La Providencia, y El Mirador.

Es altamente prioritaria la formulación de un Plan de Ordenamiento Territorial para el sur de Santiago Atitlán y que abarcaría por lo menos inicialmente las microcuencas mencionadas en el párrafo anterior.

² Plumier, C., and McGeary, D., 1991, Physical Geology. Wm. C. Brown Publishers. 543 p.

³ Coch, N., and Ludman, A., 1991, Physical Geology. Macmillan Publishing Company. 677 p.

5. CAPITULO V

Zonificación de amenazas por deslizamientos y flujo de detritos

Para efectos de la presente consultoría se considera apropiado distinguir conceptualmente los siguientes términos:

Lahar¹ : sedimento volcánico normalmente de grano fino a medio originado durante una erupción volcánica.

Flujo de detritos^{2 3} : material sedimentario y/o volcánico frío, pobremente clasificado, agitado y saturado con agua, que fluye ladera abajo en respuesta a la atracción gravitacional.

Por las características del desastre ocurrido en Santiago Atitlán, y asociado al Huracán Stan, lo que la zona afectada realmente demanda es un modelo de amenaza por deslizamientos y subsecuente transformación del material deslizado en flujo de detritos. La construcción de un modelo de lahares estaría relacionada más con la movilización de material volcánico producido durante una erupción volcánica lo que en un sentido estricto no corresponde a lo ocurrido en Panabaj.

En todo caso, el problema central en este caso lo constituye la removilización de lahares y piroclásticos previamente depositados por volcanismo, mediante la generación de deslizamientos desencadenados por tormentas intensas.

Para la zonificación de las amenazas se evaluaron los factores condicionantes y desencadenantes que son comunes tanto a deslizamientos como a flujo de detritos. Se considera que la ocurrencia de deslizamientos es un fenómeno precursor al de flujo de detritos. Los factores condicionantes analizados fueron geomorfología, geología, uso del suelo y cobertura vegetal, elevación, pendiente y orientación de laderas o aspecto; mientras que el factor desencadenante analizado, fue la lluvia. Los modelos finales para la zonificación de la amenaza fueron generados en el sistema de información geográfica (SIG, ArcGis®).

La metodología global para la zonificación de amenazas y su integración con vulnerabilidades para su posterior zonificación de riesgos se indica en la Figura 5.1.

El análisis y evaluación de las variables para la zonificación de la amenaza por movimientos de ladera ha conducido al desarrollo de varios métodos. Entre ellos y el adoptado en el presente estudio, es el método de cartografía directa⁴ el cual se fundamenta en el inventario de movimientos de ladera y en análisis de los factores condicionantes y desencadenantes. Para el análisis de estas variables, se adoptó el método semicuantitativo (heurístico), el cual es de tipo subjetivo y se fundamenta en el conocimiento del terreno, la compilación y evaluación de información secundaria y levantamientos del terreno. Este método es muy útil para la evaluación y zonificación de amenazas, cuando es necesaria la toma de decisiones rápidas en zonas de inminente desastre.

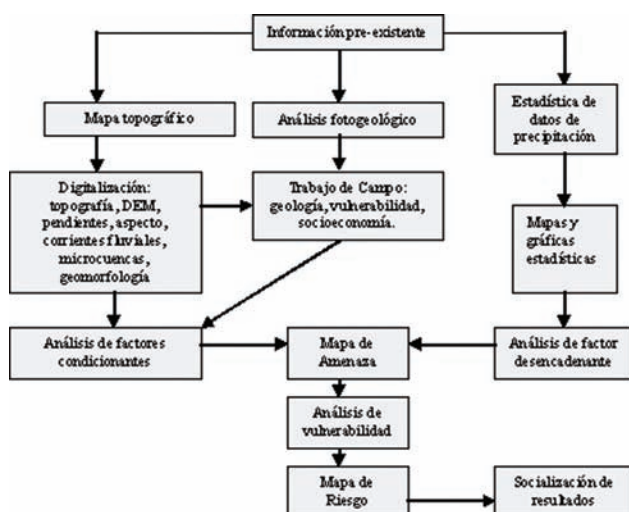


Figura 5.1. Secuencia metodológica para la determinación de riesgo.

¹ Smith, G., & Fritz, W., 1989, Volcanic Influences on Terrestrial Sedimentation: Geology, v. 17, p. 375-376.

² Iverson, R., 1997, The Physics of Debris Flow: Reviews of Geophysics, v.35, p. 245-296.

³ Coussot, P., 2003, Third International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation, Davos, Switzerland.

⁴ Hansen, A. 1984. "Landslide hazard analysis". In Brunsden, D and Prior, D.B (eds.) Slope instability. Chichester: John Wiley and Sons. 523-602.

A continuación se realiza una descripción breve de cada uno de los factores condicionantes de las amenazas, algunos de los cuales ya fueron examinados en las secciones previas de geomorfología e hidrometeorología.

5.1. Entorno hidrológico

Debido a que la generación y desarrollo de flujo de detritos tiene un fuerte control hidrológico se elaboró un mapa de corrientes fluviales, efímeras e intermitentes, el cual sirvió de base para la delimitación de las microcuencas de la zona y la delimitación espacial parcial de la amenaza. Ambos mapas se mostraron en la sección de geomorfología.

Los mapeos geológicos realizados y que se describen más abajo revelan que los flujos de lodo se desarrollaron principalmente a lo largo de cinco microcuencas que son de norte a sur: a) El Cementerio, b) Panabaj Norte, c) Panabaj Sur, d) Tzanchaj, y e) La Providencia. La extensión areal y naturaleza de estos flujos de detritos se describe más adelante en la sección de geología.

Los flujos de lodo que descendieron por la microcuenca El Cementerio afectaron a los cantones Pachichaj, Panul, y Chuul que se localizan en el extremo norte de la cabecera municipal de Santiago Atitlán. El análisis del entorno hidrológico reveló que la comunidad de Panabaj se encuentra emplazada en un sector donde confluyen dos sistemas de corrientes fluviales (microcuencas Panabaj Norte y Panabaj Sur) a lo largo de los cuales se generaron flujos de lodo con un volumen total aproximado de 1km^3 de sedimentos. Los flujos de lodo que se han generado recientemente en la microcuenca La Providencia no han causado mayores daños pero siguen representando una amenaza significativa para los residentes y la infraestructura de este sector.

La región no cuenta con ninguna estación de monitoreo de caudales y/o transporte de sedimentos que permita cuantificar los flujos. Sin embargo, la simulación de caudales en base a la morfometría de las microcuencas que se realizó en la sección de geomorfología muestra que en eventos extremos de precipitación fluvial pueden generarse caudales que rebasan notablemente la capacidad de transporte de los canales fluviales que puede inferirse en base a los levantamientos topográficos que se hicieron.

5.2. Geomorfología fluvial

La evaluación de las características regionales del paisaje se describieron en la sección de geomorfología. Las elevadas pendientes de la zona condicionan un comportamiento torrencial en los canales fluviales cuyos flujos al llegar a la parte baja de las microcuencas, bajan repentinamente su velocidad ocasionando una depositación de la carga sedimentaria que culmina con la generación de abanicos aluviales. Es de hacer notar que para la formación de abanicos aluviales, son las menores pendientes (0-15 grados) las más propensas a ser receptoras de los flujos de detritos, y de ahí su elevado grado de peligrosidad. Caso contrario sucede con los demás movimientos de ladera, los cuales son propiciados por las pendientes elevadas.

Los resultados del mapeo geológico que se indican más abajo, y los estudios geológicos previos realizados por investigadores de USA, sugieren que gran parte de la zona sur de Santiago Atitlán ha sido receptora de millones de m^3 de lodo lo que ha ocasionado la formación de la planicie volcánico lacustre, una de las principales unidades de paisaje, compuesta por abanicos aluviales. En relación con esta unidad de paisaje es importante destacar la capacidad de migración que pueden tener los canales fluviales alojados en abanicos aluviales como el presente en la parte baja de las microcuencas Panabaj Norte, Panabaj Sur, y Tzanchaj, tornándose en una amenaza por futuras inundaciones después de la ocurrencia de flujos de escombros, pues muchos de los canales principales se rellenan o cambian de cauce.

Tal y como se describió en la sección socioeconómica, la recurrencia de los flujos de detritos ha sido tal que derivó en asignar el nombre de Panabaj (flujo de lodo en Tzutujil) a una de las comunidades emplazadas en la planicie. De acuerdo a los ancianos de Santiago Atitlán, hace unos 45 años se registró un flujo de lodo voluminoso en la planicie pero para esa época prácticamente la zona no estaba poblada. La evidencia geológica que se describe a continuación muestra que la intensidad de los flujos de lodo ha sido de carácter catastrófico.

5.3. Elevación topográfica

Se realizó un modelo de elevación digital (DEM, Figura 5.2) a partir de un arreglo irregular triangulado (TIN) que se derivó de contornos digitalizados (intervalos de 20 metros) provenientes del mapa topográfico, a escala 1:50 000. En la zona se puede observar que la elevación topográfica varía desde 1,560 en el Lago de Atitlán hasta 3,537 metros sobre el nivel del mar en la parte más alta del volcán Atitlán.

La elevación topográfica es uno de los factores condicionantes más importantes a evaluar, pues en los modelos de movimientos en masa y específicamente en los flujos de escombros, los sitios más bajos y planos son los lugares más adecuados para la depositación de los sedimentos, paradójicamente también, son los sitios más cotizados para el desarrollo urbano.

Los mapeos geológicos realizados que se describen más abajo muestran que existe una fuerte relación entre el origen de los movimientos de ladera y la elevación topográfica ya que los flujos de escombros se han originado a los 1721, 1860, 2447, y 3150 metros sobre el nivel del mar (msnm). Sin embargo, son las cotas más bajas los sitios más adecuados para la depositación de la carga sedimentaria y el desarrollo de abanicos aluviales. Las comunidades que han sido afectadas por los flujos de detritos se localizan entre 1,560 y 1,600 msnm.

Tal y como se muestra con los levantamientos topográficos realizados por CORDILLERA y que se incluyen en el Anexo II, el nivel del lago ha bajado considerablemente en las últimas décadas con la línea del lago actual ubicada a unos 150m de donde se encontraba hace 46 años.

5.4 Pendientes

La inclinación de las laderas o el ángulo de los taludes es un componente esencial para la estabilidad de los taludes. A partir del modelo de elevación digital, se generó el mapa de distribución de pendientes que se muestra en la Figura 5.3.

La máxima ocurrencia del origen de los flujos de escombros sucede cuando el ángulo del talud varía entre 30° – 50° . También existe una zona situada al sureste, asociada a la caldera del Lago de Atitlán, que con pendientes entre 50 y 87° genera caída de bloques.

Finalmente, la zona que se considera más crítica, se refiere al sitio de formación de abanicos aluviales o de depositación de la carga sedimentaria de los flujos de escombros, que es cuando las pendientes tienen menos de 15° de inclinación, y es donde se sitúa la mayoría de comunidades, especialmente T'zanchaj, Panabaj, Santiago Atitlán y Pachichaj.

Es de hacer notar que hacia el Sur, en la ladera Occidental del Volcán Atitlán, las pendientes de 0 - 15° son las más frecuentes, y una pequeña zona comprendida entre 30 - 50° se restringe al aparato volcánico, sugiriendo el avanzado grado de erosión que ha sufrido este volcán. Estos procesos erosivos están asociados a la generación de abanicos aluviales, en condiciones de flujos de escombros.

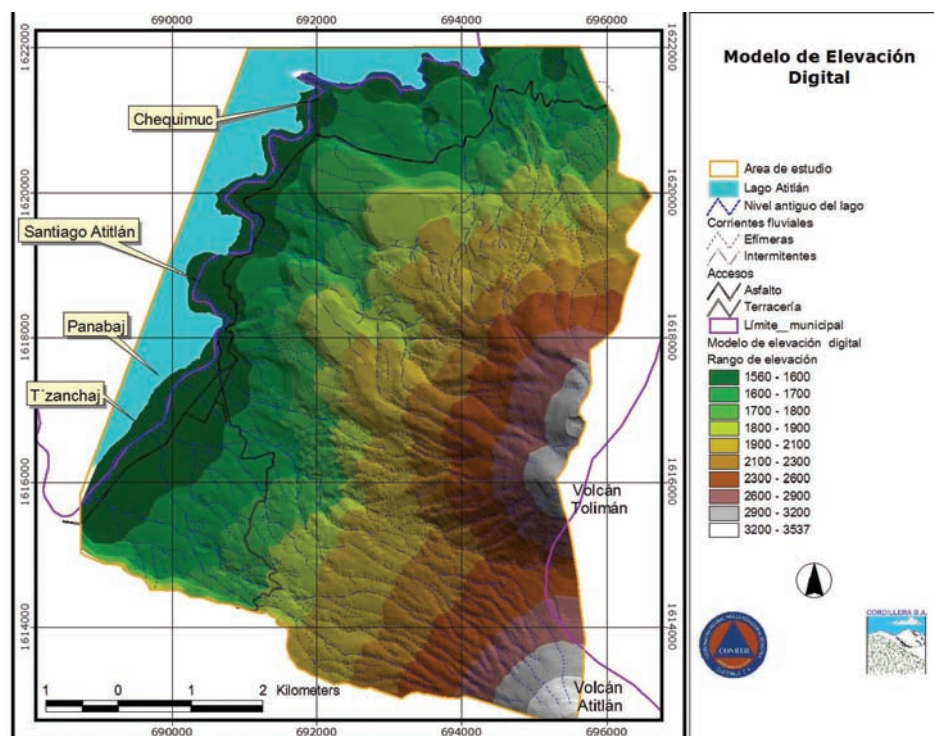


Figura 5.2. Modelo de elevación digital de la zona estudiada (CORDILLERA S.A. 2006).

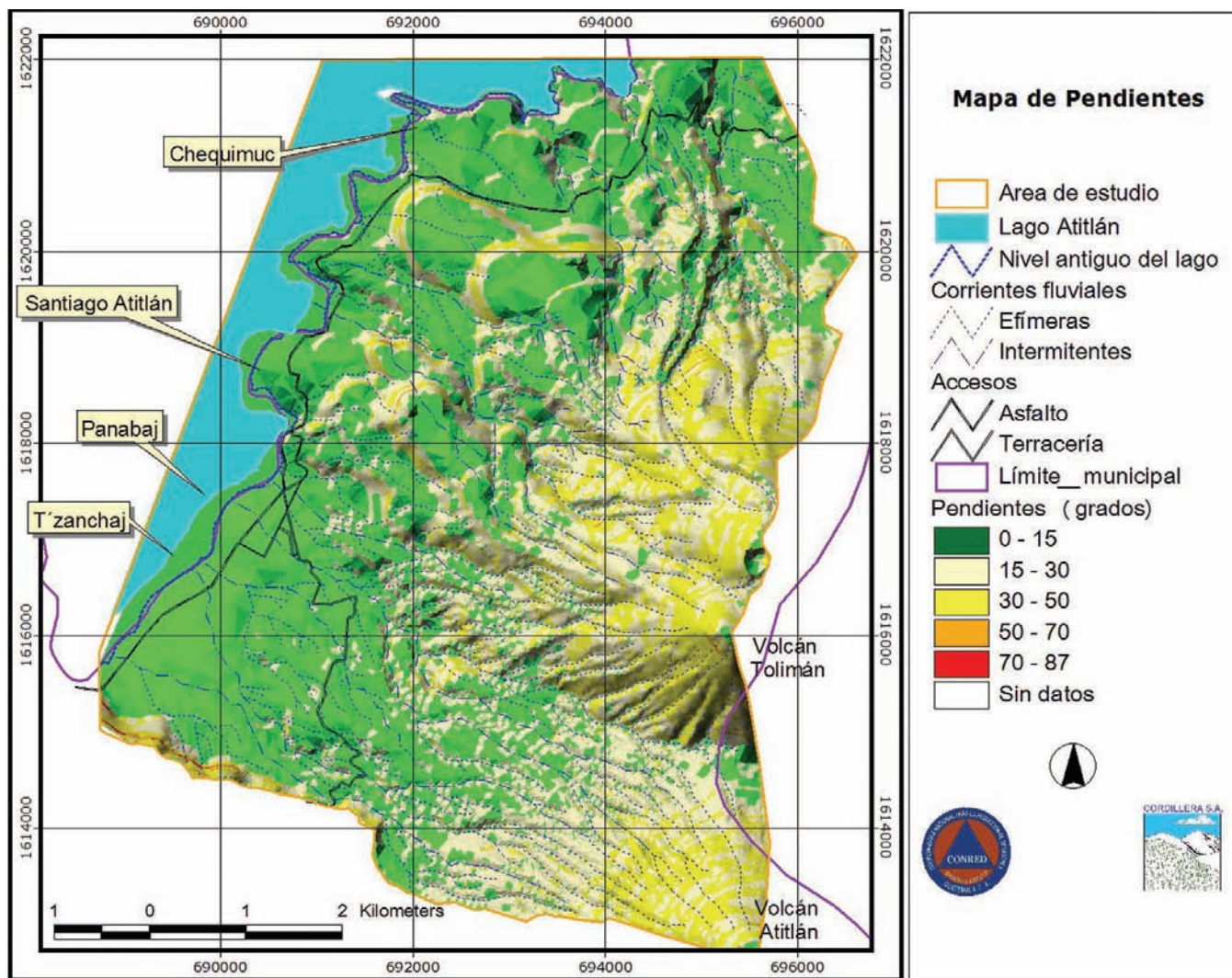


Figura 5.3. Mapa de pendientes de la zona estudiada (CORDILLERA S.A. 2006).

5.4 Aspecto

El aspecto es también denominado orientación de taludes o laderas. En la actualidad existe mucha discusión en cuanto a considerar la relación aspecto de taludes/movimientos de ladera como factor condicionante de movimientos en masa. La dirección principal de los terrenos montañosos a nivel regional en el área, presentan una configuración casi circular, de acuerdo a límite de la caldera volcánica del Lago de Atitlán (caldera III). Sin embargo, para el área se realizó un mapa que muestra el aspecto de los taludes, el cual fue generado a partir del modelo de elevación digital (Figura 5.4).

De este mapa se deriva que las laderas orientadas hacia el noreste y suroeste, son las que controlan la distribución de los flujos de escombros y de la caídas de bloques, a pesar que el patrón preferencial es dominado por áreas planas y las orientadas hacia el Noroeste. El desarrollo de laderas con esta orientación preferencial, se asocia directamente al control litológico y estructural, principalmente del volcán Tolimán.

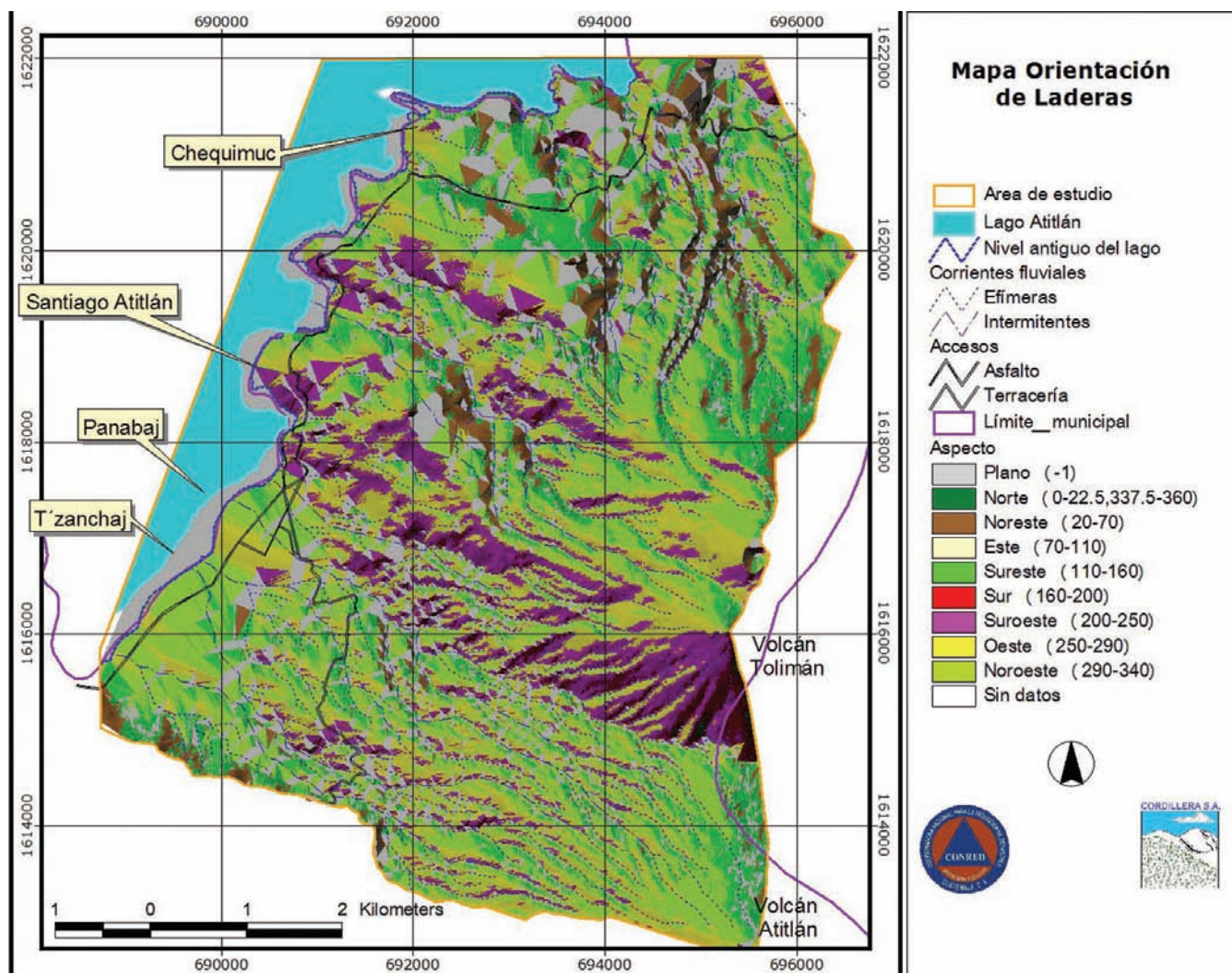


Figura 5.4 Mapa que muestra el aspecto de los taludes de la región (CORDILLERA S.A.)

5.6. Geología de Santiago Atitlán

5.6.1. Geología regional

La cuenca del Lago de Atitlán ha sido objeto de varios estudios geológicos los cuales han culminado con la generación de un excelente mapa geológico regional de toda la cuenca del lago. El mapa geológico se ha modificado ligeramente con el trabajo realizado por el personal de CORDILLERA y se muestra en la Figura 5.5.

La geología regional puede resumirse de la siguiente manera. El Lago de Atitlán se localiza en el altiplano volcánico del oeste de Guatemala, ocupando un área de 130 km², y emplazado en una serie de calderas de colapso. Tres estratovolcanes andesíticos jóvenes (Atitlán, Tolimán y San Pedro) se han formado en el sur de las calderas, al oriente-suroriental de Santiago Atitlán.

⁵ Penfield, G., Rose, W., and Halsor, P., 1986, Geologic map of the Lake Atitlán Volcanoes, Geological Society of America, Map and Chart Series, MC-55.

⁶ Newhall, C., 1987, Geology of the Lake Atitlán Region, Western Guatemala: Journal of Volcanology and Geothermal Research, V. 33, p 23-55

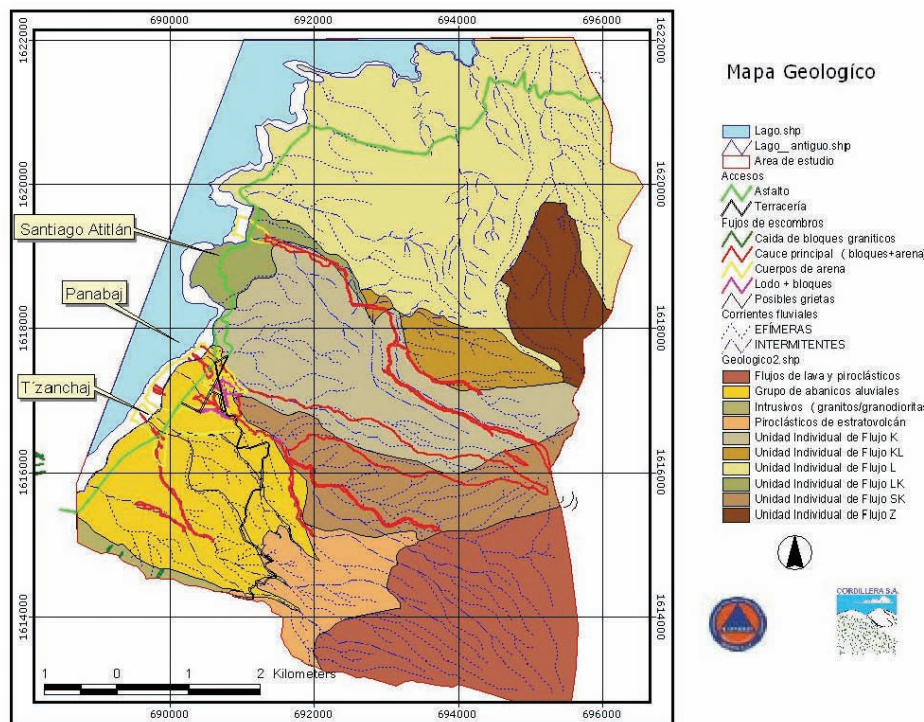


Figura 5.5 Mapa Geológico de la zona de estudio (modificado de Penfield y otros 1986)

Se han documentado tres ciclos de crecimiento de estratovolcanes, principalmente erupciones silíceas. El primer ciclo (14-11 Ma) culminó con erupciones de flujos de cenizas denominadas María Tecun y formación de la gran caldera Atitlán I, ubicada al norte de la actual cuenca del lago. El segundo ciclo (10-8 Ma) culminó con la erupción de flujos de ceniza conocida como San Jorge, y un evento de colapso para formar la caldera Atitlán II y una etapa tardía de inyecciones de diques anulares. El tercer ciclo (c.a. 1 Ma) incluye el crecimiento de estratovolcanes del Cuaternario Temprano, voluminosas erupciones de Los Chocoyos (H), y cantidades menos voluminosas de erupciones silíceas, dando por resultado la formación de la actual caldera Atitlán III y crecimiento de modernos estratovolcanes situados al sur-suroriente de Santiago Atitlán.

