

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO

1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivos generales	3
2.2 Objetivos específicos	3
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	4
3.1 Formación del equipo de trabajo	4
3.2 Trabajo de campo	5
3.3 Elaboración de fichas de campo	5
3.4 Estudio hidrológico	5
3.5 Determinación de las zonas de amenaza	6
3.6 Presentación de resultados del Taller participativo	6
3.7 Integración de la información	7
4. CACRACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	8
4.1 Clima	8
4.2 Vegetación	9
4.3 Geología	9
4.4 Tipos de suelo	11
4.5 Hidrología	11
4.6 Caracterización y distribución de la población	19
4.7 Población afectada por los terremotos	20
4.8 Albergues y sitio de reubicación	21
4.9 Organización de la comunidad	21
5. AMENAZAS	23
5.1 Amenazas geológicas potenciales	23
5.2 Amenazas hidrológicas potenciales	25
5.3 Zonas de amenaza	26
6. POBLACION BAJO RIESGO	28
6.1 Población bajo riesgo por amenaza geológica	28
6.2 Población bajo riesgo por amenaza hidrológica	29
6.3 Trabajo con la comunidad	33
7. SÍNTESIS E INTEGRACION	35
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
8.1 Conclusiones	
8.2 Recomendaciones	

ANEXOS

INDICE DE ANEXOS:

ANEXO

- 1 Mapa de ubicación del municipio de Colón y zona en estudio.
- 2 **Datos de precipitación**
- 3 Datos de pérdida de suelo
- 4 Mapa geológico de área de estudio.
- 5 Secciones transversales
- 6 Plan de emergencia municipal
- 7 Informe hidrológico
- 8 Mapa de mamenaza
- 9 Informe de Taller y listas de asistencia

PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO:

Por la Cooperación Suiza

Ing. Frank Phillipposian	Director General del Proyecto
Ing. Federico Castellanos	Director Administrativo del Proyecto
Geólogo Julio Rubio	Director Técnico del Proyecto
Ing. Cedrick Egger	Especialista Hidrogeólogo.
Ing. Christoph Lemann	Especialista Hidrólogo
Arq. Ernest Rüegg	Especialista en Reconstrucción

Por la Municipalidad de Colón

Sr. Guillermo González Huevo	Alcalde Municipal
Capitán Oscar Pérez y Pérez	Comando de Ingenieros de la Fuerza Armada
Sra. María Esther Hernandez de Cruz	Concejal de la Alcaldía de Colón y Responsable de promoción social.
Sra. Martha Ruth Lázaro	Concejal de la Alcaldía de Colón.
Sr. José Luis Hernández	Concejal de la Alcaldía de Colón.
Sr. Ricardo Mejía	Concejal de la Alcaldía de Colón

Grupo Técnico Nacional

Ing. Armando Cristales	Coordinador del Grupo
Geóloga Mabel de Sánchez	Geología
Lic. Juan José Medrano	Aspectos Sociales
Ing. Salvador Enrique Martínez	Hidrología

AGRADECIMIENTOS:

Al Sr. Guillermo Huevo, Alcalde de la Ciudad de Colon por su decidido apoyo y valiosa colaboración para la ejecución del presente estudio.

Al Capitán Oscar Pérez, Oficial del Comando de Ingenieros de la Fuerza Armada un reconocimiento especial por su valioso apoyo logístico y colaboración en el levantamiento de la información de campo.

A la Sra. María Esther Hernandez de Cruz, Concejal de la Alcaldía Municipal por su incondicional apoyo en el levantamiento de la información de campo.

RESUMEN EJECUTIVO

En este documento se presentan los resultados de una investigación rápida realizada en el municipio de Colón en relación con los daños ocasionados por los sismos ocurridos en El Salvador los días 13 de enero y 13 de febrero del año en curso.

El trabajo se enmarca dentro del proyecto **Apoyo local en El Salvador para prevención de desastres** que se ejecuta por medio de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación y el organismo Ayuda Humanitaria y Cuerpo Suizo de Socorro en caso de desastre, en coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Con esta actividad, la Agencia Suiza se propone en primer lugar, entregar a las autoridades municipales de Colón un documento que contenga información que ayude a la toma de decisiones orientadas a mitigar los impactos adversos ocasionados por los sismos y en segundo lugar, entrenar a profesionales salvadoreños en la evaluación de zonas de desastre, así como en la identificación de amenazas potenciales, dotando con ello al país de personal capacitado en esta área de estudio en particular.

Debido a los sismos en referencia, el municipio de Colón resultó severamente dañado en amplias áreas del suelo y en la infraestructura habitacional. El daño ha sido más notable en las zonas altas del municipio, por lo que se estableció como área de estudio la zona norte de la Cordillera del Bálsamo comprendida dentro del municipio hasta el cauce del río Colón, incluyendo la falda suroeste del volcán de San Salvador desde la altura de El Boquerón hasta el núcleo urbano de Colón.