La Geología Cuaternaria de la zona se ha estudiado en particular detalle⁷ en base a los sedimentos del lago y mediciones de flujo de calor obteniendo los siguientes resultados. La caldera Atitlán III, donde está alojado el lago, se formó hace 84,000 años y está parcialmente rellena con sedimentos. Los perfiles de reflexión sísmica de los sedimentos del lago registran periodos de sedimentación muy activa en periodos que datan desde hace por lo menos 17,500 – 35,000 años. La caldera donde actualmente se localiza el lago tiene más de 3,000 m de profundidad y un piso relativamente plano. Los flujos de calor que se han medido son elevados y el registro geológico de erupciones post-caldera y las inexplicables fluctuaciones del nivel del lago, sugieren restos de magma debajo del lago, y que futuras erupciones son posibles.

Los perfiles de reflexión sísmica realizados permitieron construir el mapa batimétrico del lago. Algunas irregularidades topográficas en el fondo del lago compuestas por sedimentos con espesores de 10 a 15 m pueden corresponder a un gran deslizamiento ocurrido hace unos 1,000 años, cuyo escarpe se sitúa entre San Marcos La Laguna y Tzununá. Los núcleos provenientes de las perforaciones realizadas en los sedimentos lacustres, además de revelar los daños ambientales relacionados con la deforestación que históricamente han ocasionado los Mayas, registran cerca de 2,000 años de inusual rápida sedimentación (cerca de 0.5 cm/año). Estos datos constituyen evidencia de intensos procesos de pérdida de suelo en las microcuencas ocasionando la generación de flujos de detritos y formación de abanicos aluviales no solo en el sur de Santiago Atitlán sino en las cuencas de los Ríos Quiscab y Panajachel. La evidencia geológica disponible indica que los flujos de detritos han sido un proceso recurrente que ha afectado a la zona por lo menos durante los últimos 35,000 años.

⁷ Newhall, C., Braddbury, P., Higuera, J., Poppe, A., Self, S., Sharpless, N., and Ziagos, J., 1987. Recent Geologic History of Lake Atitlán, A Caldera Lake in Western Guatemala. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, V. 33, p. 81-107.

5.6.2. Geología local

El trabajo de campo realizado en Santiago Atitlán permitió reconocer las siguientes unidades litológicas de las cuales se realiza una descripción breve.

a. Rocas intrusitas

Esta unidad aflora en la porción suroeste de la zona estudiada, es un cuerpo alargado que cubre un área de 400 m², está conformada por granitos y granodioritas, constituyendo prominentes escarpes de 200 m de altura, al borde del lago. Las rocas pertenecientes a esta unidad tienen una gran consistencia por lo que no constituye ninguna amenaza para generación de flujos de escombros, sin embargo, lo referente a la generación de caída de bloques es lo contrario, debido a que son mas resistentes a disgregarse se deslizan en bloques de grandes tamaños. En las proximidades de la pista de aterrizaje, es posible observar que los bloques caídos tienen hasta 4 metros de diámetro, representando una amenaza para las escasas viviendas de esa zona y para futuras construcciones.

b. Unidades individuales de coladas de lava

La geoquímica de las coladas de lava ha sido examinada en sumo detalle en cuanto a su composición de elementos mayores y elementos traza con objeto de evaluar la petrogénesis volcánica⁸. Un total de seis flujos individuales emitidos por el volcán Tolimán y Atitlán desde hace aproximadamente 85,000 años han sido diferenciados de acuerdo a su edad y composición geoquímica. Tal y como se muestra en el mapa geológico cada flujo de lava está representado con una letra (K, KL, L, LK, SK, Z) la cual representa un segmento particular del cono y una edad relativa que va desde 0 (la más antigua) hasta 5 (la más reciente). No se han realizado dataciones geocronológicas por lo que no se tienen edades absolutas de los flujos de lava.

La mayoría de estas coladas de lava se extienden desde la parte central hacia el norte del área estudiada y conforman un área de 4 km²; gran parte de ellos constituyen zonas planas que están asociadas al Volcán Tolimán. A pesar de las variaciones geoquímicas y geocronológicas reportadas para las coladas, casi todas han sido bastante estables en cuanto a la generación de deslizamientos y/o flujos de detritos por lo que representan zonas de baja amenaza geológica por este tipo de fenómenos en la zona norte.

Puede observarse que en la parte alta de las microcuencas El Cementerio, Panabaj Norte y Panabaj Sur predominan los flujos K y KL donde se han manifestado algunos movimientos de ladera los cuales, tal y como se menciona más abajo, con influencia más de un control estructural que de tipo litológico.

c. Piroclásticos de estrato volcán

Esta unidad aflora al sur del área, en la ladera occidental del Volcán Atitlán. Se trata de materiales sueltos depositados por gravedad, compuestos principalmente por ceniza volcánica, lapilli y bloques volcánicos, mayormente de composición andesítica. Regularmente se encuentran dispuestos en forma de capas de diferente granulometría, constituyendo cientos de metros de espesor. Por su naturaleza de baja cohesividad los piroclásticos constituyen una de las fuentes principales de flujos de detritos para el sur de Santiago Atitlán ejerciendo un fuerte control litológico en la distribución espacial de esta amenaza. En la figura 4.3 puede notarse que esta unidad ocupa la parte media de las microcuencas Panabaj Sur, Tzanchaj, y La Providencia sectores donde se han registrado flujos de detritos significativos.

d. Flujos de lava y piroclásticos

Esta unidad aflora en el cono y las laderas superiores del Volcán Atitlán, constituida por una asociación de lavas andesíticas (regularmente en forma de bloques) y piroclásticos tipo lapilli. Las lavas andesíticas tienen mayor consistencia, generando bloques de diámetros de varios metros cuando se meteorizan. Por otro lado, los piroclásticos tienen poca consistencia y generalmente se encuentran disgregados, siendo susceptibles a la erosión y a la generación de flujos de escombros. Aunque en menor proporción a los piroclásticos descritos con anterioridad, esta unidad litológica también juega un papel moderado en la generación de flujos de detritos.

e. Grupo de abanicos aluviales

Los abanicos aluviales son depósitos producidos por la erosión y posterior sedimentación de los piroclásticos que afloran en la parte media y alta de las microcuencas Panabaj Sur, Tzanchaj, y La Providencia. Por lo menos tres cuerpos sedimentarios fueron delimitados en el sur de Santiago Atitlán estando constituidos por una mezcla caótica de arena, grava y bloques de dimensiones de hasta varios

⁸Rose, W., Drexler, J., Penfield, G., and Larson, P., 1980, Geochemistry of flank lavas of the three composite cones within the Atitlán Cauldron, Guatemala: Bulletin of Volcanology, v. 43, p. 131-154.

metros. Los abanicos aluviales son fácilmente apreciables desde la parte alta del Mirador del Rey Tepepul (camino a Xicacao) denotando una topografía aplanada con bloques métricos esparcidos (Figura 5.6a).

También existe evidencia de paleocanales fluviales que atraviesan abanicos aluviales antiguos (Figura 5.6b), lo cual demuestra la recurrencia de los eventos, lo cual es consistente con los datos provenientes de la sedimentología de los depósitos lacustres. Los flujos de detritos que ocurrieron el 5 de octubre del 2005 y ocasionaron el desastre en Panabaj constituyen únicamente la expresión más reciente de procesos sedimentarios que se han manifestado en la zona durante los últimos 35,000 años. Históricamente el volcán Tolimán ha tenido actividad de flujos de escombros generados principalmente por lluvias intensas que movilizaron grandes bloques de rocas volcánicas desde la zona alta del cono volcánico que tiene pendientes hasta de 52 grados.



Figura 5.6. (a) La foto superior muestra el aspecto superficial de los depósitos de abanicos aluviales antiguos. (b) La foto inferior ilustra un paleocanal fluvial que atraviesa depósitos más antiguos típicos de abanicos aluviales.



Los ancianos entrevistados durante el reconocimiento geológico de campo (Ana Mendoza Pospoi - 72 años, Salvador Damián -62 años, Antonio Coché -60 años), dan cuenta de la ocurrencia de flujos de escombros hace 50 años, pero que por la falta de elementos de exposición pasaron desapercibidos o considerados únicamente como eventos geológicos.

El mapeo de los flujos de detritos que ocurrieron el 05 de Octubre del 2005 en Panabaj-Tzanchaj (Figura 5.7) se realizó mediante recorridos de la zona afectada y apoyándose en una fotografía de alta resolución proporcionada por el MAGA. El mapeo permitió establecer el canal de alimentación dentro del abanico activo, la zona proximal, media y distal. La aplicación de técnicas sedimentológicas y estratigráficas tales como reconocimiento de estratificación, texturas sedimentarias, estructuras sedimentarias, disposición de sedimentos, entre otras, permitieron reconocer las distintas facies de los depósitos, siendo ellas: flujo de escombros (debris flow), flujos hiperconcentrados y depósitos de flujos de corrientes. De forma resumida se presentan dichas características en el Cuadro 5.1.

En Panabaj-Tzanchaj, los flujos mapeados como cauce principal (bloques+arena) corresponden a flujos de corrientes (FC), en donde son típicas la estratificación oblicua y la granoclasificación, este tipo de material estuvo asociado directamente a los canales de inundación. Por otro lado, los flujos hiperconcentrados (HC) fueron mapeados como cuerpos de arena, que están constituidos por lodo, arena y gravas, principalmente, sin embargo, también contienen algunos bloques. Finalmente, los flujos de escombros propiamente dichos (DF) fueron mapeados y representados como lodo+bloques, con diámetro de clastos hasta de 2.5 metros. Este tipo de material es el más perjudicial, pues sólo con el impacto de sus bloques, es capaz de destruir las viviendas (Figura 5.8).

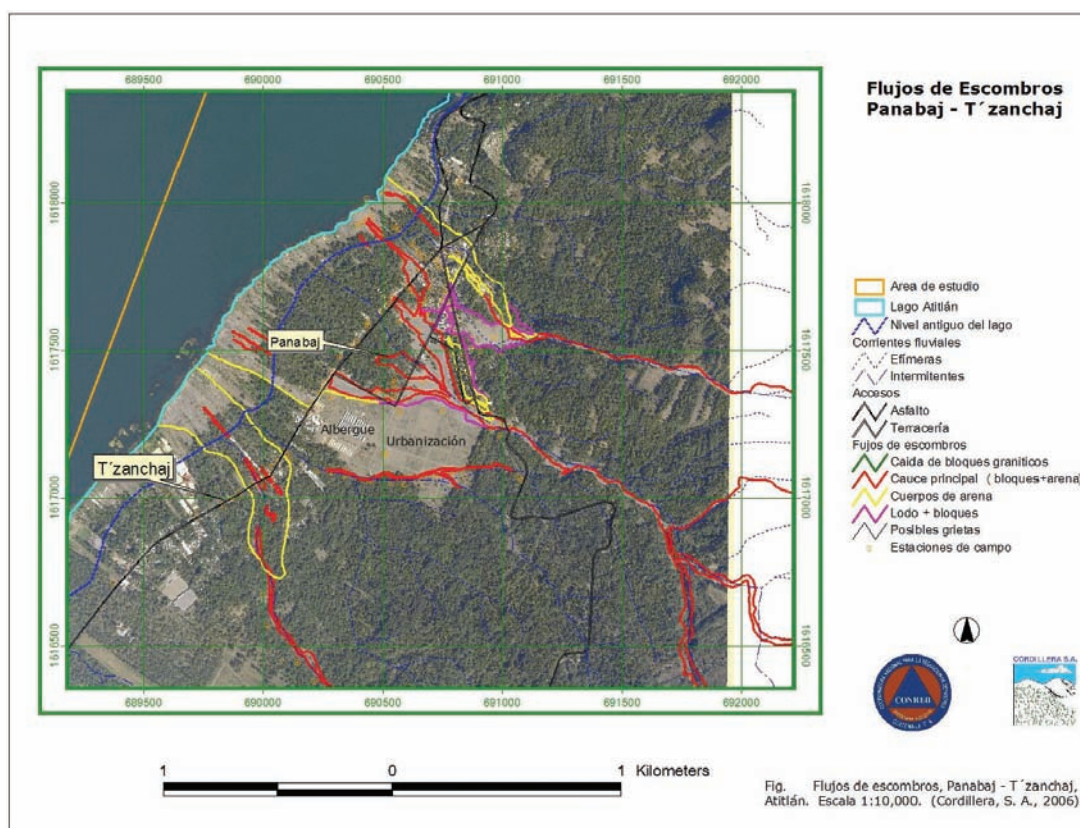


Figura 5.7. Mapa que muestra la distribución areal de los flujos de detritos en Panabaj-Tzanchaj.



Figura 5.8. Fotografías que muestran las variaciones texturales de los sedimentos que integran los distintos flujos de detritos encontrados en Panabaj.

CUADRO 5.1. TIPOS DE FLUJOS DE DETRITOS DIFERENCIADOS EN LA ZONA DE PANABAJ-TZANCHAJ

Tipo de flujo	Estructuras sedimentarias	Características de los sedimentos
De corrientes (FC)	Estratificación planar, oblicua a masiva; débil a fuerte imbricación de clastos; estructuras de corte y relleno; presencia o ausencia de granoclasificación.	Buena a moderada clasificación; clasto soportados.
Hiperconcentrados (HC)	Estratificación débil a masiva; imbricación débil; lentes de grava delgados; granoclasificación normal e inversa.	Pobre a moderada clasificación; clasto soportados.
De escombros (<i>debris flow</i>) (DF)	Sin estratificación; débil imbricación o inexistente; granoclasificación inversa y normal.	Muy pobre a extremadamente pobre clasificación; matriz soportados; diámetro extremo de partículas; posibilidad de megaclastos.

Fuente: Cordillera 2006

El mapeo detallado en Panabaj-Tzanchaj y Pachichaj-Chuul-Panul, permitió elaborar un mapa de isopacas o distribución areal de los espesores de la carga sedimentaria de los flujos de escombros (Figura 5.9). El mapa de isopacas para Panabaj muestra los mayores espesores de detritos (hasta 3 metros), ubicados al pie de las laderas, en donde se localizan aproximadamente 100 viviendas que quedaron completamente sepultadas, pereciendo la mayoría de sus habitantes. Por las condiciones topográficas del sitio (áreas aplanadas y de poca pendiente) la descarga sedimentaria proveniente de las microcuencas Panabaj Norte y Panabaj Sur se distribuye en toda la comunidad de Panabaj al estar emplazada dicha comunidad en la confluencia de ambos sistemas hidrográficos.

La estimación de espesores se realizó en base a observaciones visuales de las estructuras que fueron afectadas tal como cortes de carretera, cercos, campo de fútbol, altura promedio de casas de adobe, y malla metálica que rodea las construcciones más modernas de Panabaj.

En los cantones Pachichaj-Chuul-Panul que se localizan inmediatamente al norte de la cabecera municipal de Santiago (Figura 5.10) dadas las características en encajonamiento que presenta el cauce de la quebrada, el tipo de flujo que afectó la zona corresponde a *debris flow* (DF) en la zona proximal del abanico, mientras que en la zona distal se mapearon cuerpos de arena correspondientes a flujos hiperconcentrados (HC). De igual manera, los bloques métricos, destruyeron viviendas y ocasionaron la muerte de tres personas.

En Pachichaj-Chuul-Panul, a pesar de que los espesores también llegan hasta 2.7 metros, su distribución se ve restringida al abanico proximal, en la desembocadura de la quebrada, limitando los daños ocasionados a una pocas vivienda y causando únicamente tres muertes.

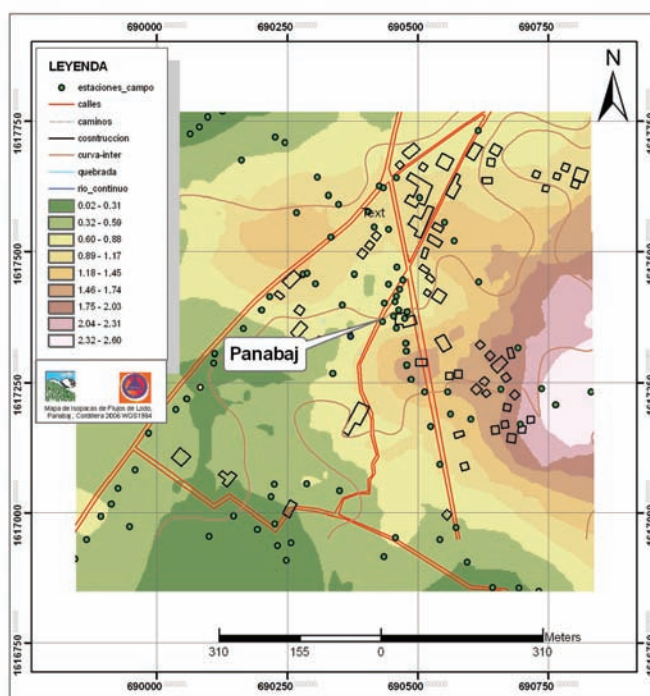


Figura 5.9. Mapa de isopacas con los espesores de la carga sedimentaria en Panabaj

Los espesores relativos de cada flujo se midieron en distintos puntos del mismo, y conociendo su distribución areal, se ha calculado un volumen aproximado de 1,000,000 de metros cúbicos de material depositado.

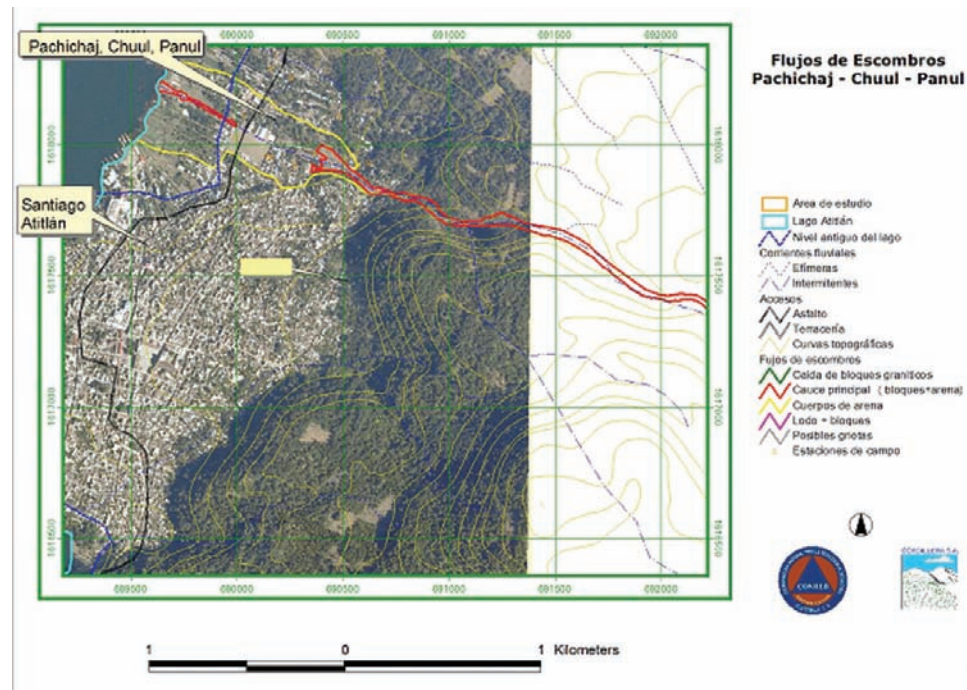


Figura 5.10. Mapa que muestra la cabecera municipal de Santiago Atitlán y la distribución espacial del flujo de detritos que afectó a los cantones Pachichaj-Chuul-Panul.

Las muestras de sedimentos recolectadas en Panabaj, fueron tamizadas para el establecimiento de la curva granulométrica (Figura 5.11). Es de hacer notar que las muestras analizadas únicamente corresponden a la matriz sedimentaria, sin tomar en cuenta los megaclastos, que en algunas ocasiones presentan diámetros de 2.5 metros. Así, se puede apreciar que la matriz está compuesta básicamente por arenas y gravas. A partir de los coeficientes de uniformidad (C_u) y de curvatura (C_c), estos sedimentos pueden ser clasificados como:

GP: gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos;
SP: arenas mal graduadas, arenas con gravas, con poco o nada de finos.

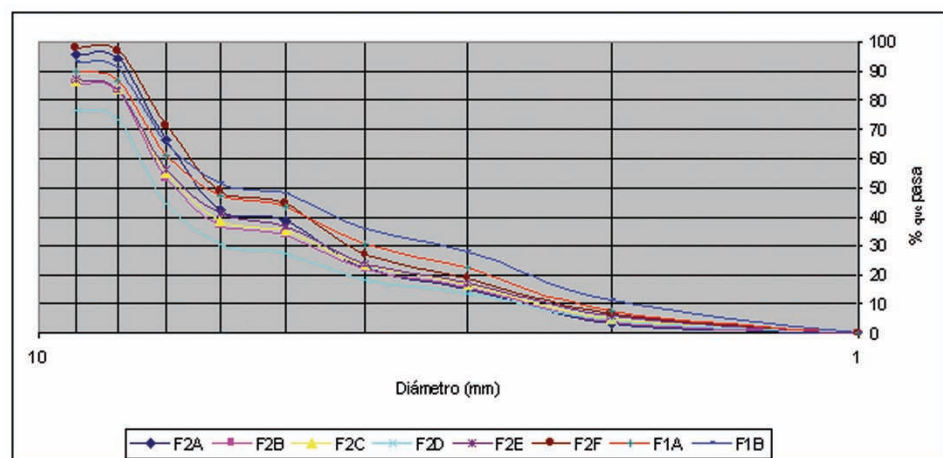


Figura 5.11. Curva granulométrica para sedimentos del flujo de Panabaj

5.6.3. Geología estructural

Para el análisis estructural se realizó un mapa de lineamientos en base a las fotografías aéreas a escala 1:40,000 publicadas por el IGN. El mapa generado se muestra en la Figura 5.12. Estructuralmente la zona muestra un patrón de lineamientos orientados preferencialmente hacia Noroeste y Norte-Sur. Los primeros tienen mayor persistencia en la zona y frecuentemente coinciden con la delimitación de los flujos de lava del volcán Tolimán lo que sugiere que potencialmente han jugado un papel de estructuras conductoras de flujos de lava. Específicamente uno de ellos se localiza en Panabaj y crea un alto estructural constituido por lavas andesíticas y delimita la formación del abanico aluvial de Panabaj. Otro lineamiento significativo se localiza al Sureste de la zona, el cual constituye el escarpe más prominente de la región, que a su vez limita la formación de abanicos aluviales y propicia la caída de bloques.

Se considera probable que la intersección de los dos principales sistemas de lineamientos en algunos sectores del área han debilitado notablemente el macizo rocoso y ocasionado la generación de deslizamientos. De modo que la generación de flujos de detritos en el área parece tener un control principal de tipo litológico aunque la formación de zonas de brechas tectónicas por intersección de fallas juega un papel relevante a nivel local para algunos flujos.

5.7. Uso del suelo

Se evaluaron los diferentes usos de la tierra utilizando para ello las fotografías aéreas de Santiago Atitlán a escala 1:40,000 publicadas por el IGN para el año 2003 y se discriminaron los diferentes usos de la tierra en base a la terminología de la Unión Geográfica Internacional la cual ha sido adoptada por el MAGA para su uso en Guatemala. La distribución espacial de los diferentes usos de la tierra establecidos se muestra en la Figura 5.13.

El Cuadro 5.2 muestra el uso del suelo determinado en la zona de estudio, mientras que la Figura 5.15 presenta estos datos de manera gráfica. En base a la información disponible puede apreciarse que el uso del suelo, según la rama de actividad, esta mayoritariamente dedicada a siembra de café (40%) en las partes altas, bosque (38 %)y agricultura anual maíz (12%); distribuyéndose, el 10% en residencial, pasto natural, campo deportivo, matorrales, arbustos, agricultura perenne, etc.

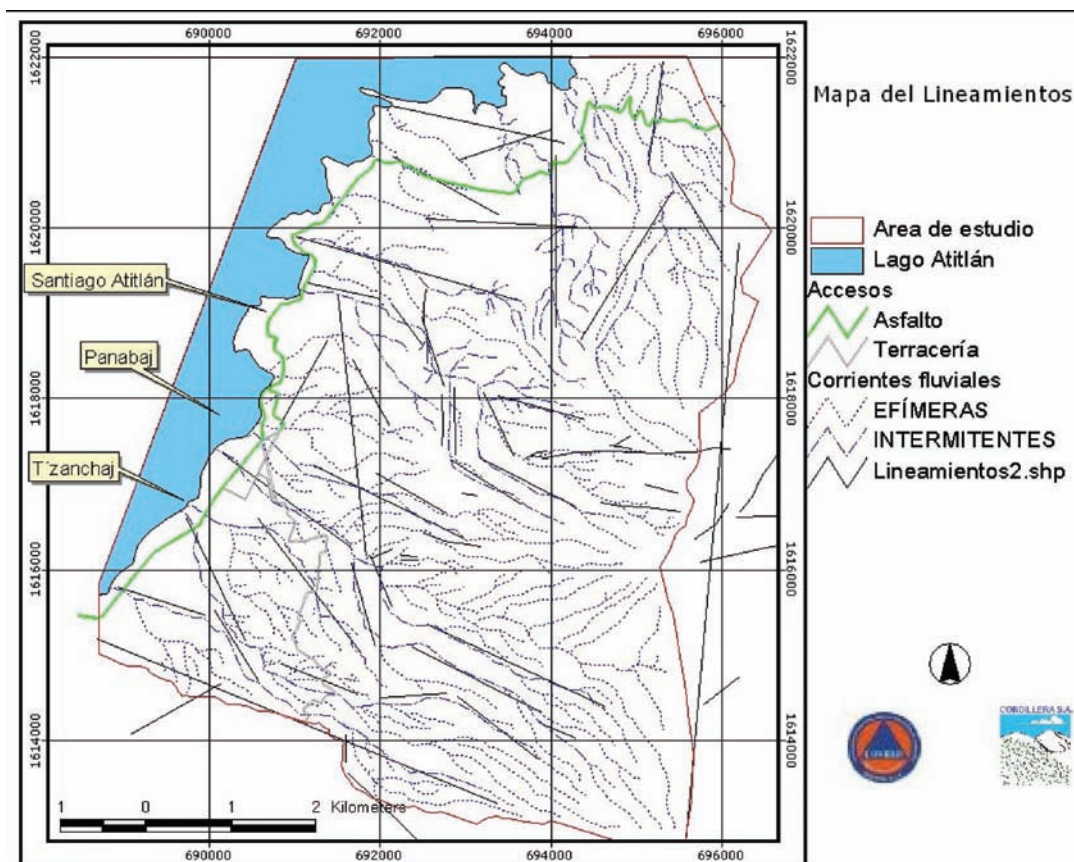


Figura 5.12. Mapa de lineamientos para el municipio de Santiago Atitlán

Es bien conocido que el uso de la tierra y la cobertura vegetal juegan un papel importante en la estabilidad de los taludes, aunque varios investigadores no están plenamente de acuerdo en referencia al tema de la cobertura vegetal. Al correlacionar los resultados del uso del suelo con la ocurrencia de los flujos de detritos puede inferirse que la actividad humana no parece ser un factor condicionante significativo para la ocurrencia de este tipo de fenómenos y que la influencia de la vegetación no parece jugar un rol fundamental en la estabilidad de los taludes en la región. El grado de disgregación de las rocas aunado a la pendiente del terreno contribuye significativamente a la generación de flujos de escombros, en este caso en particular la cobertura vegetal no ofrece un aporte significativo en la prevención de los eventos.

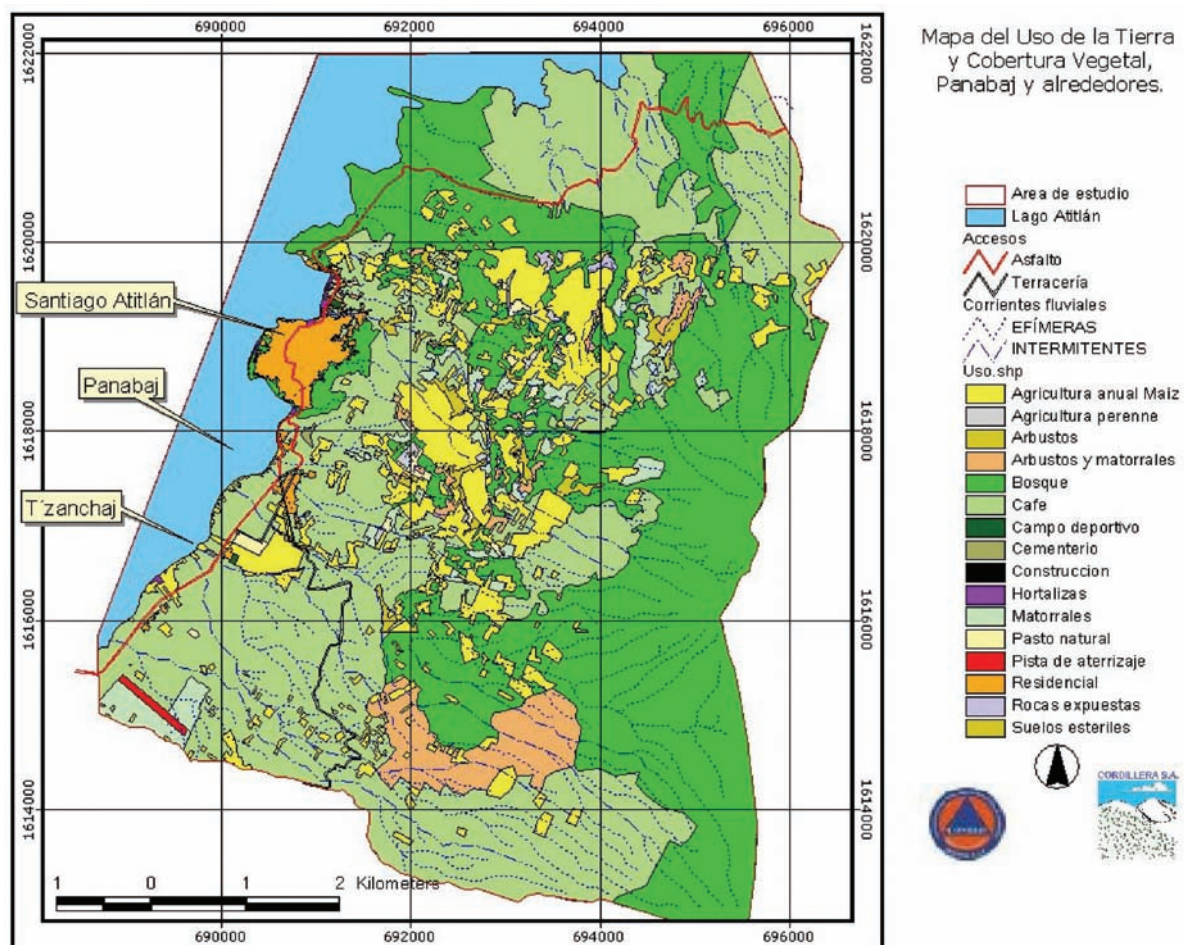


Figura 5.13. Mapa del uso de la tierra y cobertura vegetal para el municipio de Santiago Atitlán

Tipo de uso	Hectáreas	%
Agricultura anual		
Maíz	571.702	12.11
Agricultura perenne	11.864	0.25
Arbustos	51.22	1.085
Arbustos y matorrales	177.209	3.75
Bosque	1,780.41	37.72
Café	1,865.97	39.53
Campo deportivo	1.27	0.027
Hortalizas	30.75	0.65
Matorrales	110.94	2.35
Pasto natural	21.88	0.464
Residencial	86.91	1.84
Rocas expuestas	5.62	0.12
Suelos estériles	4,365	0.09
Total	4,720.11	100.00

CUADRO 5.2.
DISTRIBUCIÓN AREAL DE USOS DEL SUELO.

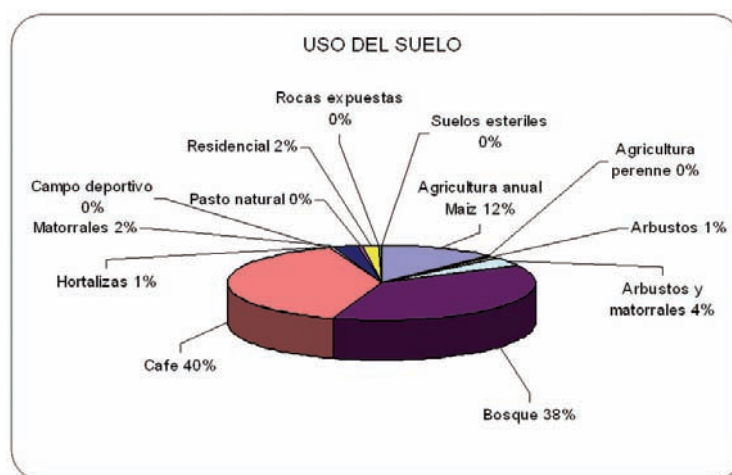


Figura 5.14. Distribución de los usos de suelo en el área. Cordillera, S.A. 2006.

5.8. Integración de los factores condicionantes y desen-cadenantes para la zonificación de la amenaza por deslizamientos y flujos de detritos en Santiago Atitlán.

La generación de los mapas de amenaza incluye secuencialmente:

- 1) evaluación de cinco factores condicionantes integrados como mapas temáticos (elevación, pendiente, aspecto, geología y uso del suelo-cobertura vegetal);
- 2) ponderación individual de cada mapa temático;
- 3) multiplicación entre mapas temáticos ponderados (mapa de susceptibilidad);
- 4) multiplicación entre susceptibilidad y factor desen-cadenante proveniente del análisis hidrometeorológico, particularmente el mapa de isoyetas, incluido en la sección respectiva, generando el mapa de amenaza.

El Cuadro 5.3 y el Cuadro 5.4 resumen las evaluaciones y ponderaciones realizadas haciendo uso del sistema de información geográfica (ArcGis®) para la integración de los factores condicionantes de amenaza por flujo de detritos y deslizamientos, respectivamente.

CUADRO 5.3. MATRIZ UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE LA AMENAZA POR FLUJO DE DETRITOS

	Variables	Susceptibilidad				
		Muy alta (5)	Alta (4)	Media (3)	Baja (2)	Muy baja (1)
Factores condicionantes	Elevación topográfica (m.s.n.m.)	2,360 - 3,537	1,960 - 2,360	1,760 - 1,960	1,640 - 1,760	1,560 - 1,640
	Pendientes (grados)	0 - 15	15 - 30	30 - 50	50 - 70	70 - 87
	Aspecto (grados)	200-250	110-160	160-200	250-337	337-110
	Geología	Piroclásticos de estratovolcán	Grupo de abanicos aluviales	Flujos de lava y piroclásticos	Intrusivos (granito/granodionta)	Unidad individual de Flujo L Unidad individual de Flujo Z Unidad individual de Flujo KL Unidad individual de Flujo LK Unidad individual de Flujo K Unidad individual de Flujo SK
	Uso del suelo y cobertura vegetal	Agricultura de maíz, pista de aterrizaje, suelos estériles, pasto natural, hortalizas, campo deportivo, agricultura perenne	Rocas expuestas, construcción, cementerio	Residencial, matorrales	Arbustos matorrales y	Café, bosque
	Factor desencadenante	Lluvia (mm)	2,433 - 2,600	2,100 - 2,433	1,767 - 1,433	1,100 - 1,433
Análisis de vulnerabilidad	Variables: socioeconómicas, infraestructura, carac. De inundación, alerta y respuesta.		Panabaj T zanchaj	Pachichaj (Chuul, Panul)	Santiago Atitlán	
Análisis de riesgo	Cruce de mapa amenaza - mapa de vulnerabilidad.	Panabaj T zanchaj	Pachichaj (Chuul, Panul)	Sur de Pachichaj (Chuul, Panul)	Sur de Santiago Atitlán	Santiago Atitlán

CUADRO 5.4. MATRIZ UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS DE LADERA.

		Susceptibilidad				
	Variables	Muy alta (5)	Alta (4)	Media (3)	Baja (2)	Muy baja (1)
Factores condicionantes	Elevación topográfica (m.s.n.m.)	3,100 - 3,537	2,660 - 3,100	2,220 - 2,660	1,780 - 2,220	1,560 - 1,780
	Pendientes (grados)	70 - 87	50 - 70	30 - 50	15 - 30	0 - 15
	Aspecto (grados)	200-250	110-160	160-200	250-337	337-110
	Geología	Piroclásticos de estratovolcán	Flujos de lava y piroclásticos	Grupo de abanicos aluviales	Intrusivos (granito/granodiorita)	Unidad individual de Flujo L Unidad individual de Flujo Z Unidad individual de Flujo KL Unidad individual de Flujo LK Unidad individual de Flujo K Unidad individual de Flujo SK
	Uso del suelo y cobertura vegetal	Agricultura de maíz, pista de aterrizaje, suelos estériles, pasto natural, hortalizas, campo deportivo, agricultura perenne	Rocas expuestas, construcción, cementerio	Residencial, matorrales	Arbustos matorrales y	Café, bosque
Factor desencadenante	Lluvia (mm)	2,433 - 2,600	2,100 - 2,433	1,767 - 2,100	1,433 - 1,767	1,100 - 1,433
Análisis de vulnerabilidad	Variables: socioeconómicas, infraestructura, carac. De inundación, alerta y respuesta.		Panabaj T'zanchaj	Pachichaj (Chuul, Panul)	Santiago Atitlán	

5.5.1 Amenaza por Movimientos de Ladera

El mapa de amenaza por movimientos de ladera incluye otros tipos de movimientos de ladera (excluyendo los flujos de lodo) tales como: caída de bloques, deslizamientos, separaciones laterales y basculamientos.

Los movimientos en masa son procesos de la geodinámica externa, los cuales modifican las diferentes formas del terreno. Los deslizamientos, como todos los movimientos en masa, involucran el movimiento, pendiente abajo, de los materiales que componen la ladera bajo la influencia de la gravedad y pueden ser disparados por lluvias, sismos y actividad humana. Las caídas son masas desprendidas de pendientes muy fuertes o escarpes, que se mueven en caída libre, dando tumbos (saltos) o ruedan ladera abajo. Los basculamientos incluyen rotación de uno o más elementos alrededor de un punto pivote. Las separaciones laterales involucran un movimiento de extensión lateral acompañado por fracturamiento cortante o tensional. Los deslizamientos desplazan masas a lo largo de uno o más planos discretos. Pueden ser rotacionales o traslacionales en su movimiento. El movimiento rotacional se da donde la superficie de ruptura es curva, la masa rota hacia atrás alrededor de un eje paralelo a la ladera.⁹

En la zona estudiada se observaron caídas de rocas, deslizamientos traslacionales y rotacionales; todos asociados a los escarpes muy inclinados que conforman el límite de la caldera del Lago de Atitlán. Específicamente, las caídas de rocas están asociadas a rocas intrusivas, son de alta energía y son capaces de movilizar grandes cantidades de rocas en fracción de segundos y con bloques de varios metros de diámetro (Figura 5.16). Estos bloques son comunes en la microcuenca El Mirador, en las proximidades de la Lotificación Bahía de Santiago.

⁹ Mora R. Apuntes para el curso gestión del riesgo. Capítulo 1 en línea geobuzon.fcs.ucr.ac.cr/rmora-deslizamiento.pdf 9/06/2006



Figura 5.16. Megabloques localizados en la microcuenca El Mirador producto de caída de bloques.

Los movimientos de ladera se zonificaron en 5 niveles (Figura 5.17): muy baja (verde oscuro), baja (beige), media (amarillo), alta (anaranjado) y muy alta (rojo). De manera general, las zonas con más alta amenaza se sitúan en las partes altas asociadas a las laderas del volcán Tolimán y la amenaza disminuye en dirección Oeste hasta las partes más bajas en donde es muy baja.

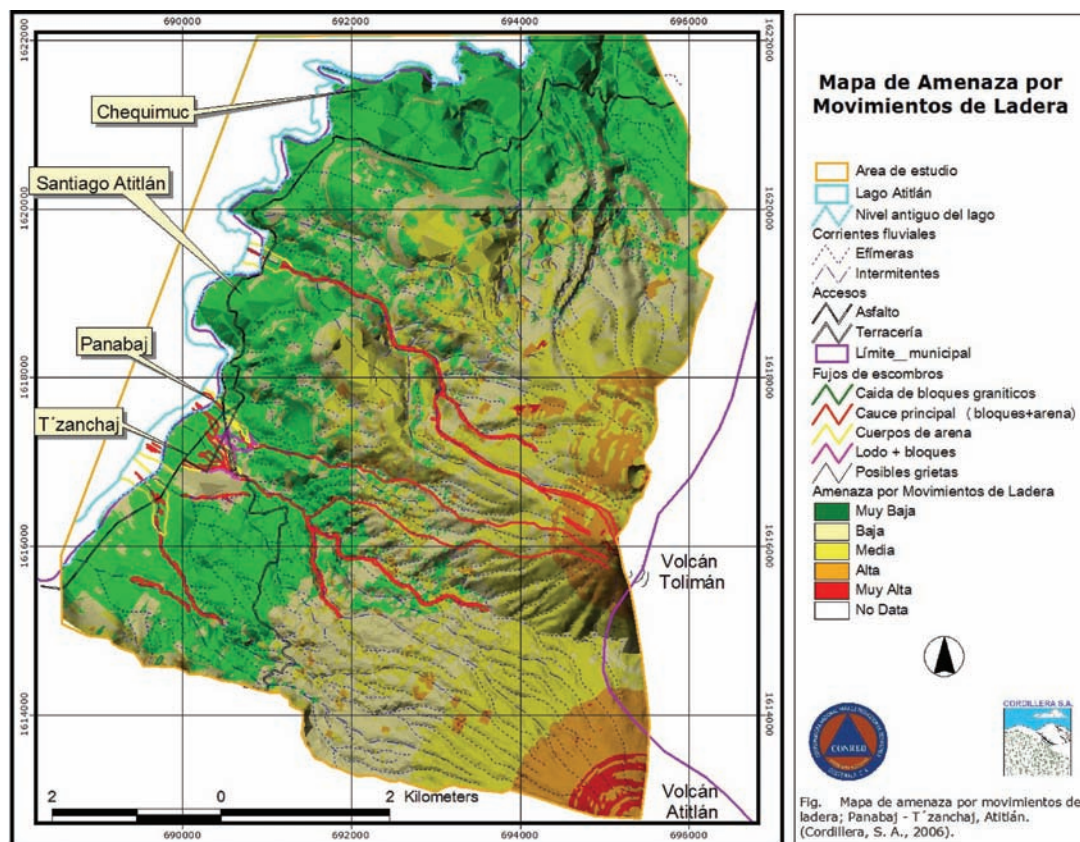


Figura 5.17. Mapa que muestra la zonificación de amenaza por deslizamientos. Cordillera, S.A. 2006.

Directamente Panabaj, Tzanchaj y Santiago Atitlán se ubican en un área delimitada como de muy baja amenaza, viendo el escenario asiladamente, pero si unimos ambos factores, flujos de lodo y movimientos de ladera, nos encontramos con que toda el área esta sujeta a muy alta, alta y media amenaza; los movimientos de ladera en las partes altas desprenden porciones grandes de terreno las cuales bajan y son transportadas por los flujos que los atraviesan aumentando el grado de peligrosidad de los eventos.

El mapa de amenaza por flujos de detritos (Figura 5.18) muestra la zonificación de la amenaza en la zona estudiada, se pueden observar 5 zonas de susceptibilidad: muy baja (color verde oscuro), baja (verde), media (amarillo), alta (anaranjado) y muy alta (rojo).

En la zona roja se localizan las comunidades de T´zanchaj y Panabaj; la zona naranja también incluye parte de Panabaj, la parte alta de Atitlán y Pachichaj (Chuul, Panul). Ambas zonas son las más asociadas a los sitios poblados de la región, mientras que las demás zonas amenazadas, se restringen a zonas de bosque, cultivos de café-maíz, entre otros. Las áreas considerar también se refieren a los bordes de los canales principales, que igualmente aparecen de color rojo.

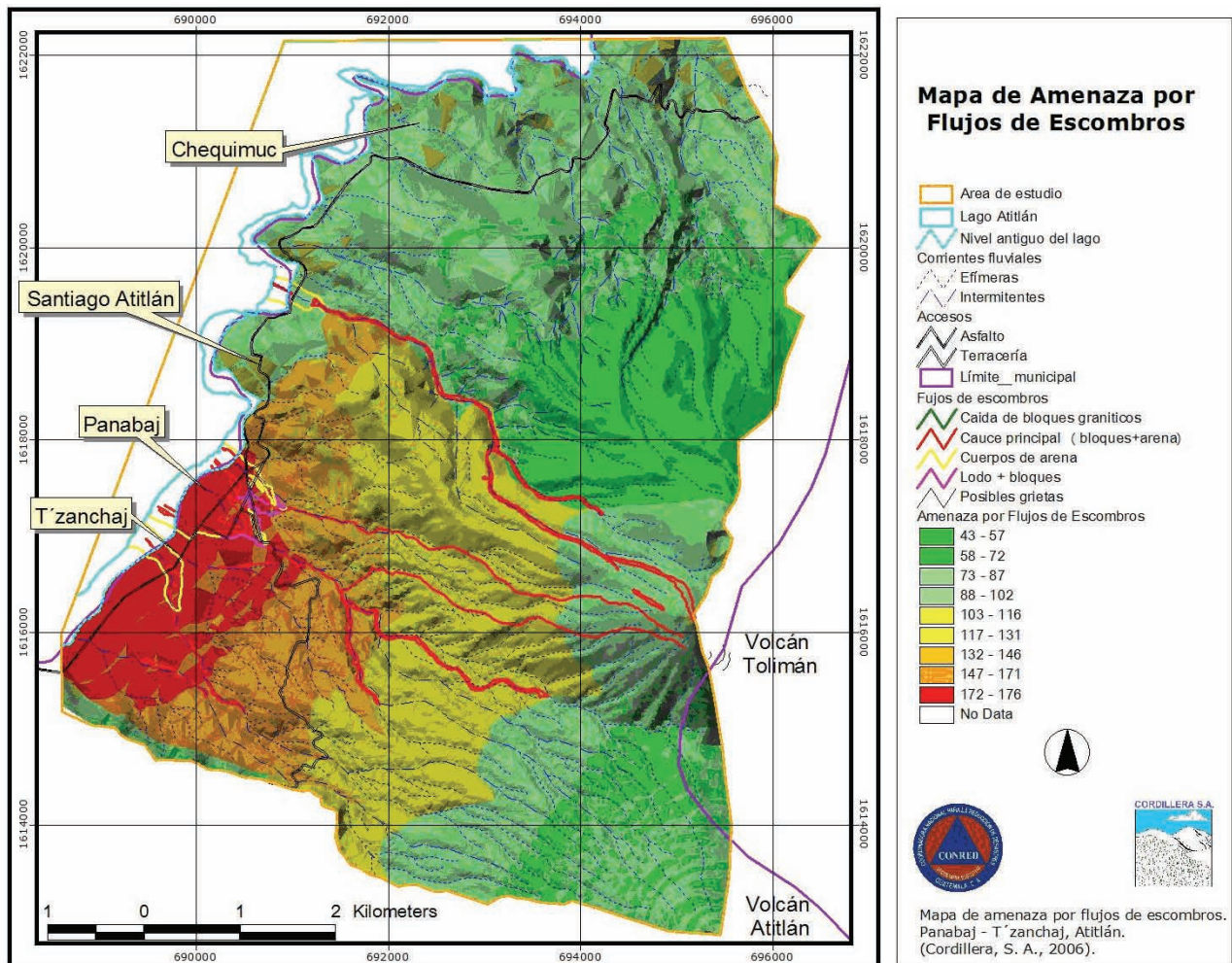


Figura 5.18. Mapa de Amenaza por flujo de escombros para Santiago Atitlán. Cordillera, S.A. 2006.

6. CAPITULO VI

Evaluación de vulnerabilidades por flujo de detritos

6. Marco Teórico para la Evaluación de vulnerabilidades por flujo de detritos

El concepto de vulnerabilidad se ha utilizado desde hace por lo menos 25 años¹ con variados significados en la literatura. Actualmente no existe una conceptualización común de lo que significa vulnerabilidad y los significados del término continúan siendo difusos.² Recientemente, se han llevado a cabo intentos en cuanto a revisar (con cerca de 24 definiciones distintas) y redefinir el término Vulnerabilidad³ habiendo llegado a las siguientes conclusiones y consensos en cuanto a la adopción de un enfoque común.

Pueden diferenciarse tres enfoques distintos⁴ para la definición de vulnerabilidades. El primer enfoque se basa en un análisis de exposición a amenazas biofísicas, incluyendo el análisis de la distribución de las condiciones de amenaza, ocupación humana en zonas peligrosas, grado de pérdidas debido a eventos peligrosos y el análisis de las características e impactos de eventos peligrosos.

El segundo enfoque se basa principalmente en el contexto social de las amenazas y relaciona la vulnerabilidad (social) con las capacidades de respuestas para enfrentar la amenaza que tienen las comunidades, incluyendo la resistencia y resiliencia social a las amenazas.

El tercer enfoque combina los dos enfoques anteriores y define vulnerabilidad como la amenaza en un lugar la cual abarca riesgos biofísicos así como la respuesta y acción social. Este enfoque ha ganado aceptación e importancia en la comunidad científica en años recientes y es el enfoque que se adopta en la presente consultoría.

Por la naturaleza del desastre ocurrido en Santiago Atitlán, particularmente Panabaj, se decidió orientar la evaluación de vulnerabilidades a amenazas relacionadas con flujo de detritos utilizando para ello la metodología de evaluación de vulnerabilidades por inundaciones propuesta por el Centro de Naciones Unidas para Asentamientos Humanos (UNCHS)⁵. La metodología del UNCHS, al igual que otras metodologías de evaluación de vulnerabilidades, constituye una herramienta comparativa que permite identificar la vulnerabilidad relativa de áreas diferentes más que aportar una evaluación absoluta de vulnerabilidad. Por lo tanto, la metodología no se aplica de manera mecánica sino que en el presente proyecto se ha tratado de hacerla consistente con el entorno local.

Con la metodología del UNCHS se adopta una interpretación de vulnerabilidad que enfatiza la interacción entre la amenaza (inundación) y el sujeto receptor (el ambiente y los asentamientos humanos) lo cual conduce a la formulación de proyectos que buscan ya sea reducir el desafío que presenta la amenaza y/o estimular los recursos disponibles para que las personas enfrenten la amenaza cuando ésta se presente.

Para la definición amplia de la vulnerabilidad a inundaciones la metodología de la UNCHS se apoya en la ecuación de Penning-Rowell⁶ la cual se define con todos sus elementos en la Figura 6.1. Tal y como lo muestra la ecuación, la vulnerabilidad no es un parámetro de fácil medición o monitoreo sino que una combinación de varios parámetros que están relacionados con sectores sociales, económicos, políticos, y ambientales de una localidad en particular.

$$Vulnerabilidad = F \left[\frac{A}{H, S, I, C, F} \right], \left[\frac{S_c, S_b, I_t}{S_t, R_o} \right], \left[\frac{D_e, D_t, S_d, S_t, W, V, P_j, R}{S_t, R_o} \right], \left[\frac{W_o, W_t, W_a}{W_o, W_t, W_a} \right], \left[\frac{T_r, R_a, R_q}{T_r, R_a, R_q} \right]$$

Variables Socioeco- nómicas	Variables Infraes- tructura	Características de la inundación	Variables de alerta	Variables de respuesta
-----------------------------------	-----------------------------------	--	------------------------	---------------------------

¹ El concepto de Vulnerabilidad fue originalmente propuesto por Timmerman, P., 1981, Vulnerability, Resilience, and the Collapse of Society. Monograph 1. Institute of Environmental Studies. University of Toronto.