El trabajo se orientó al análisis de tres áreas temáticas como son: 1) Determinar el nivel de estabilidad o fragilidad de amplias áreas en donde podrían ocurrir deslizamientos de considerables volúmenes de tierra; 2) Analizar los cauces y caudales de los ríos y quebradas que drenan por el municipio, particularmente el río Colón, y su comportamiento durante la época lluviosa y 3) Identificar y caracterizar las poblaciones que residen en zonas bajo amenaza, todo con el propósito de identificar zonas que representen peligro para la población y contribuir con ello a salvar vidas humanas.

El estudio se inició a finales del mes de abril del presente año y fue realizado en forma conjunta por un grupo de profesionales salvadoreños contratados por la Agencia Suiza y por personal asignado por la municipalidad de Colón, que fueron asesorados en todo momento por expertos de Ayuda Humanitaria y Cuerpo Suizo de Socorro, quienes acompañaron al grupo nacional en las diversas actividades que se realizaron.

El trabajo de campo se realizó dividiendo el área de estudio en 10 zonas determinadas por las microcuencas o área de escurrimiento de los principales ríos y quebradas que drenan por el municipio, las que se enumeraron en forma correlativa de 1 a 10 en el sentido norte-este-sur. En estas cuencas se realizó una especie de inventario de los deslizamientos más importantes observados y se estimó el volumen de suelo removido. También se determinaron los caudales promedios en épocas lluviosas normales y en épocas lluviosas extremas.

Para sistematizar el registro de la información se elaboraron fichas para cada microcuenca y para cada deslizamiento analizado, registrando un total de 19 deslizamientos con volumen estimado que va de 90 a 1,800,000 m³ de material removido por microcuenca.

En la siguiente tabla se presentan los nombres y los datos más importantes de cada una de las microcuencas referidas.

Datos de microcuencas en estudio

No.	Nombre de microcuenca	Superficie (km ²)	Pendiente promedio (%)	No. de deslizamientos	Suelo removido (m ³)	Caudal normal (m ³ /s)	Caudal extremo (m ³ /s)	Característica principal
1	Casa Blanca	8.63	3.5	2	208,000	6.5	37.1	En la zona baja se encuentra la ciudad de Colón
2	La Periquera	2.05	8.5	3	49,180	2.9	17.4	En la zona baja se localiza el balneario de Los Chorros
3	Quezaltepec	7.20	6.0	3	90	6.1	16.1	En la zona baja se localiza la colonia Santa Eduvigis
4	San Luis	1.68	7.0	1	335,000	2.0	12.1	Aportó la colada de lodo a la Carretera Panamericana el 13 de enero
5	El Pino	1.43	6.0	3	105,805	1.5	9.4	
6	El Astillero	3.33	4.8	3	1,800,000	2.7	16.1	
7	Las Marías	0.73	10.0	---	20,000	1.4	8.5	
8	Madrid	0.18	19.0	1	70,000	0.4	2.7	En la zona baja se localiza la colonia Madrid
9	San Antonio	4.13	11.0	2	305,000	2.6	20.5	Localizada al sur del cantón Lourdes
10	Malacara	8.75	2.0	1	205,000	5.6	32.3	Localizada al sur del cantón Lourdes

Se identificaron amenazas de tipo geológicas e hidrológicas. En relación con las amenazas geológicas, los perfiles verticales de los deslizamientos observados muestran la conformación del suelo en la zona, el cual generalmente está estructurado por estratos o capas de diferentes clases de materiales, observándose en la mayor parte del terreno la presencia de capas inferiores constituidas por material suelto (lapilli) conformado por arena y grava fácilmente removible, que le confiere gran inestabilidad a los estratos superiores. También se observó en la cima de las colinas la presencia de fracturas o grietas que cortan amplios bloques del suelo; se asume que por dichas grietas se infiltrará el agua lluvia incrementando el peso de los materiales ya inestables, con el consiguiente riesgo de deslizamiento hacia zonas bajas.

Las amenazas hidrológicas pueden ocurrir durante la época lluviosa debido a la formación de represamientos en el río Colón originados por deslizamientos de tierra que formarían una especie de diques, impidiendo temporalmente el flujo natural del agua y provocando inundaciones aguas arriba del deslizamiento, así como desbordamientos del cauce aguas abajo al romperse los diques artificiales. Además, el vertido de diferentes tipos de materiales está elevando el lecho natural del río, lo que incrementa la posibilidad de inundaciones en las zonas bajas.