² Cutter, S.L., 1996, Vulnerability to Environmental Hazards: Progress in Human Geography, v.20, p. 529-39.

³ Weichselgartner, J., 2001, Disaster Mitigation: The Concept of Vulnerability Revisited: Disaster Prevention and Management, v.10, p. 85-94.

⁴ Messner, F., and Meyer, V., 2006, Flood Damage, Vulnerability and Risk Perception-Challenges for Flood Damage Research, in Schanze, J., Evzen, Z., and Marsalek, J., (Editors): NATO Advanced Research Workshop on Flood Risk Management -Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures. Ostrov, Czech Republic. NATO Science Series IV. Earth and Environmental Sciences. V. 67. Springer-Verlag.

⁵ Nakamura, T., and Hutton, C., 2001, Assessment of Vulnerability to Flood Impacts and Damages: Disaster Management Programme, UNCHS (Habitat). 32 p.

⁶ Green, C., van der Veen A, Wiestra, E., and Penning-Rowell E., 1994, Vulnerability Refined: Analysing Full Flood Impacts, in Penning-Rowell, E.C., and Fordliam, M (editors): Floods across Europe. Middlesex University Press.

donde,

A = perfil de edades de la población	Sd = Concentración de sedimentos
H = estado de salud de los habitantes	St = tamaño de los sedimentos
S = Ahorros de la población	W = acción del viento/olas
I = Ingresos de los habitantes	V = velocidad
C = cohesividad de la comunidad	P _i = carga de contaminantes de las aguas
F = conocimiento de la inundación	R = ritmo a que crece el nivel del agua al principio del evento
Sc = Susceptibilidad al daño del contenido interno de las construcciones	Wo = recepción de la alerta temprana
Sb = Susceptibilidad del tipo de construcción	Wt = tiempo de alerta aportado
It = Tiempo tomado para restaurar la infraestructura	Wa = contenido oportuno de la alerta
St = número de pisos de la construcción	Tr = tiempo que le tomó a los grupos de ayuda en llegar durante o después del evento
Ro = Robustez de la estructura de la construcción	Ra = cantidad de respuesta disponible
De = profundidad de la inundación	Rq = calidad de la respuesta
Dt = duración de la inundación	

Figura 6.1. Definición de la ecuación Penning-Rowsell para la evaluación de vulnerabilidad por inundaciones

En este modelo las construcciones e infraestructura pueden ser concebidas como variables mediadoras que ya sea amplifican o reducen el desafío que enfrenta la población. En cualquier caso, las construcciones pueden mediar el desafío ya que pueden constituir un lugar de refugio o pueden ser destruidas por la inundación.

Además de lo anteriormente expuesto, la vulnerabilidad es dependiente de (a) el ritmo de cambio en la descarga o flujo de los ríos o en niveles de agua; (b) existencia de estructuras fluviales naturales o artificiales que pueden ocasionar un cambio en el flujo y niveles de agua; y (c) distintas formas de intervención para mitigar impactos potenciales de la inundación. Por lo tanto, los diferentes tipos de inundaciones, regímenes de flujo y estrategias de intervención crearán diferentes vulnerabilidades en las cuencas hidrográficas. Tal y como lo muestra el Cuadro 6.1 las características de la inundación que son significativas para la vulnerabilidad del sistema impactado varía entre los sistemas.

La vulnerabilidad puede evaluarse en varios niveles: individual, unidad familiar, comunidad, ecosistema, subcuenca, cuenca, o nacional. Para el presente proyecto se ha decidido evaluar la vulnerabilidad a nivel de la cabecera municipal de Santiago Atitlán, y las comunidades de Panabaj y Tzanchaj por haber sido éstas las principales comunidades afectadas por el Huracán Stan.

CUADRO 6.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE UNA INUNDACIÓN Y SUS IMPACTOS EN DISTINTAS VULNERABILIDADES

Características de la inundación	Vulnerabilidad			
	Agricultura	Construcciones	Economía Nacional	Riesgo a la vida
Momento en que ocurre la inundación	X			
Profundidad de la inundación		X		X
Duración de la inundación	X		X	
Velocidad de flujo		X		X
Extensión de la inundación			X	
Carga de sedimentos	X	X		

Fuente: Nakamura and Hutton, 2001.

El análisis de vulnerabilidad tiene como principal objetivo la identificación de las relaciones más importantes entre los daños que pueden esperarse de una inundación y las características de exposición y susceptibilidad de los sistemas sociales, económicos, y ecológicos que pueden ser afectados. Algunos de los resultados típicos provenientes de este análisis pueden mostrarse con gráficas como las que se muestran en la porción derecha de la Figura 6.2, tratando de indicar el desarrollo del daño esperado a un elemento en riesgo dependiendo de las características de susceptibilidad y exposición. Por lo tanto, la vulnerabilidad puede expresarse en términos de relaciones funcionales entre los daños esperados relacionando todos los elementos en riesgo con las características de susceptibilidad y exposición de los sistemas afectados.

La cantidad real del daño vinculado con una inundación depende de la vulnerabilidad de los sistemas socio-económicos y ecológicos afectados. En términos generales, un elemento en riesgo de ser dañado es más vulnerable mientras más expuesto esté a la amenaza y mientras más susceptible sea a las fuerzas y los impactos. Por lo tanto, cualquier análisis de vulnerabilidad requiere información relacionada con estos factores la cual puede especificarse, tal y como lo indica la Figura 6.2, en términos de elementos en riesgo, indicadores de exposición, e indicadores de susceptibilidad.

Tal y como muestra el centro de la Figura 6.2 el asunto de mayor importancia en cualquier análisis de vulnerabilidad por inundaciones lo constituye el grupo de elementos que están en riesgo de ser dañados por las inundaciones. Los indicadores de elementos en riesgo especifican la cantidad de sistemas (o unidades) sociales, económicas, o ecológicas que están en riesgo de ser afectados en un área específica lo que puede incluir personas, construcciones privadas y públicas, infraestructura pública, activos culturales, especies ecológicas, producción económica, y paisajes localizados en una zona peligrosa o relacionados con la misma.

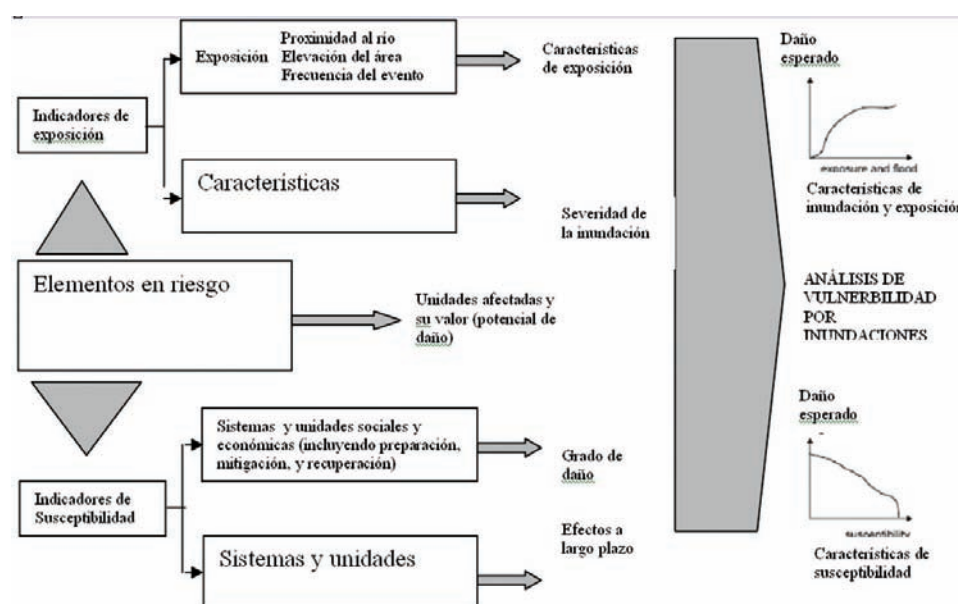


Figura 6.2. Esquema ampliado para el análisis de vulnerabilidad por inundaciones
(ligeramente Modificado de Messner y Meyer, 2006)

Basado en la información anterior puede estimarse en unidades monetarias y no monetarias la magnitud del daño. Debido a que cada elemento en riesgo está más o menos expuesto a inundaciones y es más o menos susceptible a esta amenaza, los indicadores de exposición y susceptibilidad siempre está relacionada con los indicadores de elementos en riesgo por lo que de este modo contribuyen significativamente al análisis de vulnerabilidad por inundaciones.

La sumatoria de todos estos indicadores aporta información específica acerca de la amenaza a los diferentes elementos en riesgo. Pueden distinguirse dos categorías de este tipo de indicadores.

- i. La primera categoría es necesaria para tipificar el tipo de exposición de diferentes elementos en riesgo. Esta categoría de indicadores aporta información sobre la localización de varios elementos en riesgo, su elevación, proximidad al río, y su cercanía a áreas de inundación, y periodos de retorno de diferentes tipo de inundaciones en la planicie de inundación. Tomados en su conjunto estos indicadores permiten documentar la frecuencia de las inundaciones y la amenaza a varios elementos en riesgo de ser inundados.

- ii. Los indicadores de la segunda categoría permiten documentar las características generales de la inundación tal como duración, velocidad, carga de sedimentos, y profundidad de inundación. Tomados en su conjunto estos indicadores informan acerca de la severidad de la inundación así como de su distribución en el tiempo y el espacio.

Los indicadores de susceptibilidad miden que tan sensible se comporta un elemento en riesgo cuando éste es confrontado con la amenaza. La Figura 6.2 relaciona los indicadores de susceptibilidad con los sistemas (o unidades individuales de estos sistemas) sociales, económicos, y ecológicas que pueden ser afectados.

En relación con los sistemas sociales y económicos, un grupo importante de indicadores puede evaluar la susceptibilidad en un sentido restringido, tratando de medir el impacto absoluto o relativo de la inundación en los elementos individuales en riesgo. Por ejemplo, el impacto de la profundidad de la inundación y la duración de la inundación en las construcciones constituye un problema principal en el análisis de daños tratando de identificar las distintas categorías de construcciones que tienen susceptibilidades similares. De este modo, las casas de madera son mucho más susceptibles a inundaciones que las casas de piedra y las construcciones de un piso normalmente experimentan daño relativo mayor que las casas de varios pisos.

Los indicadores de susceptibilidad en un sentido amplio se relacionan con las características del sistema e incluye el contexto social en que se presentan los daños ocasionados por la inundación, especialmente la concientización y preparación de las personas afectadas en relación con el riesgo (antes de la inundación), su capacidad para enfrentar la amenaza (durante la inundación), y su capacidad para resistir las consecuencias y recuperarse (después de la inundación). Se han propuesto varios indicadores para la evaluación de la vulnerabilidad de sistemas sociales en un sentido amplio por lo que en el presente proyecto se han seleccionado los indicadores que se consideran más apropiados para la zona de Santiago Atitlán.

Los indicadores de susceptibilidad en un sentido amplio relacionados con el sistema económico consideran el impacto de la inundación en sistemas y unidades económicas tal como sectores y diferentes áreas de producción los cuales se describen en detalle más abajo. Al igual que en el caso de los sistemas sociales los indicadores relevantes se refieren a estrategias y habilidades de preparación, mitigación, y recuperación. Los indicadores económicos de preparación describen la preparación social y técnica de los actores y sistemas económicos e incluye, entre otros, seguros por inundaciones y la capacidad de transferir la producción a otros lugares. Eventualmente, los indicadores de recuperación aportan información sobre los impactos a largo plazo tal como productividad, competitividad, y bancarrota y describen el tiempo requerido para reestablecer las condiciones iniciales.

En cuanto a los indicadores de susceptibilidad relacionados con el sistema ecológico es importante tener en cuenta que aunque frecuentemente las inundaciones pueden tener efectos benéficos, este tipo de amenaza también puede generar impactos ecológicos negativos, especialmente si el agua está contaminada o transporta sedimentos medianos a gruesos generando flujos de detritos como es el caso de Santiago Atitlán.

Aunque resulta sumamente complejo relacionar la susceptibilidad a unidades biológicas individuales se considera sensible derivar indicadores de susceptibilidad en un sentido amplio los cuales se relacionen con el ecosistema como un todo. Los indicadores en este contexto pueden derivarse del debate relacionado con el concepto de resiliencia ecológica⁷ el cual se refiere a la capacidad del sistema para absorber perturbaciones externas o cambios y aún persistir y adaptarse a estos cambios así como el ritmo con el cual alcanza de nuevo el equilibrio ecológico después de la perturbación. De manera análoga con lo anterior, y vinculado con el debate de vulnerabilidad social, algunos autores también utilizan el término resiliencia social^{8,9} el cual se define de la siguiente manera: capacidad de una comunidad para enfrentarse al stress externo.

Estos factores determinantes incluyen una amplia variedad de recursos naturales y son relevantes en el análisis de vulnerabilidad por dos razones. Primero, son estos recursos ambientales los que median el efecto de la amenaza proveniente de la inundación y segundo, estos factores constituyen recursos que van a ser utilizados por los sectores de actividad para desarrollo posterior.

⁷ El concepto de resiliencia ecológica se utiliza en este proyecto en el sentido de Holling, C.S., 1973, Resilience and Stability of Ecological Systems: Annual Review of Ecological Systems, v.4, p. 1-23.

⁸ Tobin, G., 1999, Sustainability and Community Resilience: The Holy Grail of Hazards Planning?, Environmental Hazards, v. 1, p. 13-25.

⁹ Adger, W., 2000, Social and Ecological Resilience: Are They Related?, Progress in Human Geography, v.24, p. 347-364.

Los factores ambientales deben de evaluarse en función de su relación con el sector de actividad y la amenaza natural. Por lo tanto, cada una de las categorías de recursos ambientales debe de ser expuesto a las siguientes preguntas:

- Características del recurso ambiental
- La utilización del recursos por parte de todos los sectores de actividad
- El impacto del recursos en todos los sectores de actividad
- Competición por el uso del recurso

La lista que se muestra a continuación es indicativa del número de áreas que deben de evaluarse. Sin embargo, el equipo técnico involucrado en el proyecto debe de decidir cuales serán los factores relevantes para el proyecto particular.

Relieve	Tipo de suelo	Vegetación	Hidrología
Lluvia	Variaciones anuales	Escorrentía	Humedad del suelo
Topografía	Aire	Agricultura	Nivel del agua subterránea
Minería	Bosque	Vida Salvaje	Ritmo de infiltración
Cultura			Cubierta impermeable
			Flujo en canal

Es importante tratar de entender la relación entre los varios sectores para cuando se lleve a cabo el estudio entre los diferentes sectores de actividad y los recursos ambientales y la relación que guardan con la amenaza.

6.1. Selección y Descripción de Indicadores de Vulnerabilidad por Sector de Actividad

Un indicador es una medida única de una característica, por ejemplo ingreso per capita. La metodología del UNCHS sugiere que el perfil de vulnerabilidad que se elabore esté compuesto de cuatro secciones distintas. Con esta metodología se propone un enfoque sectorial para la evaluación y valoración de vulnerabilidad. Varios de los indicadores de susceptibilidad que se mencionaron con anterioridad muy bien pueden emplearse para la descripción básica de cada sector de actividad que se menciona más abajo. Cada sector de actividad está compuesto de un grupo de organizaciones y personas los cuales están involucrados en la misma actividad económica y lo que se busca es que cada sector de actividad esté protegido por inundaciones.

A continuación se proporciona una lista indicativa del número de sectores de actividad que pueden documentarse.

Vivienda	Manufactura	Construcción	Energía	Agricultura y Forestería	Pesca
Áreas Protegidas	Transporte	Turismo	Educación	Salud Infraestructura	Sector informal

En dependencia de los recursos disponibles y el emplazamiento geográfico y cultural de la localidad a evaluar, el personal técnico que lleve a cabo la evaluación de vulnerabilidad debe de decidir que sectores son los más relevantes para el análisis.

Cada sector de actividad que se considere relevante debería de documentarse con la siguiente información de modo que permita un entendimiento completo del sujeto receptor de la amenaza que está siendo evaluado.

- Características del sector de actividad
 - Tipo general de actividades
 - Número de empleados
 - Tendencias recientes
 - Relaciones importantes con otros sectores de actividad
 - Otra información relevante
- Uso de recursos ambientales por parte del sector (tierra, agua, etc)
 - Recursos específicos utilizados por el sector (agua, tierra, minerales, etc)
 - Escala de utilización de los recursos
 - Tendencias recientes de consumo
 - Principales fuentes de abastecimiento
 - Escasez específica de algún recurso
 - Competición del recurso con otros sectores
 - Tendencias en la disponibilidad de los recursos

- Impacto del sector en los recursos ambientales
Cuales son los principales efectos contaminantes o de degradación ambiental
Como puede afectar la actividad directa o indirectamente la calidad y cantidad del ambiente
Cambios en el patrón del impacto del sector en los recursos
Iniciativas realizadas para mitigar los efectos deteriorantes para la escasez del recurso
- Como está siendo afectado el sector por la inundación
Describir como la inundación afecta de manera específica la actividad, ya sea de manera directa o indirecta, de modo positivo o negativo
Indicar la frecuencia y severidad con que se presentan los impactos
Cual es el daño/beneficio sostenido
Cual es el costo/beneficio impuesto
- Contribución del sector a la inundación
En que manera contribuye el sector a los daños
Cual es la relación entre el sector de actividad y la inundación
Describir la relación entre el sector de actividad y la inundación
Como ha cambiado la relación entre el sector y la inundación los últimos años

Debe tomarse en cuenta que las preguntas formuladas con anterioridad así como los encabezados deben de modificarse en función de la situación específica de cada proyecto. En muchos casos algunas de las preguntas posiblemente no sean relevantes o quizá no puedan responderse por una amplia variedad de razones. La información también debe de mantenerse a un mínimo y tan precisa como sea posible de modo que el análisis pueda realizarse de manera rápida y efectiva.

El análisis de vulnerabilidad se lleva a cabo después de identificar y cuantificar los indicadores que se consideran más importantes para los distintos elementos en riesgo, tratando de incluir tanto exposición como susceptibilidad en un sentido amplio y restringido.

Existen varios criterios para seleccionar los indicadores más apropiados. Se considera oportuno que los indicadores seleccionados para evaluar la vulnerabilidad por inundaciones tengan las siguientes características:

- Se elaboren en base a datos existentes o de fácil disponibilidad
- Sean fáciles y baratos de aplicar
- Sean apropiados con las condiciones hidrológicas del área
- Que permitan discriminar en un grado razonable entre los diferentes niveles de vulnerabilidad

La selección de indicadores también debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Escala del estudio
- Tipo de estructura
- Tipo de ambiente
- Rural versus urbano
- Otros aspectos propios del lugar

Cualquier indicador que se seleccione es relativo y no absoluto y se considera que dicho indicador es más confiable para comparar la vulnerabilidad dentro de una región en particular que para hacer comparaciones entre regiones. Debido a que el principal objetivo del indicador es hacer comparaciones entre diferentes partes de una región el valor del parámetro es únicamente indicativo por lo que pueden aplicarse otros valores. La razón fundamental para utilizar el valor de un parámetro particular es más importante que el valor real utilizado. La evaluación relativa es bastante útil para la toma de decisiones ya que una evaluación que indique que toda la región es altamente vulnerable por inundaciones es de poco uso para el establecimiento de prioridades.

El UNCHS propone una serie de indicadores los cuales pueden aplicarse en diferentes escalas geográficas. Los indicadores que se recomiendan se indican en el Cuadro 6.2. Aunque la lista que ilustra el Cuadro 6.2 es amplia esto no significa que no existan otros indicadores que puedan seleccionarse. Los indicadores son apropiados para regiones de 100 km² o a otras unidades administrativas pequeñas. Cuando no existan datos de fácil disponibilidad puede entonces usarse variables sustitutas. El Cuadro 6.2 muestra indicadores para algunos sectores de actividad por lo que en dependencia de los objetivos del proyecto y el marco

de vulnerabilidad seleccionado pueden agregarse indicadores para otros sectores de actividad que se consideren apropiados.

CUADRO 6.2. MUESTRA TÍPICA DE INDICADORES DE VULNERABILIDAD POR INUNDACIONES PARA ALGUNOS SECTORES DE ACTIVIDAD

Uso de la Tierra		
Agricultura	Indicador propuesto	Fundamento
	Área superficial del terreno	La superficie del terreno tiene varias funciones para controlar el agua retenida y la escorrentía así como buen potencial para actividades humanas productivas
	Población	La población es indicativa del tamaño de las actividades productivas y la vida.
	Indicador propuesto	Fundamento
	Momento en que ocurre la inundación (1 = inmediatamente antes o durante la cosecha; 0 en cualquier otro momento)	La inundación en cualquier periodo de barbecho tendrá poco impacto en los cultivos; la extensión de la inundación en el periodo de cosecha destruirá los cultivos.
	Duración (0 = menos de 5 días; 1 = 15 días; 2 = 6 semanas o más durante la estación de crecimiento)	La pérdida en cultivos depende de la duración de la inundación; la extensión de la inundación puede impedir la plantación del siguiente cultivo.
Economía	Tipo de cultivo (0-2 dependiendo de lo significativo del tipo de cultivo en la cuenca)	Algunos cultivos son más importantes que otros en una cuenca hidrográfica específica.
	Área de tierra cultivable/área superficial (%)	La superficie de área cultivable es indicativa del tamaño de la agricultura.
	Profundidad (<2m = 0; >2m = 1)- pérdida de animales y ganado	La pérdida de animales tiende a empobrecer la población
	Calificación	Indicador propuesto
%	Valor económico de pérdidas por inundaciones expresadas en % del PNB o en % del salario mínimo	Representa la dificultad de financiamiento para el reemplazamiento de construcciones, servicios, y artículos perdidos en la inundación.
%	Porcentaje del valor de capital de las construcciones de la cuenca, infraestructura y planta (si las estadísticas están disponibles)	Representa el impacto probable en el crecimiento económico a largo plazo
%	Sitios industriales críticos en riesgo (% de producción en categorías específicas, por ejemplo energía)	Representa la extensión en la cual la inundación puede afectar la producción en toda la cuenca (usar el % más alto de los sectores industriales identificados).
%	% de producción estable de comida en la cuenca que puede perderse por la inundación (medida como proporción de consumo diario promedio)	Representa la dificultad de reemplazar los abastecimientos de alimentos mediante reservas o importaciones.
%	Población en riesgo medida en proporción a toda la población de la cuenca	Representa la dificultad de brindar refugio a la población desplazada

Población		
Calificación	Indicador propuesto	Fundamento
0 – no 1 – si	Nuevas áreas urbanizadas pobladas por emigrantes de áreas rurales	Bajo en capital social, carencia de vínculos de parentesco y familia.
0 – por debajo del promedio nacional 1 – por encima del promedio nacional	Trabajadores sin tierra en áreas rurales	Pérdida de ingresos por recoger la cosecha, falta de activos para obtención de préstamos
0 – por debajo del promedio nacional 1 – por encima del promedio nacional	Ancianos/inhabilitados	Dificultades físicas para enfrentar la inundación
0 – por debajo del promedio nacional 1 – por encima del promedio nacional	Pobreza	Falta de capital y capacidad de prestar
0 – por debajo del promedio nacional 1 – por encima del promedio nacional	Minorías étnicas	Puede existir discriminación racial
0 – por debajo del promedio nacional 1 – por encima del promedio nacional	Hogares encabezados por mujeres (el esposo es un trabajador emigrante)	Los sesgos en género pueden restringir el acceso a los recursos
Vivienda:	La vivienda puede categorizarse en los siguientes grupos	
Categoría A	A1	Paredes de lodo (todos los techos)
	A2 (a)	Ladrillo sin quemar o pared de adobe con techo inclinado
	A2 (b)	Ladrillo sin quemar o pared de adobe con techo plano
	A3 (a)	Pared de piedra con techo inclinado
	A3 (b)	Pared de piedra con techo plano
Categoría B	(a)	Pared de ladrillo quemado con techo inclinado
	(b)	Pared de ladrillo quemado con techo plano
Categoría C	C1 (a)	Pared de concreto con techo inclinado
	C1 (b)	Pared de concreto con techo plano
	C2	Pared de madera (todos los techos)
	C3	Concreto de cemento (ekra-todos los techos)
Categoría X	X1	Hierro corrugado, zinc u otro metal en forma de lámina en las paredes (todos los techos)
	X2	Bambú, paja, hojas
El nivel de riesgo puede descomponerse en varios grados de daño de la siguiente manera		
Rango		
5	Riesgo de muy alto daño	Colapso total de las construcciones
4	Riesgo de alto daño	Grietas en paredes, partes de la construcción pueden colapsar; partes separadas de la construcción pierden cohesividad
3	Riesgo de daño moderado	Grietas largas y profundas en las paredes; caída de la chimenea de los techos

2	Riesgo de bajo daño	Grietas pequeñas en las paredes y chimeneas
1	Riesgo de muy bajo daño	Grietas finas en yeso
Ecosistema		
Rango	Indicador propuesto	Fundamento
	Ecosistemas relacionados con el río (0) y ecosistemas dependientes de un régimen de agua artificial (1)	La inundación solo constituye una amenaza severa para ecosistemas que se han desarrollado en un sistema de agua artificial
Número	Número de áreas protegidas	Determinadas por el Gobierno
Número	Número de especies en peligro de extinción/raras/nativas (de acuerdo a UICN y la Lista Roja Nacional)	Determinada por el Gobierno
%	Cubierta vegetal natural	La cubierta es importante para la capacidad de la cuenca de enfrentar la amenaza
%	% de tierra degradada	La inundación puede causar pérdida de suelo
Grado	Grado de pendiente	La pérdida de suelo está controlada por la pendiente
Toh/ha	Uso de fertilizantes químicos (N,P,K) por unidad de área	Representa la posibilidad de lixiviación de nutrientes que puede ocasionar contaminación potencial
Ton/ha	Tasa de erosión del suelo	Posibilidad de pérdida de suelo por inundaciones
Tasa	Tiempo de recuperación > 25 años (4) Tiempo de recuperación <25 años (1)	Algunos ecosistemas pueden volver a crearse con suma rapidez mientras que otros se han desarrollado a lo largo de cientos de años.

6.2. Aplicación de la Metodología del UNCHS para la evaluación de vulnerabilidades en Santiago Atitlán

En este apartado del informe se muestra como se puede aplicar la metodología del UNCHS en Santiago Atitlán lo cual puede ser replicable a cualquier otra región del país que pueda estar expuesta a inundaciones y/o flujo de detritos. Para ello primero se realiza un análisis de cada una de los indicadores de vulnerabilidad que considera el UNCHS, algunos de los cuales se han documentado apropiadamente, mientras que para otros indicadores sería necesario proyectos específicos que permitan mejorar la calidad de la línea de base. Es importante al respecto indicar que las fuentes de financiamiento para el mejoramiento del conocimiento de estos indicadores no son de fácil disponibilidad.

Para el caso de la cabecera municipal de Santiago Atitlán se utilizaron los indicadores disponibles para todo el municipio y en algunos casos los indicadores de infraestructura provenientes de los mapas elaborados por el INE (2003) complementado con los levantamientos topográficos realizados por CORDILLERA. Como puede verificarse más abajo, algunos indicadores existentes a nivel de municipio son ampliamente representativos también a nivel local para las comunidades de Panabaj y Tzanchaj, así como para los cantones de Pachichaj-Panul-Chuul que se ubican en el extremo norte de la cabecera de Santiago Atitlán.

Por lo tanto, en este punto de la evaluación lo que priva es el criterio del equipo de trabajo que participa en la evaluación de vulnerabilidades así como la experiencia e intuición de cada uno de sus integrantes. Es inevitable que para este caso, o para otras comunidades que puedan evaluarse en el país, tengan que realizarse una serie de supuestos en base a la información disponible.

Posteriormente al análisis individual de cada indicador de vulnerabilidad se realiza una evaluación integral de vulnerabilidad global para la cabecera municipal de Santiago Atitlán (donde se incluye Pachichaj-Panul-Chuul), Panabaj y Tzanchaj mediante la utilización de una matriz ponderada de cada indicador de vulnerabilidad.

Para facilidad del seguimiento del análisis de vulnerabilidades que se llevó a cabo se reproduce la ecuación mostrada en la Figura 6.1 y a continuación se describen los indicadores aplicados a Santiago Atitlán.

$$Vulnerabilidad = F \left[\frac{A}{H, S, I, C, F} \right], \left[\frac{S_c, S_b, I_t}{S_t, R_o} \right], \left[\frac{D_e, D_t, S_d, S_t, W, V, P_j, R}{W_o, W_t, W_a} \right], \left[\frac{T_r, R_a, R_q}{R} \right]$$

Variables
Socioeco-
nómicas

Variables
Infraes-
trutura

Características de la
inundación

Variables
de alerta

Variables de
respuesta

donde,

A = perfil de edades de la población

H = estado de salud de los habitantes

S = Ahorros de la población

I = Ingresos de los habitantes

C = cohesividad de la comunidad

F = conocimiento de la inundación

Sc = Susceptibilidad al daño del contenido interno de las construcciones

Sb = Susceptibilidad del tipo de construcción

It = Tiempo tomado para restaurar la infraestructura

St = número de pisos de la construcción

Ro = Robustez de la estructura de la construcción

De = profundidad de la inundación

Dt = duración de la inundación

Sd = Concentración de sedimentos

St = tamaño de los sedimentos

W = acción del viento/olas

V = velocidad

P₁ = carga de contaminantes de las aguas

R = ritmo a que crece el nivel del agua al principio del evento

Wo = recepción de la alerta temprana

Wt = tiempo de alerta aportado

Wa = contenido oportuno de la alerta

Tr = tiempo que le tomó a los grupos de ayuda en llegar durante o después del evento

Ra = cantidad de respuesta disponible

Rq = calidad de la respuesta

6.3. Análisis individual de los indicadores de vulnerabilidad que contiene el método del UNCHS para Santiago Atitlán

6.3.1. Variables socioeconómicas

6.3.1.1. Perfil de Edades de la Población (A)

La población total para cada uno de los poblados en estudio se muestra en el Cuadro 6.3 y se ilustra en la Figura 6.3. Puede notarse que los tres sectores muestran patrones similares, presentando una población mayoritariamente adulta (20 y 54 años de edad) con un porcentaje entre 40-50% para cada lugar. En segundo plano se presenta la población infantil (0-9 años) ocupando alrededor del 22%; con un dato cercano se encuentra la población entre 10 y 19 años representando cerca de 25%, en último plano se encuentra la población mayor a 55 años, cuyo porcentaje oscila entre 2 y 8 % del total sus poblaciones.

A partir de la información recaba puede inferirse una vulnerabilidad media respecto a la edad de sus habitantes para los tres poblados, debido a que la mayor parte de la población la conforman personas de edad adulta los cuales tienen capacidad para desplazarse, desenvolverse en una actividad económica, procrear; y recuperarse más rápidamente física y mentalmente ante cualquier evento.

CUADRO 6.3. DATOS DE POBLACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, PANABAJ Y TZANCHAJ

Población Santiago Atitlán			Cantón Panabaj			Cantón Tzanchaj		
Rangos	Población	Porcentaje	Rangos de años	Población	Porcentaje	Rangos	Población	Porcentaje
0 – 9 años	8,223	25.5	0 – 6	609	21.78	0 – 6 años	298	23.6
10 – 19 años	8,342	25.9	7 – 14	670	23.95	7 – 14 años	305	24.1
20 – 54 años	12,980	40.2	15– 64	1,436	51.34	15– 64 años	629	49.8
55 – 84 años	2,595	8	65 y más	82	2.93	65 y más	31	2.45
85 y más	114	0.4						
Totales	32,254	100%	Totales	2,797	100%	Totales	1,263	100%

Fuente: Censo INE (2003) y CORDILLERA S.A (2006)

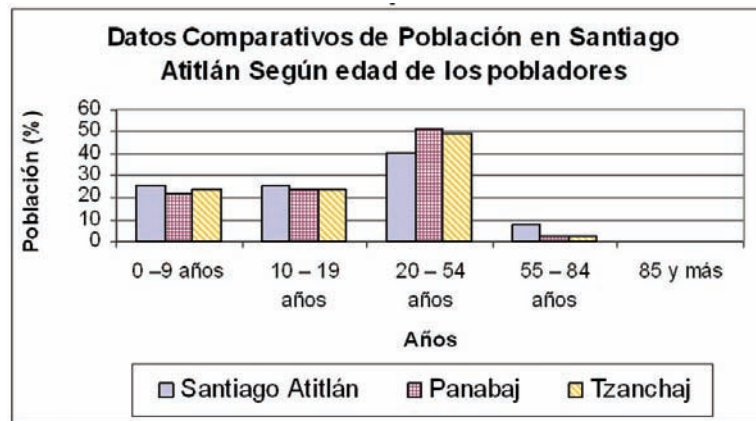


Figura 6.3. Población según edad para el Municipio de Santiago Atitlán, Panabaj y Tzanchaj. Cordillera S.A., 2006.

6.3.1.2. Salud (H)

La salud de los habitantes de la zona se analizó a nivel de municipio ya que no se cuenta con una caracterización de mayor detalle para las otras comunidades. El cuadro 6.4 y la Figura 6.4, muestran de manera porcentual las principales causas de morbilidad general de enfermedades transmisibles. Puede observarse que el Resfriado común ocupa cerca del 36%, seguido por la Amigdalitis con el 26%, la Neumonía se presenta en cerca del 30% de los pacientes, mientras que la Diarrea ocupa el 15%, por último, se observan el 3.5% de pacientes con Parasitismo intestinal.

N°	CAUSAS	NÚMERO DE CASOS	%
1	Resfriado común	173	28.36
2	Amigdalitis	126	20.66
3	Neumonía	96	15.74
4	Diarrea	71	11.64
5	Parasitismo intestinal	17	2.79

Fuente: Centro de Salud de Santiago Atitlán, 2006.

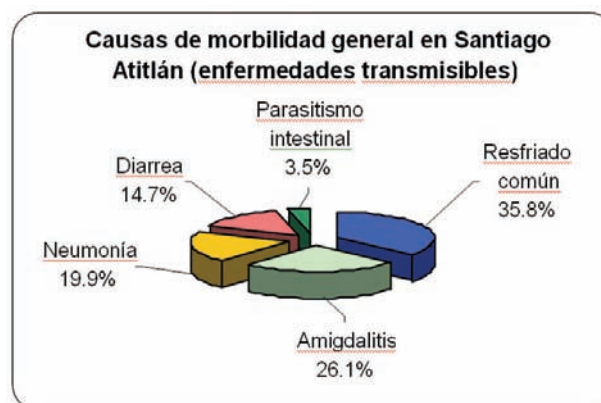


Figura 6.4. Principales causas de morbilidad general (enfermedades transmisibles) en Santiago Atitlán. Cordillera, S.A. 2006

Para el caso de pacientes con enfermedades no transmisibles, el 35% de los pacientes tienen Anemia, el 27% se asocia a Neuritis, en porcentajes muy cercanos (16%) se encuentran pacientes con gastritis o infección del tracto urinario, mientras que el 6.5% manifiestan Asma. Estos resultados pueden observarse en el Cuadro 6.5 y la Figura 6.5.

La vulnerabilidad respecto al parámetro de salud se considera alta, ya que varios de los pacientes manifiestan enfermedades como el resfriado común, amigdalitis y neumonía, que están relacionadas al clima, a la alimentación, las condiciones de vivienda de los pobladores, y los niveles de pobreza y pobreza extrema que se discuten más abajo. Se observa además un alto índice de Anemia que permite que se adquieran otro tipo de enfermedades y la propagación de epidemias dentro de los habitantes.

CUADRO 6.5. PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD (ENFERMEDADES NO TRASMISSIBLES)

N°	Causas	Frecuencia masculinos	%	Frecuencia femeninas	%	Total	%
1	Anemia	149	15.27	1,170	29.05	1,319	35.01
2	Neuritis	191	19.57	832	20.66	1,023	27.16
3	Gastritis	147	15.06	455	11.3	602	15.98
4	Infección del tracto urinario	86	8.81	490	12.16	576	15.29
5	Asma	48	4.92	199	4.94	247	6.56

Fuente: Centro de Salud de Santiago Atitlán, 2006.

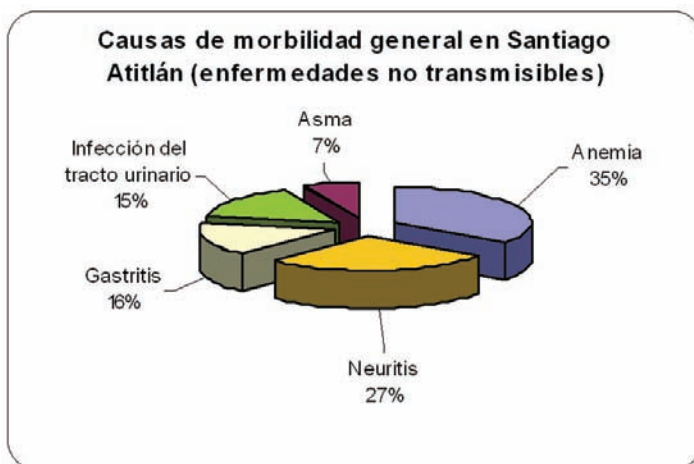


Figura 6.5. Causas de morbilidad en Santiago Atitlán (enfermedades no transmisibles). Cordillera S.A., 2006.

6.3.1.3. Ahorros de la población e ingresos de habitantes (S, I)

Estos dos indicadores de vulnerabilidad que requiere la metodología del UNCHS son difíciles de documentar no solo en Santiago Atitlán sino en otras regiones del país. Sin embargo, puede inferirse cual es la situación económica de la población a partir de otros indicadores macroeconómicos existentes para la zona, particularmente el grado de pobreza, pobreza extrema, y población económicamente activa (PEA), que muy bien reflejan el estado de ahorros e ingresos de la población.

Los datos con que se cuentan son del año 2001 cuando se elaboró la Estrategia de Reducción de la Pobreza por SEGEPLAN, documento que reporta para Santiago Atitlán un grado de pobreza del 73.30 % y de ese porcentaje el 18.85 % pertenece a extrema pobreza. Estas cifras sugieren que un alto porcentaje de la población no cuenta con ahorros ni ingresos mínimos para un nivel de vida aceptable lo cual lo hace muy vulnerable no solo por inundaciones sino por cualquier otro tipo de amenaza.

No se cuenta con datos específicos sobre la situación de pobreza de las familias en Tzanchaj; sin embargo, se considera que el 98% de ellas viven en situación de pobreza y de éstas el 75% en extrema pobreza^{10 11}. El ingreso familiar promedio de las familias en extrema pobreza es inferior a Q1,000.00/mes. Para Panabaj los datos también son escasos, aunque la investigación de campo estableció que el 95% de las familias viven en situación de pobreza y de estas el 60% en extrema pobreza¹² (Tacaxoy, 2006). Las cifras antes citadas sugieren que tanto Panabaj como Tzanchaj y la cabecera municipal de Santiago Atitlán son comunidades altamente vulnerables en términos económicos.

En la cabecera municipal de Santiago Atitlán existen mejores condiciones económicas ya que las comunidades tienen fuentes de ingreso relacionados con turismo y los desarrollos hoteleros están presentes en todo su apogeo, por lo que la vulnerabilidad económica en este lugar se considera moderada.

Para el análisis de vulnerabilidad por sectores de actividad que requiere la metodología del UNCHS se tomaron los datos de la Población Económicamente Activa (PEA) que existen únicamente a nivel de municipio y pueden resumirse de la siguiente manera. El Cuadro 6.6 muestra el número de pobladores dedicados a las actividades antes mencionadas, mientras que la Figura 6.6 presenta estos datos de manera gráfica. En base a la información disponible puede apreciarse que la PEA de Santiago Atitlán, según la rama de actividad, esta mayoritariamente dedicada a actividades de agricultura, silvicultura y pesca (45%); el 26% realiza actividades de comercio de restaurantes y hoteles; el 15% labora en la industria manufacturera, textil y alimenticia; el restante 14% están distribuidos en actividades de transporte, establecimientos financieros, administración pública, enseñanza, servicios comunales, sociales y personales, y otras actividades no especificadas.

CUADRO 6.6. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DE SANTIAGO ATITLÁN, SEGÚN RAMA DE ACTIVIDAD.

Rama de actividad económica	Hombres	Mujeres	Total
Agricultura, caza, silvicultura y pesca.	4,646	798	5,444
Explotación de minas y canteras.	47	6	53
Industria manufactura textil y alimenticia.	574	1,239	1813
Electricidad, gas y agua.	10	5	15
Construcción.	523	119	642
Comercio por mayor y menor de restaurantes y hoteles.	1,987	1,086	3,073
Transporte, almacenamiento y comunicaciones.	197	34	231
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a empresas.	93	15	108
Administración pública y defensa.	63	20	83
Enseñanza.	72	74	146
Servicios comunales, sociales y personales.	183	149	332
Organizaciones extraterritoriales.	-	-	-
Rama de actividad no especificada.	63	29	92

Fuente: Censo INE (2003).

El procesamiento de datos disponibles de PEA permite inferir que el sector de actividad más vulnerable a nivel de municipio es el relacionado con las actividades de agricultura, silvicultura y pesca mientras que el segundo sector más vulnerable lo constituye el relacionado con el sector turismo particularmente a través de restaurantes y hoteles.

Al comparar los datos anteriores con la zonificación del uso de la tierra que se construyó para la zona puede complementarse la evaluación de vulnerabilidades por sectores de actividad a nivel local para Panabaj y Tzanchaj. Puede concluirse al respecto que, al igual que para Santiago Atitlán, en ambas comunidades el sector de agricultura, silvicultura y pesca continúa siendo el más vulnerable. Sin embargo, el sector turístico no juega un papel preponderante en Panabaj y Tzanchaj por lo que para ambas comunidades el segundo sector de actividad más vulnerable lo constituye la industria manufacturera y textil y luego el sector de construcción.

¹⁰ Ajanel, Tomas., Presidente de COCODE Cantón T'zanchaj, Santiago Atitlán Sololá. Fecha de entrevista 06 de abril de 2006.

¹¹ Ixbalan, Antonio., Alcalde Auxiliar, Cantón T'zanchaj, Santiago Atitlán Sololá. Fecha de entrevista: 06 de abril de 2006

¹² Tacaxoy, Esteban., Vecino de Panabaj y asociado a ADECCAP Cantón Panabaj, Santiago Atitlán Sololá Fecha de entrevista: 05 de abril de 2006

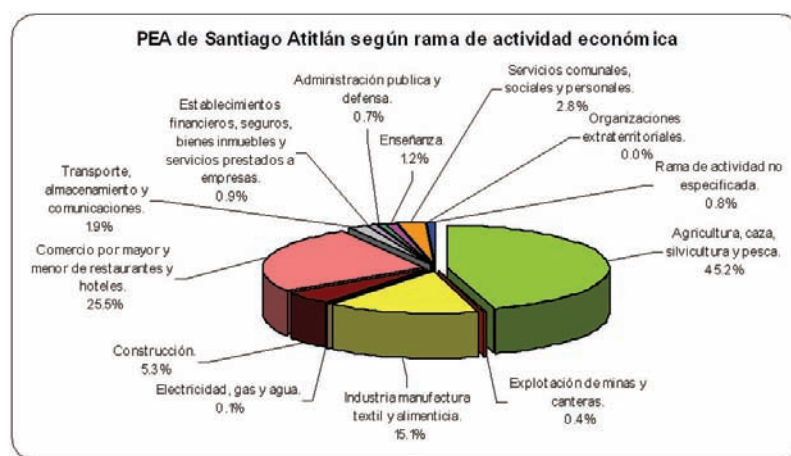


Figura 6.6. Porcentaje de la Población económicamente activa de Santiago Atitlán de acuerdo a la rama de actividad económica.

6.3.1.4. Cohesividad de la comunidad (C)

El diagnóstico sociocultural de Santiago Atitlán permitió concluir que las comunidades han estado polarizadas en cuanto al proceso de reconstrucción y a la movilización hacia un sitio más seguro. Este grado de alta polarización ocasiona que la cohesividad de la comunidad sea muy baja no solo para enfrentar las amenazas naturales sino para la implementación de otros proyectos de desarrollo. Gran parte de la baja cohesividad que se registra guarda nexos históricos con el conflicto armado que vivió el país y con las diferencias que existen actualmente entre los principales partidos políticos que dominan el entorno local.

La baja cohesividad de las comunidades conduce inevitablemente a que constituyan núcleos de población de alta vulnerabilidad ante cualquier tipo de desastre natural.

6.3.1.5. Conocimiento de la amenaza (F)

El grado de conocimiento que tiene la población acerca de la amenaza puede inferirse a partir de las entrevistas que se realizaron en el campo y de los indicadores de educación existentes para las comunidades. Las entrevistas realizadas muestran que la población tiene un muy bajo conocimiento de la amenaza por flujo de detritos.

En cuanto a educación se refiere los indicadores existentes que muestran en el Cuadro 6.7 y la Figura 6.7 sugieren que más de la mitad de la población de Santiago Atitlán no cuenta con ningún grado de escolaridad. Para el caso de aquellos habitantes que cuenta con algún grado de escolaridad se tienen los siguientes resultados: el nivel escolar en los habitantes en el municipio de Santiago Atitlán va desde Pre-Primaria hasta el nivel Superior, siendo el nivel de Primaria el que contiene el mayor número de estudiantes (9,879), mientras que el nivel Superior es el que tiene el menor número (117 estudiantes). Para los cantones Panabaj y Tzanchaj, la escolaridad de sus habitantes va desde Pre-primaria a Superior excepto por Tzanchaj donde no existe ninguna persona registrada con este nivel.

CUADRO 6.7. NIVELES DE ESCOLARIDAD PARA SANTIAGO ATITLÁN Y LOS CANTONES PANABAJ Y TZANCHAJ.

Poblado	Total	Nivel de Escolaridad				
		Ninguno	Pre-primaria	Primaria	Media	Superior
Santiago Atitlán	13,221	14,360	578	9,879	1,050	117
Panabaj	816	Sr	50	696	63	7
Tzanchaj	368	Sr	11	317	40	0

Fuente: Ministerio de Educación (2005)

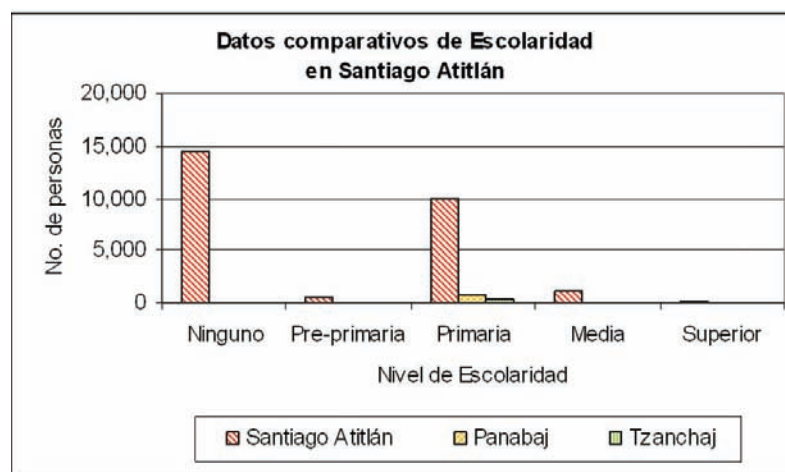


Figura 6.7. Nivel de escolaridad de los habitantes de Santiago Atitlán. Cordillera S.A., 2006.

Adicionalmente a lo expuesto en los párrafos anteriores puede mencionarse el hecho de que en el pensum de estudios a nivel primario y secundario no se cuenta con una materia específica donde se incluya la temática de riesgos lo que contribuye a explicar el bajo y en muchos casos nulo conocimiento de la amenaza que guarda gran parte de la población lo que determina que su grado de vulnerabilidad global en cuanto a esta variable se refiere sea bastante alto. Sin embargo, el hecho de que Panabaj cuente con 7 habitantes que poseen educación superior, los cuales no viven en la comunidad, pudiera en el futuro cercano tener cierta incidencia en el conocimiento de la amenaza y la reducción de vulnerabilidad.

6.3.2. Variables de Infraestructura

Para el análisis de infraestructura la metodología del UNCHS está principalmente orientada a una caracterización detallada de las construcciones, particularmente vivienda. De este modo, la aplicación precisa de este método requeriría un conocimiento detallado de la susceptibilidad al daño del contenido interno de las construcciones (Sc), la susceptibilidad del tipo de construcción (Sb), el tiempo tomado para restaurar la infraestructura (It), el número de pisos de la construcción (St), y la robustez de la estructura de la construcción (St).

La adaptación de la metodología del UNCHS a los datos e información de vivienda existentes para las comunidades de Santiago Atitlán, que se ilustran en el Cuadro 6.8 y la Figura 6.8, puede describirse de la siguiente manera. Tanto en el municipio de Santiago Atitlán como en los cantones Panabaj y Tzanchaj las viviendas son en su mayoría casas de tipo Formal, con casas tipo Rancho siendo el segundo tipo principal de vivienda en Santiago Atitlán y en menor proporción en el cantón Panabaj, mientras que el mayor número de casas improvisadas se localizan principalmente en el cantón Panabaj.

CUADRO 6.8. NÚMERO Y TIPO DE VIVIENDAS EN SANTIAGO ATITLÁN, PANABAJ, Y TZANCHAJ

Poblado	Tipo de Local					Total
	Casa Formal	Apartamento	Palomar	Rancho	Improvisado	
Santiago Atitlán	4,589	5	8	49	9	4661
Panabaj	571	1	1	7	27	612
Tzanchaj	274	0	0	0	2	276

Fuente: INE (2003).

En el Cuadro 6.9 muestra que respecto al número de viviendas dañadas durante el huracán Stan, el área más afectada en relación al número de viviendas existentes en cada poblado, es el Cantón Panabaj con cerca del 25% de casas dañadas del total de sus viviendas, en segundo plano se encuentra Tzanchaj con el 12% de viviendas afectadas, y por último, el municipio de Santiago Atitlán (particularmente Pachichaj, Panul, y Chuul) con 7.7% de casas dañadas del total existente en el municipio. El Centro de Administración de Justicia (CAJ) de Panabaj inaugurado con un costo de Q14,000,000.00 (catorce millones de quetzales) 3 meses antes de que el Huracán Stan afectara la zona fue severamente dañado y continúa emplazado en una zona de alta amenaza (Figura 6.9).

Aunque el número de viviendas dañadas fue mayor en Santiago, la intensidad del daño a las viviendas fue significativamente mayor en Panabaj por ser éste el lugar donde se manifestó con mayor severidad el flujo de detritos.

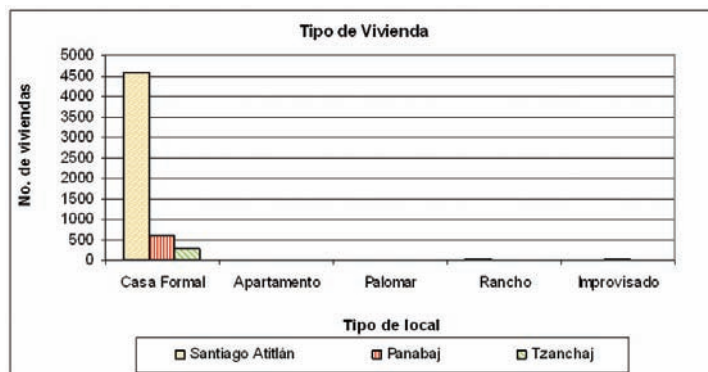


Figura 6.8. Número de viviendas existentes en el municipio de Santiago Atitlán y los cantones Panabaj y Tzanchaj; según el tipo de vivienda. Cordillera S.A., 2006.

CUADRO 6.9. NÚMERO DE VIVIENDAS AFECTADAS DURANTE EL HURACÁN STAN, EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO ATITLÁN, PANABAJ Y TZANCHAJ.

Poblado	No. de Viviendas dañadas
Santiago Atitlán	361
Panabaj	150
Tzanchaj	55

El Cuadro 6.10 y la Figura 6.10 muestran una adaptación de la categorización del UNCHS utilizada en las viviendas para los tres poblados de Santiago Atitlán en función de las características especiales que reporta el INE (2003); de manera general la categoría A comprende las viviendas mas vulnerables y la categoría C2 la menos vulnerables



Figura 6.9. Fotografías que muestran el entorno de riesgo relacionado con el Centro de Administración de Justicia de Panabaj. La foto izquierda muestra uno de los deslizamientos principales que son fuente de los flujos de detritos. La foto derecha ilustra que en cierta medida la malla de acero que rodea el edificio proporcionó cierta protección. Cordillera S.A., 2006.

Vivienda:	La vivienda puede categorizarse en	Grupos de vivienda en Santiago Atitlán (INE, 2003)	Vulnerabilidad
Categoría A	A	Improvisado	5 (muy alta)
Categoría B	B1	Rancho	4 (alta)
	B2	Palomar	3 (media)
Categoría C	C1	Apartamento	2 (baja)
	C2	Casa Formal	1 (muy baja)

Puede observarse que Panabaj ha sido la comunidad con el mayor número de viviendas vulnerables (Categoría A) las cuales han estado emplazadas en el sitio de mayor amenaza lo cual le confiere la mayor categoría de riesgo. Por el contrario, la cabecera municipal de Santiago Atitlán presenta el mayor número de viviendas menos vulnerables (Categoría C) de todo el municipio.

Si se aplican los criterios mencionados a la reubicación de la población de Panabaj en albergues improvisados que se han instalado en Tzanchaj puede concluirse que en un periodo corto de tiempo ha ocurrido un desplazamiento significativo de vulnerabilidades en términos de vivienda en la zona, con el segmento de población viviendo en los albergues de Tzanchaj presentando una vulnerabilidad sumamente alta por flujo de detritos.

Para el análisis de vulnerabilidad en términos de vivienda también entran en juego otras consideraciones como que la mayoría de viviendas no cuentan con la adecuada ubicación y falta de diseño apropiado de las construcciones principalmente en los cantones Panabaj y Tzanchaj lo que hace que el índice de vulnerabilidad aumente además de que los materiales usados en su construcción, principalmente adobe, también son un factor de elevada vulnerabilidad.

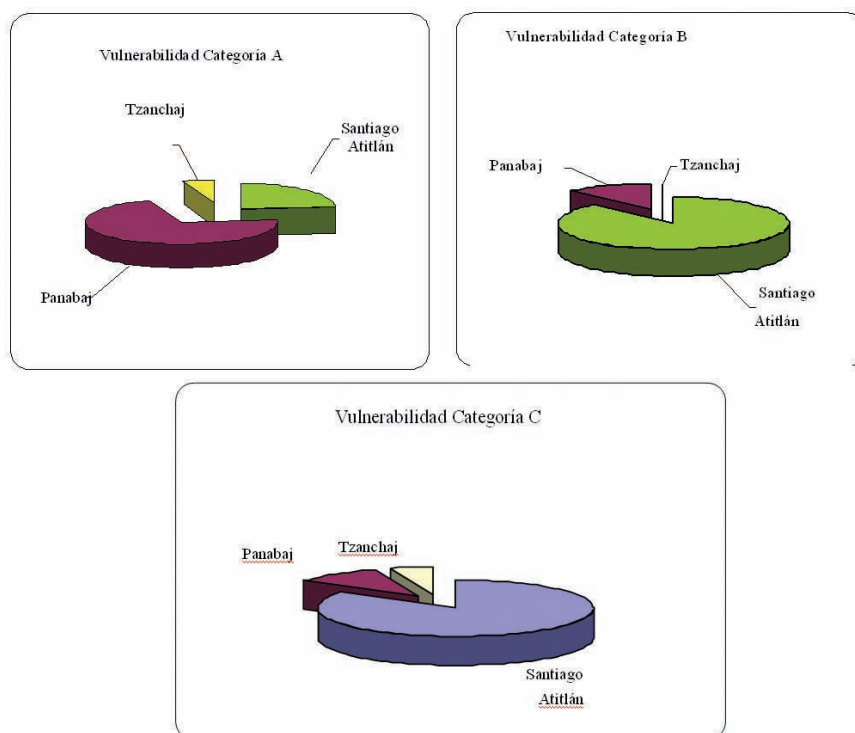


Figura 6.10 Discriminación de Vulnerabilidades por Flujo de Detritos en Términos de Vivienda para comunidades de Santiago Atitlán Cordillera S.A., 2006

La distribución espacial de las viviendas, así como de otros tipos de infraestructura, en las comunidades referidas se muestra en las Figuras 6.11, 6.12, y 6.13.

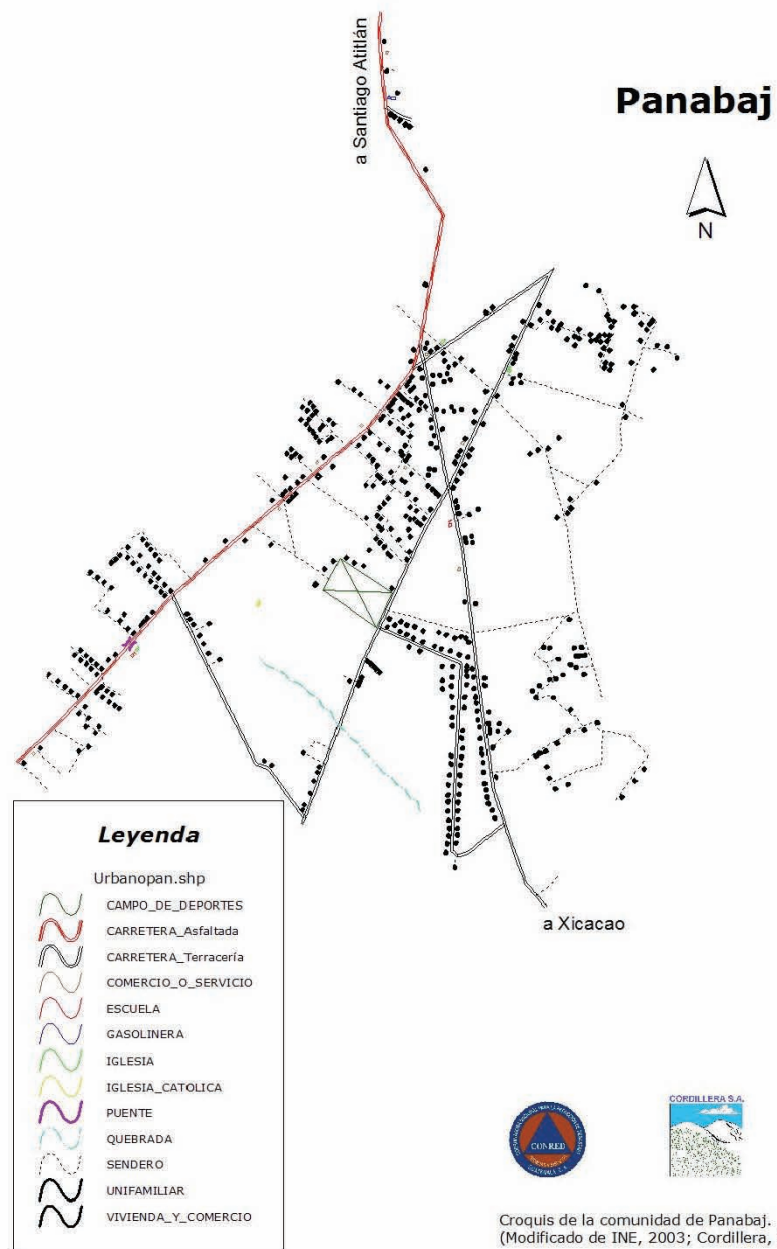


Figura 6.11. Distribución espacial de las viviendas en Panabaj con base al INE (Cordillera S.A., 2006)

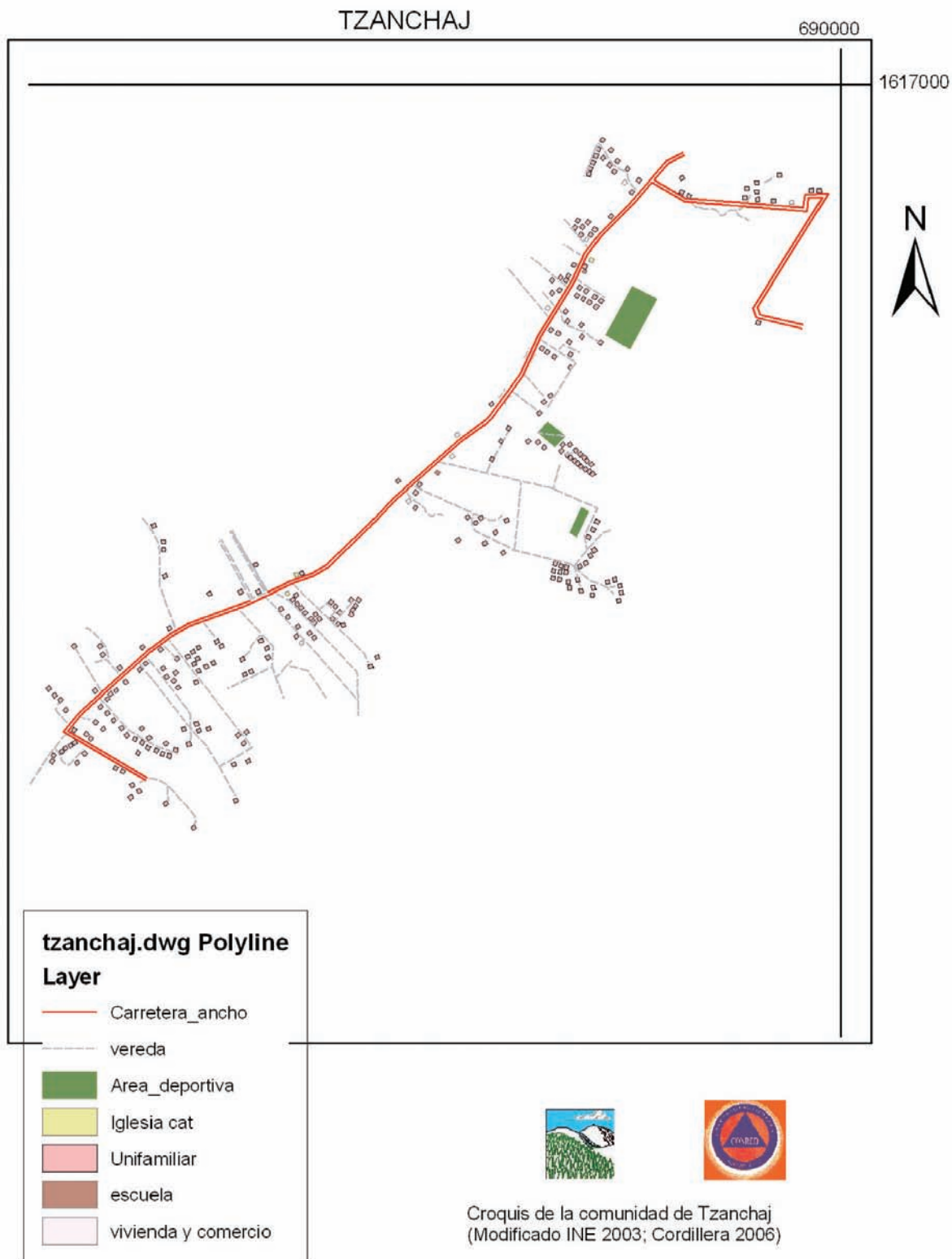


Figura 6.12. Distribución espacial de las viviendas en Tzanchaj con base al INE (Cordillera S.A., 2006).

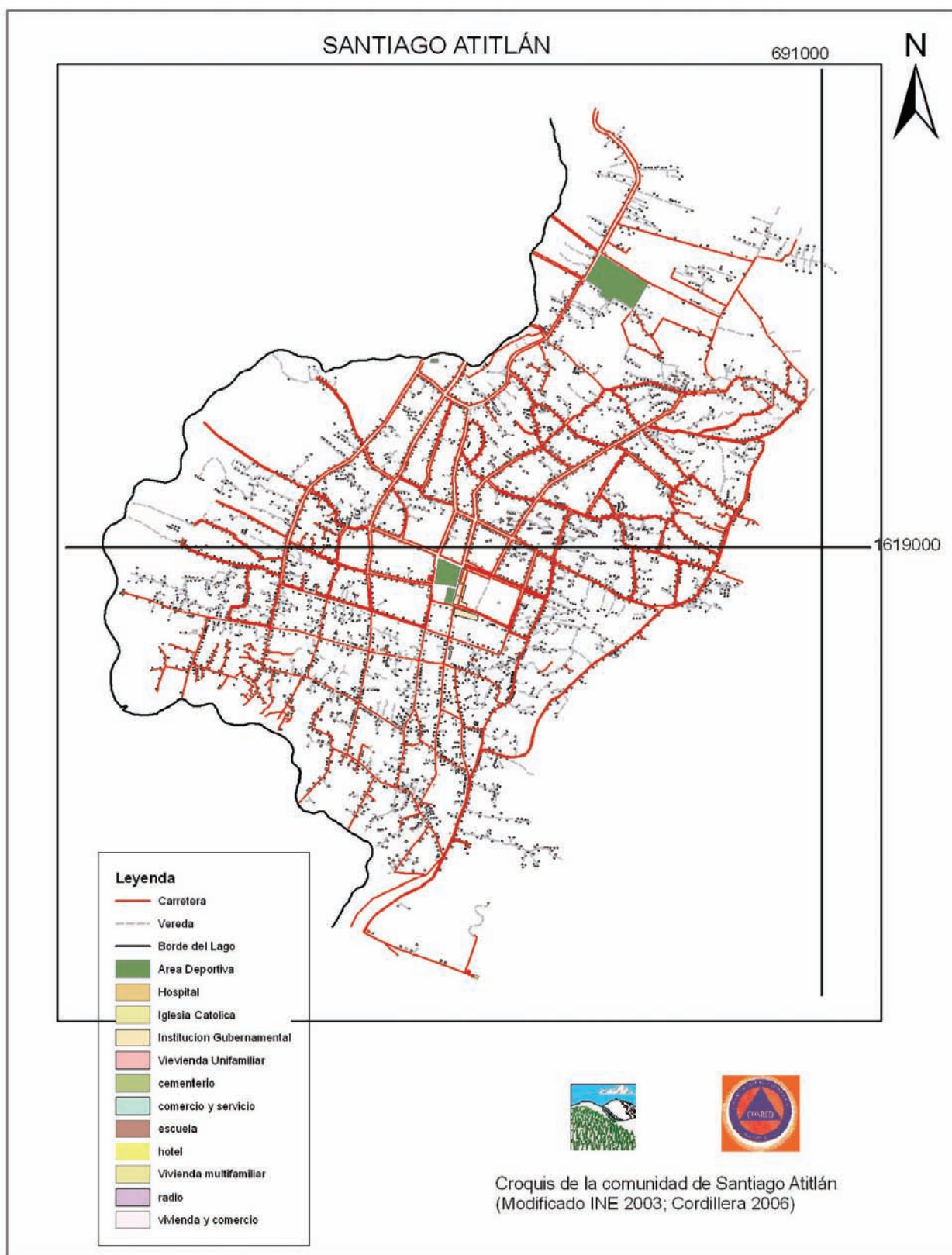


Figura 6.13. Distribución espacial de las viviendas en Santiago Atitlán con base al INE (Cordillera S.A., 2006).

6.3.3. Características de la inundación-flujo de detritos

Para el análisis de exposición en base a las características de la amenaza la metodología del UNCHS se requiere una apropiada caracterización de la profundidad de la inundación (De), duración de la inundación (Dt), concentración de sedimentos (Sd), tamaño de los sedimentos (St), acción del viento y las olas (W), velocidad (V), carga de contaminantes de las aguas (Pj), y el ritmo a que crece el nivel del agua al principio del evento.

El monitoreo adecuado de cada uno de estos indicadores de vulnerabilidad está fuera de los alcances de la presente consultoría y de la realidad socioeconómica e institucional que viven países en desarrollo como los del área centroamericana, por lo que es necesario llevar a cabo la interpretación de cada uno de estos indicadores en base a la interpretación de línea de base existente, frecuentemente realizando varios supuestos, y en base a la experiencia del equipo de trabajo. A continuación se reportan los resultados de aplicar la metodología del UNCHS para la evaluación de vulnerabilidades en base a estos indicadores de la amenaza para el área de Santiago Atitlán.

6.3.3.1. Profundidad de inundación (De)

Para evaluar la vulnerabilidad en base a este indicador puede tomarse como referente el mapa de isopacas que fue elaborado para el flujo de lodo que se extendió en el área de Panabaj y Tzanchaj. El espesor medio estimado del flujo es de 1.2m cubriendo un área aproximada de 0.925km^2 lo que proporciona un volumen de lodo de aproximadamente 1 km^3 . Se considera que la población ha sido altamente vulnerable a las profundidades de los flujos generados al grado de que durante el Huracán Stan fallecieron más de 100 personas y se reportan entre 300 y 600 desaparecidos los cuales posiblemente están sepultados por debajo del lodo.

En algunos cortes de carretera puede constatare que los espesores del abanico aluvial, donde están emplazadas las comunidades de Panabaj y Tzanchaj, alcanzan varias decenas de metros lo que evidencia diferentes pulsos de flujos de lodo con diferentes espesores que se han registrado en los últimos años. Es de esperarse que este patrón recurrente de flujos de lodo se repita en el futuro cercano lo que incide en la alta vulnerabilidad a que puedan estar sometidas las personas que decidan continuar viviendo en la zona de alta amenaza. La simulación de caudales elaborada en base a datos de lluvia y la geomorfología de la zona también aporta evidencia de altas profundidades de inundación y por consiguiente del alto grado de vulnerabilidad a que están expuestos los residentes de Panabaj y Tzanchaj.

6.3.3.2. Duración de la inundación (Dt)

Al igual que para el indicador anterior, no se cuenta con un monitoreo de caudales para ninguna de las microcuencas de la zona que permita una caracterización precisa de la vulnerabilidad de las poblaciones en base a la duración de la inundación. Puede inferirse la duración de la inundación en base a la duración de los eventos de lluvia que han sido descritos en el capítulo de hidrometeorología de la zona. Tal y como se describe en ese apartado los datos de la estación del INSIVUMEH para Santiago Atitlán indican que la tormenta manifestó su máxima intensidad en un periodo que duró 4 días, 21 horas y 30 minutos con un valor de lluvia acumulada de 526.4 mm. Debe considerarse adicionalmente que existió una hora específica en la que se reportaron 245mm de lluvia lo que le proporciona características catastróficas al evento registrado el 5 de octubre del 2005.

6.3.3.3. Concentración (Sd) y tamaño (St) de los sedimentos

Al igual que para el caso de caudales, en la zona no se cuenta con un monitoreo de transporte de sedimentos que permita evaluar en detalle la amenaza por flujo de detritos ya sea en términos de duración, intensidad, y/o frecuencia. El talón de Aquiles de cualquier modelo de amenaza por flujo de detritos en el país, y de las vulnerabilidades asociadas con este indicador, lo constituye la falta de este tipo de monitoreos. Sin embargo, en base al mapeo geológico realizado a diferentes escalas y los análisis texturales de sedimentos llevados a cabo puede realizarse inferencias de las vulnerabilidades vinculadas con estos dos indicadores sedimentarios.

El principal flujo de lodo que afectó a Panabaj y Tzanchaj muestra una clara variación textural la cual es dependiente de las distintas fuentes de sedimentos. Los sedimentos que ingresaron por el canal principal de la microcuenca Panabaj Norte son de grano medio a fino mientras que los sedimentos provenientes de Panabaj Sur son pobremente clasificados y de tipo caótico con una alta variación

textural donde clastos de hasta 2m de diámetro aparecen mezclados con arenas, limos y arcillas.

La presencia de unidades litológicas poco consolidadas, sean paleoabánicos aluviales y/o piroclásticos, en las partes altas de las microcuencas del sur de Santiago Atitlán garantiza la continua erosión y subsiguiente generación de una alta concentración de sedimentos de diversos tamaños. Esta carga de sedimentos no solo contribuirá a un mayor desarrollo de abánicos aluviales, los cuales han estado activos por lo menos durante 1,000 años en la parte sur, sino que también a que las poblaciones asentadas en esta provincia geomorfológica sean altamente vulnerables por este tipo de amenaza.

6.3.3.4. Velocidad de flujo (V) y ritmo a que crece el agua al principio del evento (R)

Estos dos indicadores de vulnerabilidad pueden estimarse a partir de las entrevistas realizadas con los pobladores de las comunidades y en base a modelos empíricos descritos en el apartado de hidrometeorología. El relieve montañoso de la zona condiciona la formación de flujos ultrarrápidos cuya velocidad puede inferirse a partir de las pendientes del terreno y del tamaño de los sedimentos que han sido transportados. Por ambas vías es fácil concluir que las velocidades de flujo, en periodos de tormentas como las asociadas con el Huracán Stan, sobrepasan varios metros/segundo lo cual es congruente con las opiniones de los habitantes de Panabaj de que el flujo de lodo que arrasó la comunidad el 5 de octubre del 2005 atravesó la zona en aproximadamente 2 minutos.

De nuevo, la falta de un monitoreo de caudales y/o de niveles de río para la zona impide tener un conocimiento preciso de estos dos indicadores. Sin embargo, la primera aproximación obtenida apoya la hipótesis de que las elevadas velocidades generadas y el alto ritmo con que crece el agua condicionan un ambiente de alta vulnerabilidad particularmente para las comunidades como Tzanchaj residentes en las inmediaciones de los canales fluviales principales, y los cantones de Santiago Atitlán como Pachichaj, Panul, y Chuul, y/o en sectores donde convergen dos canales fluviales como es el caso de Panabaj.

6.3.3.5. Acción del viento/olas (W) y carga de contaminantes (Pj)

Estos dos indicadores de vulnerabilidad que propone el UNCHS, aparte de no estar documentados para la zona, no se consideran relevantes para el entorno de riesgos por flujo de detritos en Santiago Atitlán.

6.3.4. Variables de alerta temprana

Los tres indicadores de vulnerabilidad en términos de alerta que proporciona la metodología del UNCHS son: a) tiempo de alerta aportado (Wt), b) contenido oportuno de la alerta (Wa), y c) recepción de la alerta temprana. Aunque Santiago Atitlán no ha contado con un Sistema de Alerta Temprana formalmente establecido para la prevención de desastres relacionados con flujo de detritos y/u otro tipo de amenaza natural resulta de particular importancia describir el rol de estos indicadores para la gestión de riesgos de la zona y las experiencias reportadas durante el último año.

Aunque de manera informal los servicios de alerta temprana en Santiago Atitlán han estado a cargo de la Estación de Bomberos la cual se tiene conocimiento de que tuvo un rol protagónico durante el Huracán Stan al grado de girar un aviso a la población de Panabaj de que desalojaran la zona por lo intenso de las tormentas aproximadamente 5 horas antes de que se manifestaran los flujos de lodo que ocasionaron el desastre el 5 de octubre del 2005.

El INSIVUMEH cuenta con una estación pluviográfica que tiene un registro de datos de lluvias por 36 años información que muy bien puede ser procesada para aportar bases científicas para el diseño y la posterior implementación de un Sistema de Alerta Temprana. De llegar a formularse este proyecto es importante tomar en cuenta que lo abrupto del relieve de la zona condiciona elevadas velocidades de flujo lo cual puede incidir en la efectividad del Sistema de Alerta Temprana.

Con la entrada del invierno CONRED instaló una estación satelital de lluvia en la zona y de alguna manera ha establecido un sistema permanente de alerta habiendo evacuado a la población de Panabaj y Tzanchaj durante un evento extremo de lluvia el pasado 3 de junio del 2006. Se considera que si se le da continuidad a los esfuerzos de CONRED y finalmente se llega a implementar de manera formal un Sistema de Alerta Temprana en la zona puede reducirse los niveles de vulnerabilidad, en términos de alerta, a rangos sumamente bajos por lo que en las condiciones actuales se considera que la población es moderadamente vulnerable.

6.3.5. Variables de respuesta

Este componente de vulnerabilidad está muy relacionado con el anterior y para su descripción la metodología del UNCHS toma en consideración tres variables: a) tiempo que le toma a los grupos de ayuda en llegar durante o después del evento; b) cantidad de respuesta disponible; y c) calidad de la respuesta. Todos estos son indicadores clave en el manejo de un estado de emergencia, y dependen en buena parte de la existencia un sistema de alerta temprana, de la infraestructura vial terrestre, aérea o lacustre (como en el caso de Santiago Atitlán), para la rápida obtención de respuesta ante un desastre.

Este componente de gestión de riesgos se ha visto fortalecido no solo por la presencia de CONRED en la zona sino por el apoyo que han recibido las comunidades por parte de varias ONGs internacionales que trabajan en Santiago Atitlán. Se considera que mientras dure este apoyo interinstitucional en la zona las vulnerabilidades en términos de respuesta serán bastante bajas. Sin embargo, debido a que la mayoría de proyectos en el país no tienen un buen record de continuidad y seguimiento se considera que las vulnerabilidades pueden evolucionar en el corto plazo a condiciones medias o bajas según el curso de los acontecimientos.

6.4. Análisis Integral de Indicadores para la determinación de la Vulnerabilidad Global en Santiago Atitlán

Al llevar a cabo el análisis de vulnerabilidad se considera apropiado que se cuantifique la vulnerabilidad con propósitos de comparación ya que de este modo puede facilitarse la comparación de necesidades de intervención entre varios sectores, áreas, y/o puntos álgidos (hot spots). Por lo tanto, es recomendable que se desarrolle un índice de vulnerabilidad el cual pueda utilizarse como un instrumento de apoyo de políticas. Un índice se define como un compuesto de más de un indicador. En el proceso de combinar indicadores para formar un índice pueden utilizarse técnicas como sumar, promediar, pesar, y normalizar. En este proceso, pueden asignarse diferentes pesos a indicadores específicos.

Para la evaluación y valoración de vulnerabilidad el UNCHS sugiere el enfoque sectorial antes descrito (debe llevarse a cabo la evaluación de vulnerabilidad para cada sector identificado tal como agua, ecología, asentamientos humanos, infraestructura, etc) y luego pesar e integrar esas evaluaciones en una sola evaluación.

La sección anterior incluyó un análisis de la vulnerabilidad de las comunidades en términos de los diferentes indicadores de vulnerabilidad que sugiere el UNCHS. Con objeto de realizar una evaluación integral de las vulnerabilidades que permita una estimación de la vulnerabilidad global de cada comunidad se han agrupado las variables en una matriz y se ha procedido a realizar las calificaciones y ponderaciones de la siguiente manera.

Para la valoración de los indicadores de vulnerabilidad se seleccionó una escala que varía de 1 a 5 a la cual se le asignaron los siguientes valores de vulnerabilidad: 1. muy baja; 2. baja; 3. moderada; 4. Alta; y 5: Muy alta. Las calificaciones se asignan en base al grado de caracterización que se tenga de cada indicador y a las experiencias de los integrantes del equipo de trabajo que lleva a cabo la evaluación. Los resultados iniciales de esta valoración de indicadores de vulnerabilidad se indica en el Cuadro 6.11.

Como puede observarse a través del análisis individual de los diferentes indicadores de vulnerabilidad puede establecerse plenamente que unos indicadores son más importantes que otros para la determinación final de las vulnerabilidades de cada comunidad. Esta importancia relativa de los indicadores puede someterse a una ponderación específica para enriquecer la valoración global de las vulnerabilidades y de este modo generar una segunda matriz ponderada de vulnerabilidades que se muestra en el Cuadro 6.12.

Los resultados globales de vulnerabilidad obtenidos con esta segunda matriz para cada comunidad permiten observar claramente que tanto Panabaj como Tzanchaj son los dos sectores de mayor vulnerabilidad del municipio.

En función de los datos disponibles puede mostrarse la distribución espacial de algunos indicadores utilizando el SIG. Del mismo modo, cada categoría de indicadores puede integrarse en un índice y mostrarse la distribución espacial del mismo con el SIG. Finalmente, si se considera significativo puede zonificarse la distribución de un índice global de vulnerabilidad (posiblemente pesado en base al significado de cada indicador).

La distribución espacial de las vulnerabilidades ponderadas, así como de otros tipos de infraestructura, en las comunidades referidas se muestra en la Figura 6.15; ésta también responde a la escala semafórica utilizada en los mapas de amenaza, con los valores y colores citados en el Cuadro 6.13.

CUADRO 6.11. MATRIZ PARA EL ANÁLISIS GLOBAL NO PONDERADO DE VULNERABILIDADES EN SANTIAGO ATITLÁN

	Indicador de vulnerabilidad	Santiago Atitlán unidades	Panabaj	Tzanchaj	Pachichaj
Variables socioeconómicas	Perfil de edades de la población	2	2	2	2
	Estado de salud de los habitantes	2	4	4	2
	Ahorros/ingresos de la población	2	5	5	2
	Cohesividad de la comunidad	3	5	5	3
	Conocimiento de la inundación	3	4	4	3
Variables de infraestructura	Susceptibilidad al daño del contenido/tipo de construcción	1	3	3	3
	Tiempo tomado para restaurar la infraestructura	3	3	3	3
	No de pisos/robustez de la construcción	1	1	1	1
Características de la inundación	Profundidad/duración de la inundación	2	5	5	4
	Concentración/tamaño de sedimentos	2	5	4	4
	Velocidad/ritmo del agua	2	5	5	5
Variables de alerta	Recepción/tiempo/contenido de la alerta temprana	1	3	3	1
Variables de respuesta	Tiempo/calidad/cantidad	1	2	2	1
Calificación no ponderada de la vulnerabilidad total		25	47	46	34

Fuente : Cordillera, 2006

CUADRO 6.12. MATRIZ DE VULNERABILIDAD GLOBAL PONDERADA PARA SANTIAGO ATITLÁN

		Ponderación por unidad	Santiago Atitlán	Panabaj	Tzanchaj	Pachichaj
Variables socioeconómicas	Perfil de edades de la población	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1
	Estado de salud de los habitantes	0,05	0,1	0,2	0,2	0,1
	Ahorros/ingresos de la población	0,15	0,3	0,75	0,75	0,3
	Cohesividad de la comunidad	0,15	0,45	0,75	0,75	0,45
	Conocimiento de la inundación	0,05	0,15	0,2	0,2	0,15
Variables de infraestructura	Susceptibilidad al daño del contenido/tipo de construcción	0,025	0,025	0,075	0,075	0,075
	Tiempo tomado para restaurar la infraestructura	0,05	0,15	0,15	0,15	0,15
	No de pisos/robustez de la construcción	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Características de la inundación	Profundidad/duración de la inundación	0,15	0,3	0,75	0,75	0,6
	Concentración/tamaño de sedimentos	0,15	0,3	0,75	0,6	0,6
	Velocidad/ritmo del agua	0,05	0,1	0,25	0,25	0,25
Variables de alerta	Recepción/tiempo/contenido de la alerta temprana	0,05	0,05	0,15	0,15	0,05
Variables de respuesta	Tiempo/calidad/cantidad	0,05	0,05	0,1	0,1	0,05
Calificación ponderada de la vulnerabilidad total			2,1	4,25	4,1	2,9

Fuente: Cordillera 2006

Vulnerabilidad				
Muy alta (5)	Alta (4)	Media (3)	Baja (2)	Muy baja (1)

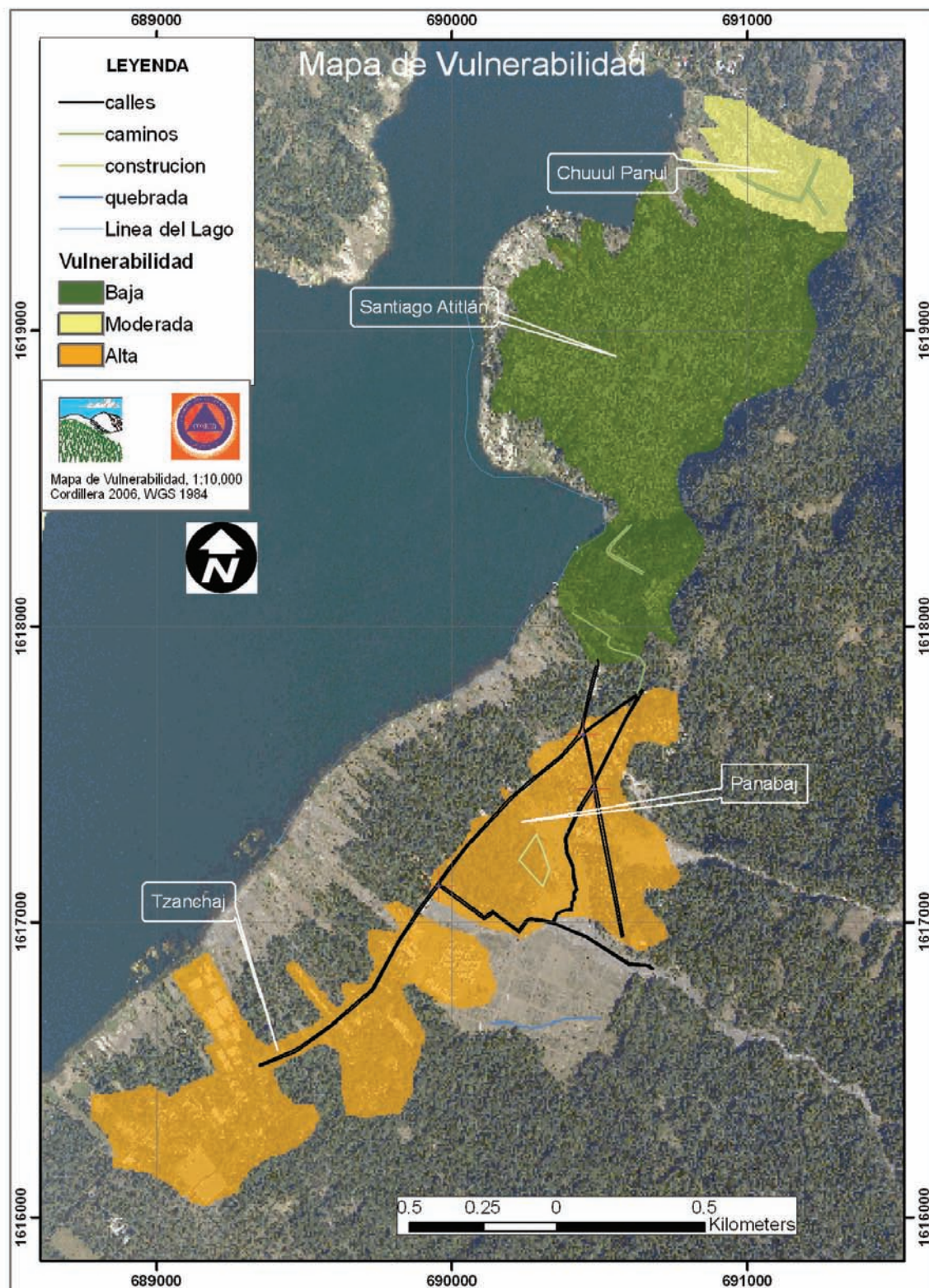


Figura 6.15. Mapa de vulnerabilidades por flujos de lodo en la zona de estudio.

7. CAPITULO VII

Delimitación de Sectores de Alto Riesgo por flujo de detritos

7.1. Integración de amenazas y vulnerabilidades para la delimitación de los sectores de alto riesgo

El Cuadro 7.1 resume las evaluaciones y ponderaciones realizadas haciendo uso del sistema de información geográfica (ArcGis®) para la determinación de la amenaza por flujos de escombros (integración de factores condicionantes y desencadenantes). Por otro lado, las vulnerabilidades descritas en el Capítulo VI, también fueron ponderadas. Las sumatorias totales de las ponderaciones realizadas tanto para la amenaza como para la vulnerabilidad, integradas en mapas temáticos fueron multiplicadas entre sí, para dar como resultado la delimitación de los polígonos de alto riesgo.

CUADRO 7.1 MATRIZ UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE LOS POLÍGONOS DE ALTO RIESGO.

	Variables	Susceptibilidad				
		Muy alta (5)	Alta (4)	Media (3)	Baja (2)	Muy baja (1)
Factores Condicionantes	Elevación topográfica (m.s.n.m.)	2,960 - 3,537	1,960 - 2,360	1,760 - 1,960	1,640 - 1,760	1,560 - 1,640
	Pendientes (grados)	0 - 15	15 - 30	30 - 50	50 - 70	70 - 87
	Aspecto (grados)					
	Geología	Piroclásticos de estratovolcán	Grupo de abanicos aluviales	Flujos de lava y piroclásticos	Intrusivos (granito/granodiorita)	Unidad individual de Flujo L Unidad individual de Flujo Z Unidad individual de Flujo KL Unidad individual de Flujo LK Unidad individual de Flujo K Unidad individual de Flujo SK
	Uso del suelo y cobertura vegetal	Agricultura de maíz, pista de aterrizaje, suelos estériles, pasto natural, hortalizas, campo deportivo, agricultura perenne	Rocas expuestas, construcción, cementerio	Residencial, matorrales	Arbustos y matorrales	Café, bosque
Factor desencadenante	Lluvia (mm)	2,433 - 2,600	2,100 - 2,433	1,767 - 2,100	1,433 - 1,767	1,100 - 1,433
Análisis de vulnerabilidad	Variables: socioeconómicas, infraestructura, carac. De inundación, alerta y respuesta.		Panabaj Tzanchaj	Pachichaj (Chuul, Panul)	Santiago Atitlán	
Análisis de riesgo	Cruce de mapa amenaza - mapa de vulnerabilidad.	Panabaj Tzanchaj	Pachichaj (Chuul, Panul)	Sur de Pachichaj (Chuul, Panul)	Sur de Santiago Atitlán	Santiago Atitlán

Fuente: CORDILLERA 2006

La integración de las variables de amenazas y vulnerabilidades permitió zonificar el riesgo por flujo de detritos para la zona, lo cual se muestra en la imagen fotográfica de la Figura 7.1.

Es de hacer notar que este mapa no atiende a la definición de “mapa de riesgo” sensu estricto, pues no incluye los costos de los elementos expuestos (viviendas, líneas vitales, cultivos, entre otros). Sin embargo, la información se ha sobrepuesto en la fotografía aérea del área (año 2,006) para mostrar los elementos expuestos. Una evaluación detallada posterior, puede aportar los costos de dichos elementos.

El mapa de riesgo por flujo de detritos muestra que las comunidades de Panabaj y T'zanchaj se encuentran expuestas a un riesgo muy alto mientras que los cantones de Pachichaj-Chuul-Panul) están emplazados en un sector de riesgo alto.

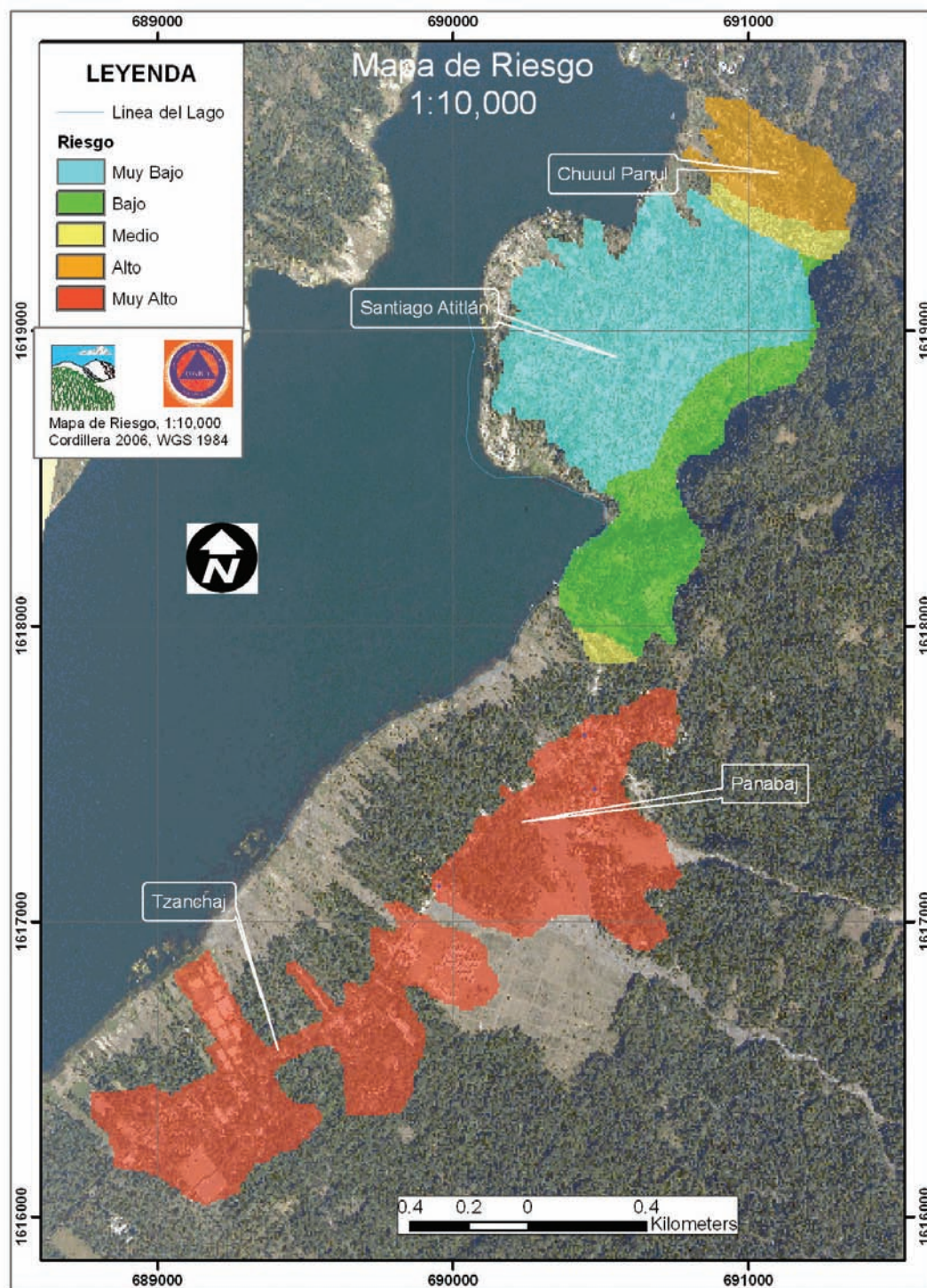


Figura 7.1. Mapa de riesgo por flujos de escombros para Santiago Atitlán.

Se delimitaron dos polígonos de alto riesgo por flujo de detritos:

- a) polígono Panabaj-Tzanchaj (Figura 7.2), y
- b) polígono Pachichaj-Chuul-Panul (Figura 7.3). Por ser considerados instrumentos importantes de gestión de riesgos se reproducen ambos polígonos en tamaño más grande y se incluyen en el Anexo III de este informe.

Para la delimitación de los polígonos de alto riesgo se tomaron en cuenta los siguientes elementos:

- i. El mapeo geológico enfocado a la distribución espacial de los flujos de detritos que ocurrieron el 5 de octubre del 2005. Estas actividades revelaron que los flujos de lodo ocurrieron principalmente a lo largo del cauce principal de las microcuencas Panabaj Norte, Panabaj Sur, Tzanchaj, La Providencia, y El Cementerio de modo que cualquier comunidad emplazada en estas microcuencas está sujeta a ser afectada por flujos futuros de lodo. A lo largo de la microcuenca El Mirador se detectó caída de bloques grandes y deslizamientos en el borde sur por lo que también se decidió incluir este sector dentro del polígono de alto riesgo que abarca Panabaj y Tzanchaj.
- ii. El contexto geomorfológico de la región. La presencia de abanicos aluviales al sur de Santiago, y las perforaciones realizadas en los sedimentos del lago, documenta un amplio registro histórico de sedimentación al que ha estado expuesta la zona durante miles de años. Las dataciones geocronológicas de los sedimentos y las versiones de los ancianos del área indican que los flujos de detritos son altamente recurrentes y que pueden continuar presentándose en el futuro cercano. En varios contextos geomorfológicos donde ocurren abanicos aluviales se ha documentado la migración de canales fluviales lo cual conduce a extender la zona de influencia de alto riesgo a casi todo el abanico aluvial presente en Panabaj-Tzanchaj por lo que las únicas dos barreras topográficas para los flujos lo constituyen el cerro de Quelbaljuyú, al norte de Panabaj, y el acantilado al sur de la pista de aviación en Tzanchaj.
- iii. La alta susceptibilidad por deslizamientos detectada particularmente al sur de Santiago. Los deslizamientos se constituyen en la principal fuente de sedimentos para los flujos de detritos que se han formado en la zona. La zonificación de amenaza por deslizamientos detectó varias zonas que se constituyen en fuente para la generación de futuros flujos de detritos.
- iv. Para llevar a cabo una gestión preventiva de riesgos se consideró apropiado que a los sectores con alta amenaza se les asignara la categoría de alto riesgo aunque al momento de escribir este reporte no viviera ninguna persona en algunos de estos sectores de alta amenaza. No hacerlo de esta manera conduce a dejar abierta la posibilidad para que sectores con alta amenaza puedan ser habitados en el futuro cercano.

La elevada vulnerabilidad de la zona proveniente de los altos niveles de pobreza extrema que afecta a la población de Santiago, debilidad institucional a nivel local, principalmente en la municipalidad, debilidad institucional a nivel nacional principalmente relacionada con CONRED, polarización política vinculada al conflicto armado que afectó al país por más de 35 años, los altos niveles de exposición de la población, y la débil infraestructura de un alto porcentaje de las viviendas (90% casas de adobe en Panabaj-Tzanchaj).

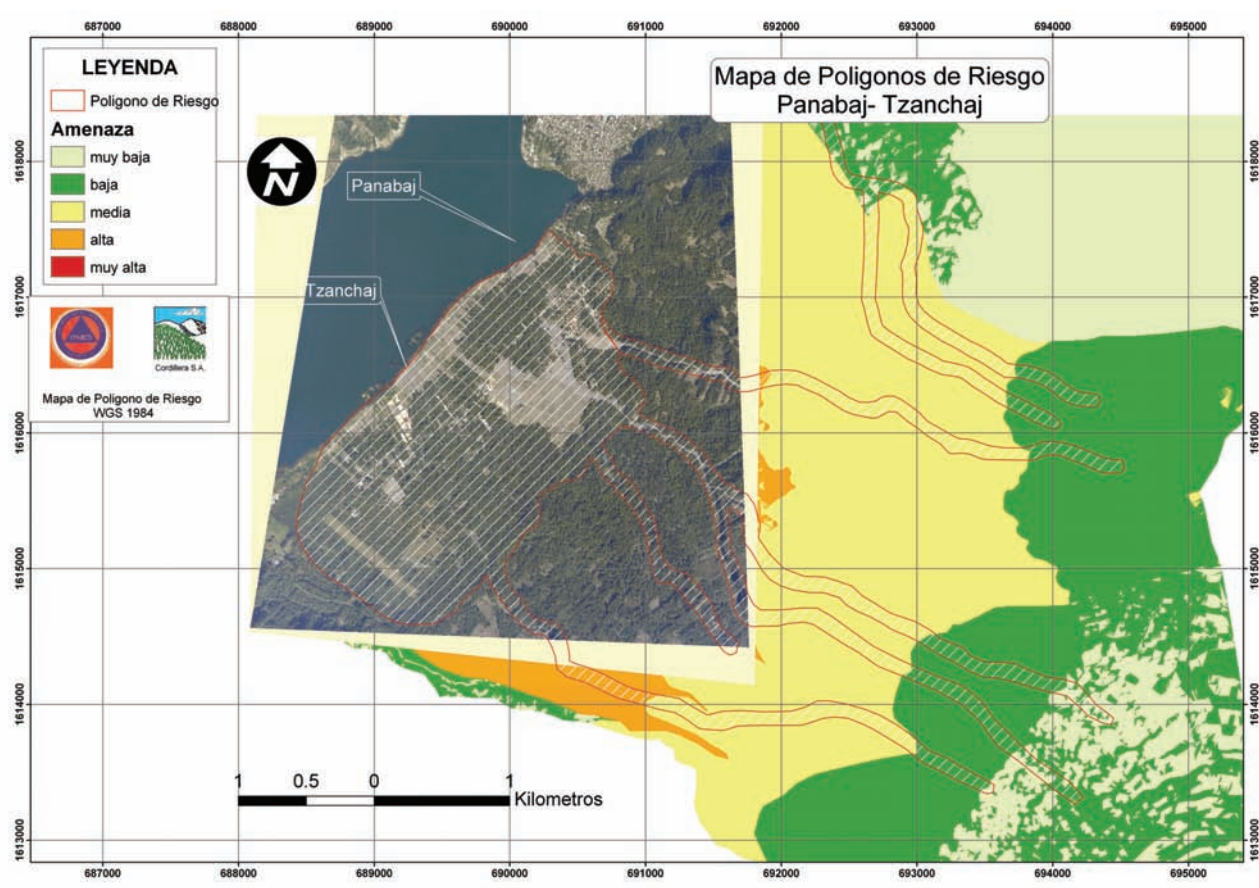


Figura 7.2. Delimitación de polígono de alto riesgo para el área Panabaj-Tzanchaj

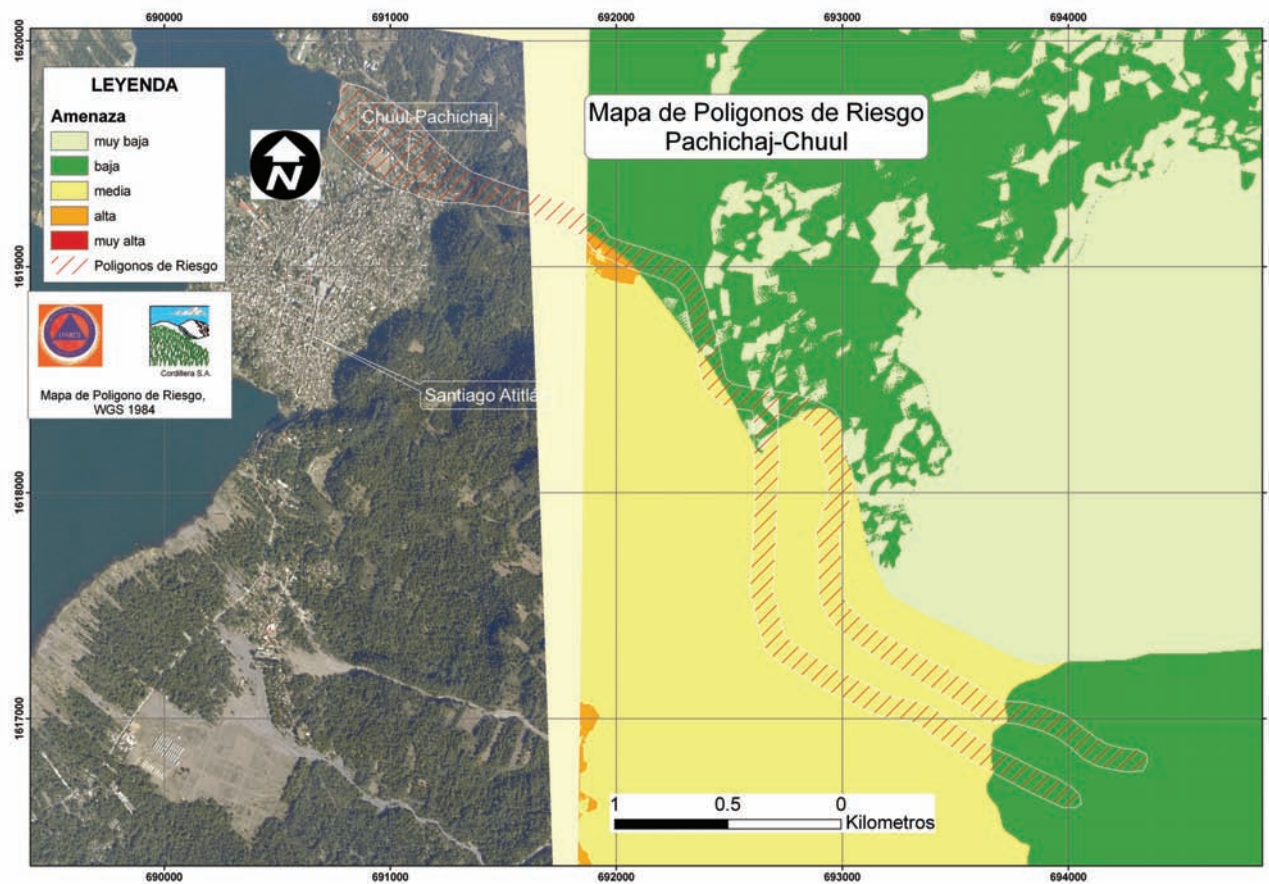


Figura 7.3. Delimitación de polígono de alto riesgo para el área Pachichaj-Panul-Chuul

7.2. Generación de escenarios de riesgos por flujo de detritos mediante la utilización del programa Lahar-Z

Se decidió llevar a cabo este estudio, mediante el uso del programa Lahar-Z y utilizando el modelo digital del terreno, con el cual se busca delimitar las zonas susceptibles por las que se considera, pueden bajar flujos de lodo. Dicho programa utiliza el modelo digital del terreno para simular el comportamiento de fluidos a través de los drenajes naturales o canales que pueden ser usados al descender de los flancos de los volcanes. El método de delineamiento que se propone a usar, se basa en un conjunto de macros creados en Arcinfo, estos son simplemente una automatización de los métodos tradicionales para crear las zonas de inundación y cuyo ingreso básicamente es un modelo de elevación digital, un coeficiente llamado cono de energía y cuatro volúmenes de masa. Detalles sobre los fundamentos del método pueden encontrarse en diferentes fuentes de la literatura^{1,2} así como su aplicación en Guatemala³.

7.2.1. Fundamentos y Supuestos del Método

Iverson y otros (1998) usaron el análisis escalonado para predecir matemáticamente la forma de una ecuación, y el análisis estadístico de la trayectoria de 27 lahares en nueve volcanes para el desarrollo de las ecuaciones que estiman las áreas planimétricas y las secciones transversales de una planicie de inundación como función de los volúmenes del lahar. (Schilling, 1998). El desarrollo teórico puede encontrarse con más detalle en las referencias citadas, para quien desee profundizar más en la metodología.

El LaharZ es un programa escrito en el macro lenguaje de ARCINFO que corre dentro del módulo GRID de ARCINFO el cual funciona con datos tipo raster. El programa LaharZ fue escrito para delimitar áreas potenciales de inundación por lahares para uno o más volúmenes especificados por el usuario. Si el usuario ingresa volúmenes múltiples, el programa produce una zona de amenaza de inundación para cada volumen.

En el caso de aplicación para el presente estudio que es para la zona de Tzanchaj y Panabaj se seleccionaron las microcuencas que fueron delimitadas y se mostraron en la sección de geomorfología. Se procedió a correr el programa tanto para un área del Volcan Atitlán como también para el Volcán Tolimán. El diagrama de flujo del algoritmo utilizado para la implementación del delineamiento de la zona de riesgo es el que se muestra en la Figura 7.4.

7.2.2. Parámetros a utilizar

Aunque el programa LaharZ fue desarrollado con estudios de volcanes de la costa oeste de los Estados Unidos y validado tomando como referencia los volúmenes de material utilizados en los estudios hechos por el Servicio Geológico de los Estados Unidos en esa zona, para el caso de Guatemala y Centroamérica los volúmenes utilizados en los estudios desarrollados por ellos, posteriores al Huracán Mitch en el año 2001 en los Volcanes de Agua, Fuego, y Acatenango en Guatemala fueron 500,000 m³; 1 millón de m³; 2 millones de m³ y 4 millones de m³.

Para el caso objeto de este estudio se decidió hacer las primeras corridas con los volúmenes siguientes: 250,000; 500,000, 1 millón, y 2 millones de m³. Los resultados se muestran en las Figuras 7.5, 7.6, 7.7, y 7.8.

En lo que respecta al valor H/L para el Volcán Tolimán el valor utilizado fue de $L = 4909.27$ o sea 4910 metros $H = (3010 - 1570) = > 1440$ metros $H/L = 0.2932$ tomando además valores de $H/L = 0.3168$ y $H/L = 0.529$ para las demás líneas de energía. Se calculó un nuevo valor de la relación H/L para el volcán de Atitlán, el cuál es: $H = 1965$ y $L = 6960 > H/L = 0.2823$ y también $H/L = 0.424$, se utilizarán los mismos volúmenes que en el volcán Tolimán.

¹ Iverson, R., Schilling, S., and Vallance, J., 1998, Objective delineation of lahar-inundation hazard zones: Geological Society of America Bulletin, v. 110, p. 972-984.

² Schilling, S., 1998, LAHARZ: GIS Programs for automated delineation of lahar hazard zones. U.S. Geological Survey Open-file Report.

³ Girón Mencos, Edwin G., 2006, Determinación de Áreas de Amenaza por Lahares, usando el Modelo de Lahar-Z, en el Volcán San Pedro, Municipio de Sololá, Guatemala." Tesis Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala.

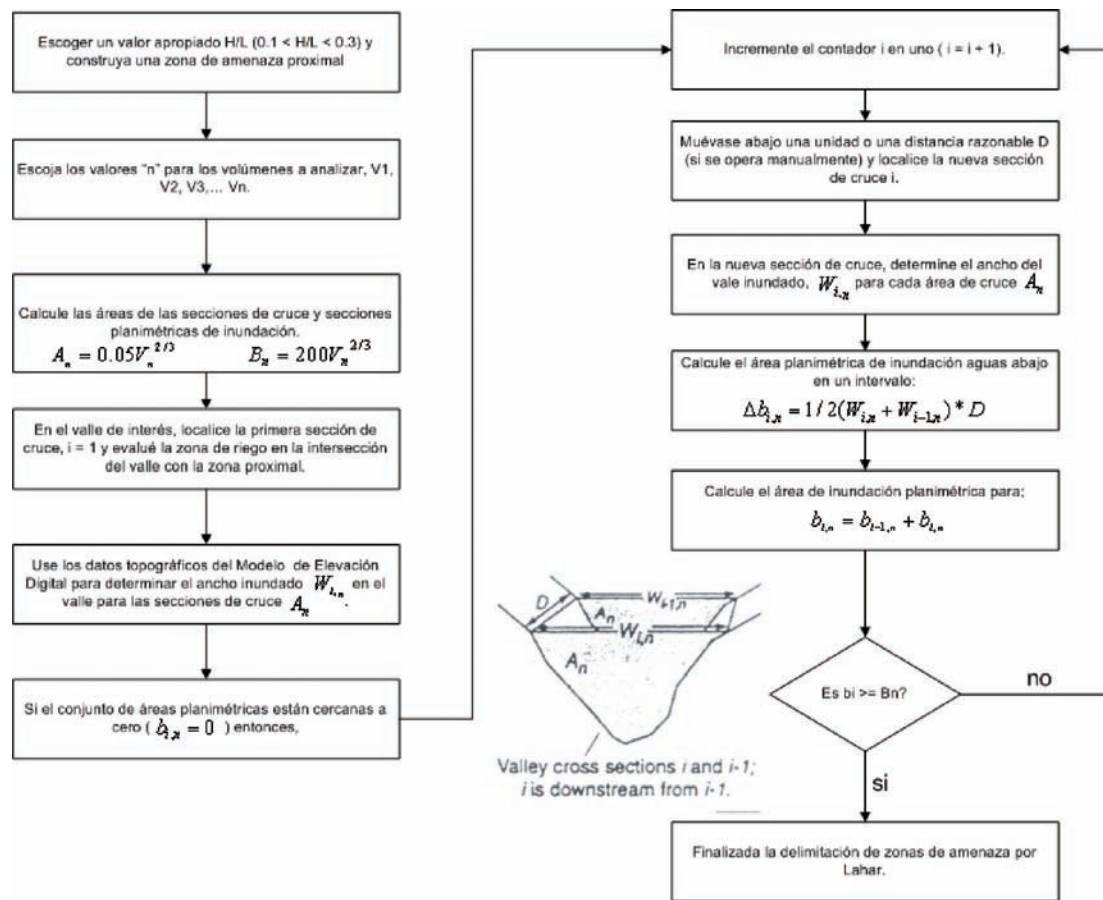


Figura 7.4. Diagrama de flujo del algoritmo utilizado para la implementación del delineamiento de la zona de riesgo. Tomado de Iverson et al (1998).

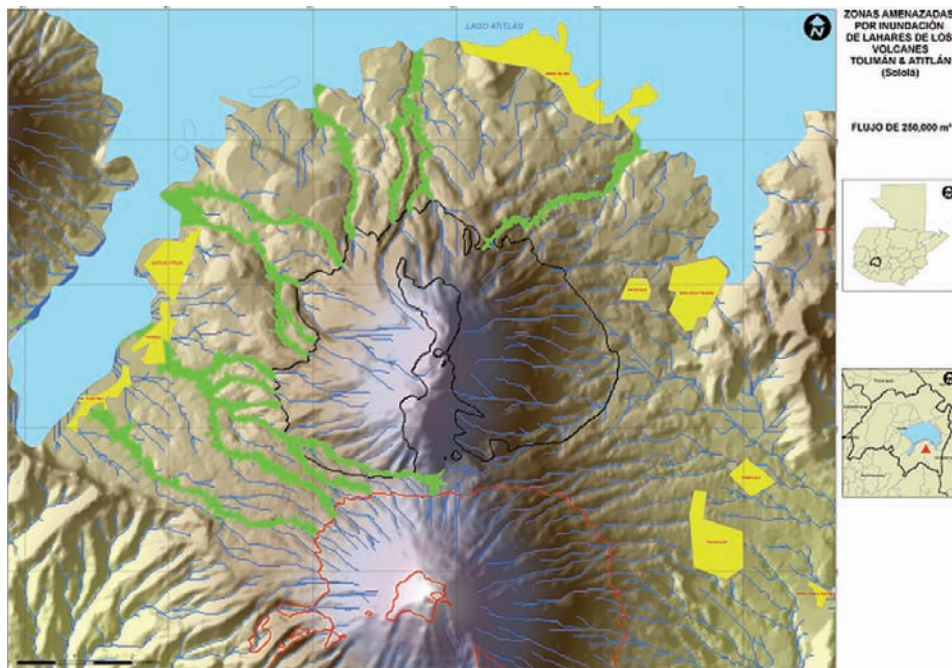


Figura 7.5. Mapa que muestra zonas de inundación con un volumen de 250,000 m³. El Mapa Digital del Terreno usado en las corridas de Lahar está basado en información digital de Laboratorio SIG del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

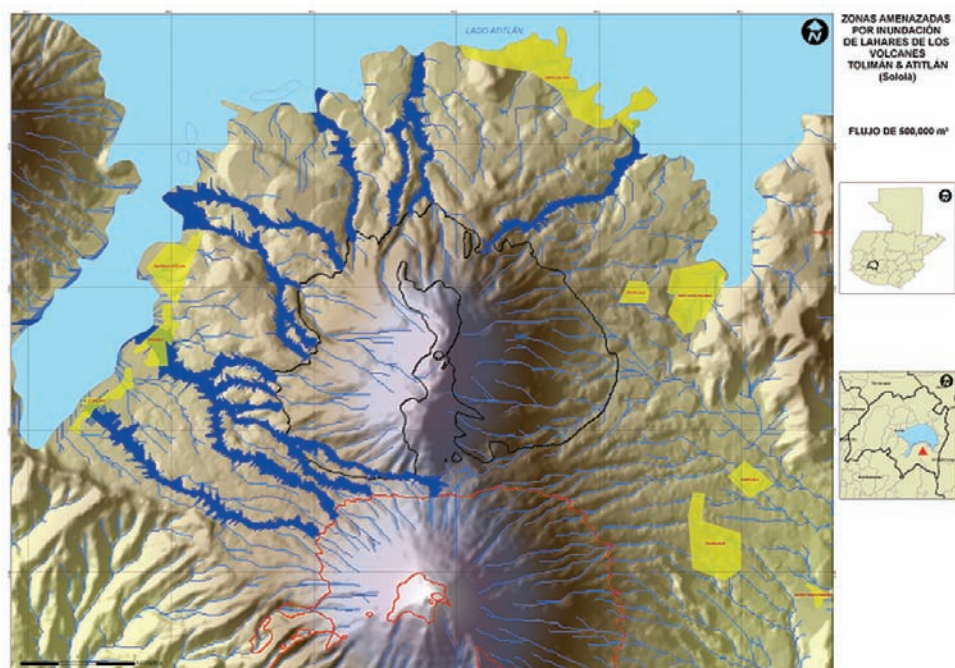


Figura 7.6. Mapa que muestra zonas de inundación con un volumen de 500,000 m³.

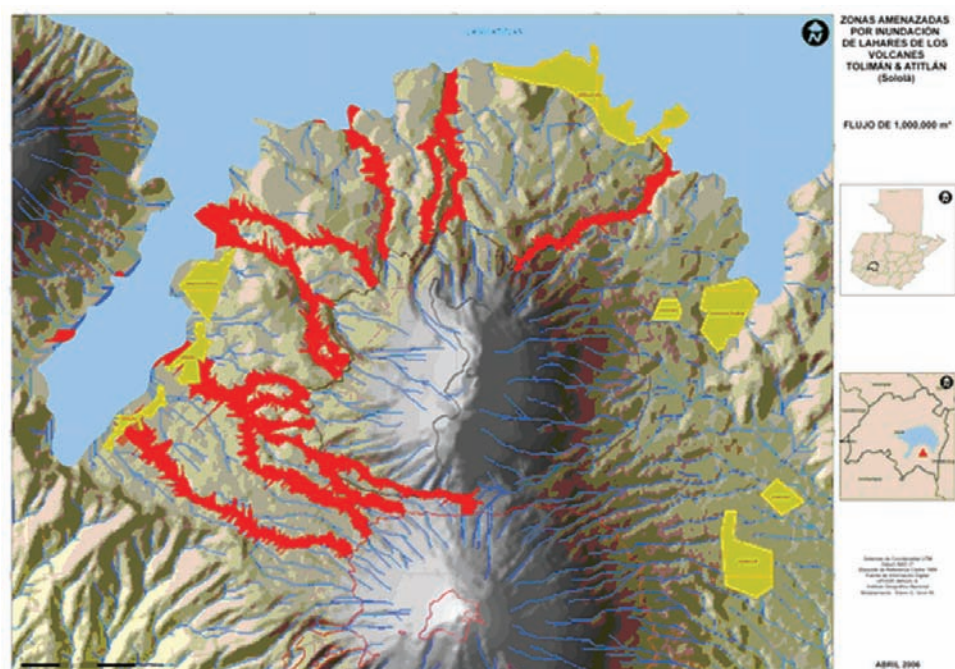


Figura 7.7. Mapa que muestra zonas de inundación con un volumen de 1, 000,000 m³

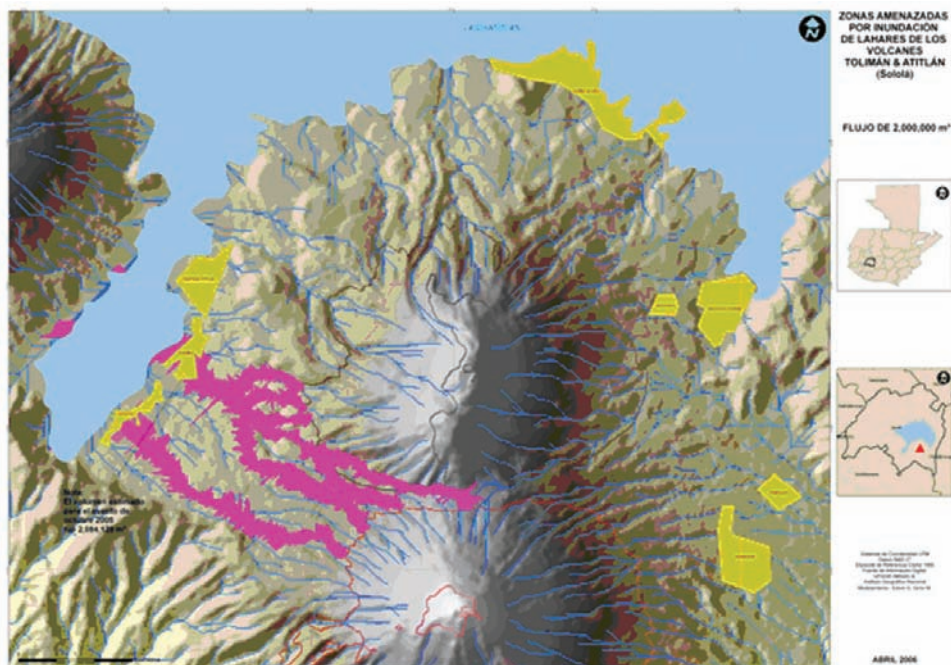


Figura 7.8. Mapa que muestra zonas de inundación con un volumen de 2,000,000 m³

Las simulaciones realizadas constituyen una primera aproximación para simular distintos escenarios de riesgo en el área de Santiago Atitlán. Sin embargo, la topografía local sugiere que la distribución de los flujos en la parte baja de las microcuencas puede ser mucho más amplia de lo que muestran las simulaciones realizadas. Otros canales que no han sido considerados dentro de este estudio no deben considerarse necesariamente como áreas libres de riesgo. Los desprendimientos de tierra y lahares provenientes de otros canales no mostrados en los mapas podrían amenazar también la vida y propiedad de los pobladores.

En los mapas anteriores, pareciera que el ancho de los canales de drenaje, de los diversos flujos no varía conforme se van cambiando los volúmenes utilizados. Esto se debe principalmente al modelo digital del terreno utilizado, ya que tiene como base una cartografía escala 1: 50,000. Naturalmente, disponiendo de una imagen de mejor resolución y procesando la misma, se obtendría un mejor modelo digital del terreno, y por ende, se obtendrían algunas mejoras en la diferenciación de los anchos de los flujos en los canales de drenaje, pero esto sería relativo, ya que en la realidad, el ancho de los canales no variaría mucho, principalmente la variación es en profundidad. Una mejor diferenciación con respecto a su ancho de los diversos flujos se va definiendo mejor en los conos de deyección de los canales, en donde la topografía juega, con el cambio del valor de las pendientes un papel primordial.

8.. CAPITULO VIII

Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados del diagnóstico de riesgos por deslizamientos y flujo de detritos permiten formular las siguientes conclusiones y recomendaciones para la gestión de riesgos del municipio de Santiago Atitlán.

8.1. Conclusiones

- Las características fisiográficas, geológicas, e hidrometeorológicas de la zona ocasionan la presencia de diversas amenazas naturales entre las cuales se han identificado deslizamientos, flujo de detritos, y el descenso del nivel del lago. Los modelos elaborados de amenaza por deslizamientos y flujo de detritos han aportado evidencias e instrumentos para toma de decisiones que permitan implementar una gestión preventiva de riesgos. Otra amenaza adicional que necesita estudiarse más a fondo Sin embargo, es necesario profundizar en la dinámica de las fluctuaciones del nivel del agua del lago.
- Las características socioeconómicas y de infraestructura documentadas, así como los niveles de exposición de las comunidades de Panabaj y Tzanchaj y los cantones de Pachichaj-Panul-Chuul a las amenazas por flujo de detritos indican que son altamente vulnerables por este tipo de fenómeno natural. Las estrategias para la reducción de vulnerabilidades apuntan al fortalecimiento de las instituciones locales, particularmente la Municipalidad de Santiago Atitlán y la Sociedad Civil, la elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial para el Municipio (que serviría de base para la subsecuente formulación del Plan de Desarrollo Turístico), y Planes de Ordenamiento Urbano.

Las intervenciones estructurales para reducción de vulnerabilidades, particularmente la implementación de obras de infraestructura, incluyendo canales y presas para retención de sedimentos, se ha considerado por parte de los involucrados de baja viabilidad económica y financiera y de poca efectividad técnica para la reducción de desastres similares al ocurrido el 5 de octubre del 2005.

- La integración de amenazas y vulnerabilidades permitió la delimitación espacial de polígonos de alto riesgo donde, de acuerdo al margo legal vigente, queda prohibida la construcción nueva infraestructura pública y privada. Al momento de redactar este informe los tomadores de decisiones se encontraban en una fase intensiva de localización de áreas de bajo riesgo para movilizar a los ciudadanos que residen en zonas de alto riesgo. La falta de un mapa de tenencia de la tierra para el municipio dificulta notablemente esta labor. Sin embargo, algunos sectores de la Sociedad Civil han emprendido esfuerzos con tecnologías locales para la búsqueda de terrenos en el norte del municipio donde la amenaza por flujo de detritos es baja.
- Los escenarios de riesgos establecidos demandan un diálogo permanente entre los involucrados para la búsqueda de soluciones consensuadas. Esto involucra la formulación de una Estrategia de Gestión de Riesgos para el municipio la cual debe de estar acompañada de un Plan de Acción que incluya intervenciones concretas en el corto, mediano, y largo plazo. El fortalecimiento de CONRED, a nivel nacional y municipal, es fundamental como el actor pionero y de mayor relevancia en la temática de reducción de desastres.

8.2. Recomendaciones

- Los modelos de riesgo elaborados en este estudio constituyen una muy buena primera aproximación para la gestión de riesgos del municipio. Sin embargo, algunos factores condicionantes de las amenazas han sido inferidos a partir de indicadores secundarios por no contar con fuentes directas. Tal es el caso de los caudales los cuales por no contar con aforos en las microcuencas han sido inferidos a partir de la geomorfología de la zona. El mapa de isoyetas construido también es altamente interpretativo ya que únicamente se cuenta con una estación de lluvia para la zona.

Estos escenarios sugieren que es necesario mejorar la red hidrometeorológica de la zona lo cual el INSIVUMEH no puede llevar a cabo sin que se le asignen los recursos económicos. Por otro lado, se recomienda la formulación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) por flujo de detritos en base a datos de lluvia. Aunque la pronunciada topografía de la zona puede incidir en un tiempo de concentración muy pequeño resulta imprescindible cuando menos establecer un proyecto piloto ya que los datos de lluvia de la estación en Santiago muy bien pueden contribuir a la formulación del SAT.

Del mismo modo, se considera de alta prioridad la implementación de una estación limnimétrica con objeto de monitorear la fluctuación de niveles del lago y de este modo elaborar un modelo de las

dramáticas fluctuaciones que han afectado al lago los últimos 45 años. El perfeccionamiento y mejoramiento de los modelos aquí presentados requiere de la implementación de algunas de las medidas previamente citadas.

- Para la reducción de vulnerabilidades en el municipio de Santiago Atitlán se considera prioritaria la formulación y posterior implementación de las siguientes medidas:
 - i) Plan de Fortalecimiento Municipal, el cual se formula en sus componentes administrativo y técnico, con enfoque de gestión de riesgos, como parte de este proyecto;
 - ii) Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Santiago Atitlán;
 - iii) Elaboración de un Plan de Ordenamiento Urbano para la cabecera municipal;
 - iv) Construcción de capacidades en gestión de riesgos para la Sociedad Civil;
 - v) Establecimiento de una mesa de diálogo que permita el incremento en la cohesividad de la población y el alcance de consensos para la gestión de los riesgos.
- Los polígonos de alto riesgo delimitados en este estudio presentan formidables desafíos para los involucrados. Los retos derivados no pueden resolverse con la implementación de un solo proyecto. Por lo tanto se recomienda la elaboración de una Estrategia de Gestión de Riesgos la cual sirva de base para la formulación de un Plan de Acción que contenga intervenciones en el corto, mediano, y largo plazo.

Como parte de este proyecto se incluye una muestra indicativa de proyectos que constituye una muy buena primera aproximación de las acciones que podrían implementarse. Se recomienda la movilización de la población emplazada en sectores de alto riesgo a zonas de mayor seguridad. Los tomadores de decisiones se encontraban trabajando activamente al respecto al momento de escribir este reporte.

- Los desastres vinculados con el Huracán Stan han rebasado significativamente la capacidad de CONRED para enfrentar las emergencias por lo que se considera de muy alta prioridad el fortalecimiento de esta institución en sus diferentes niveles (nacional a local). Al momento de escribir este reporte CONRED contaba solamente con un delegado para la región, la cual incluye 18 municipios uno de los cuales es Santiago Atitlán. Sin embargo, CONRED ha iniciado recientemente un proceso intenso de reingeniería y mejora continua por lo que se espera que en el corto plazo mejore la eficacia y eficiencia de esta institución.



UNIÓN EUROPEA