Identificadas las zonas de amenaza geológica e hidrológica se pasó a identificar los asentamientos humanos localizados en dichas zonas, agrupándolos en cuatro diferentes sectores, de acuerdo al tipo de amenaza al que están expuestos: 1) Viviendas bajo riesgo por inestabilidad del suelo en la cima de las colinas, constituidas por la población localizada en las fincas El Astillero, Los Cedros y Las Marías; 2) Viviendas localizadas en zonas bajas con riesgo de deslizamiento, constituidas son el núcleo urbano de Colón y las colonias San José del Río, Madrid y Veracruz, localizadas al sur del centro urbano; colonias Zaldaña San Luis y San Pedro, situadas al norte del centro urbano; colonias Santa Eduvigis y El Manguito situadas al este de la ciudad de Colón y colonia Las Delicias en el cantón Lourdes; 3) Viviendas localizadas en zonas de riesgo por inundación debido a crecidas máximas o a la formación de diques en el cauce del río, como son las familias localizadas en las riberas del río Colón en el tramo desde la Colonia San José del Río hasta la Colonia Veracruz y 4) Viviendas bajo riesgo por desbordamiento del río localizadas en zonas bajas en el sector sur del cantón Lourdes. Esta situación se muestra en la lámina que se presenta en el Anexo 11.

1. INTRODUCCION

Como consecuencia de los eventos sísmicos ocurridos en el país durante los meses de enero y febrero del corriente año, gran parte de la infraestructura habitacional así como grandes extensiones de la superficie del suelo se vieron severamente afectadas por deslizamientos de tierra. Tanto el daño en las viviendas como el daño en el suelo condujo al desplazamiento de amplios sectores de la población que vivían en zonas que resultaron mayormente afectadas, debiendo trasladarse hacia sitios considerados más seguros.

Esta situación ha llevado a que el gobierno central y los gobiernos municipales, con el apoyo de diversos organismos e instituciones nacionales e internacionales se encuentren desarrollando una intensa labor de reconstrucción orientada a mitigar las necesidades de la población y restablecer en lo posible las condiciones existentes antes de los terremotos.

Ante esta circunstancia conviene considerar tres situaciones en particular: 1) Las instalaciones en donde se han establecido las poblaciones desplazadas son de carácter temporal, 2) Existe población residiendo en zonas que representan amenaza y 3) Se ha emprendido un plan de construcción, reconstrucción y rehabilitación de la infraestructura dañada.

Estas consideraciones vuelven necesaria la realización de investigaciones y estudios orientados a determinar la vulnerabilidad de amplias áreas afectadas por los sismos y ofrecer información específica que permita apoyar técnicamente las labores de reconstrucción.

Dentro de este contexto, por medio de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación y del organismo Ayuda Humanitaria y Cuerpo Suizo de Socorro en casos de desastre, en coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales se está ejecutando el proyecto **Apoyo Local en El Salvador para prevención de desastres**, mediante el cual se ha realizado un estudio técnico en el municipio de Colón, en el departamento de La Libertad, municipio que resultó severamente dañado por los sismos.

El análisis de la información obtenida permite concluir que existen amplios sectores de la población viviendo en áreas bajo amenaza, habiéndose contabilizado 327 viviendas habitadas que en la actualidad se encuentran expuestas a amenaza geológica y 189 expuestas a amenaza hidrológica. El total de viviendas que se encontraban en esas zonas de amenaza geológica antes de los sismos era de 817 y las que se encontraban bajo riesgo hidrológico son 189.

Posterior al terremoto del 13 de enero las autoridades municipales establecieron dos lugares para albergue temporal de la población directamente afectada. Uno de los albergues se localiza en las instalaciones del beneficio de café Agua Fría, en el cantón El Capulín en donde se atienden 265 familias. El otro albergue se encuentra en el cantón Cuayagualo y en el se da protección a 170 familias.

La municipalidad ha adquirido un terreno de 25 manzanas localizado en el cantón El Cobanal, en donde se construirán 450 viviendas, con lo que se pretende encontrar una solución habitacional definitiva para 146 familias procedentes del albergue Agua Fría, 170 familias localizadas en el albergue Cantarrana y 134 familias que aun residen en las proximidades del núcleo urbano de Colón.

No obstante este esfuerzo, aun se encuentran muchas viviendas habitadas en zonas consideradas de alto riesgo. Durante el estudio se identificaron esos núcleos poblacionales, los que se han registrado en el mapa de amenaza elaborado y será labor del Consejo municipal, asesorado y apoyado por el Comité de Emergencia Municipal y con el consenso de líderes comunales y de la población directamente afectada, planificar y decidir el reasentamiento de las poblaciones en referencia.

2. OBJETIVOS:

2.1 Objetivos Generales:

- ◆ Realizar el reconocimiento y análisis de las condiciones y daños dejados por los terremotos del 13 de Enero y 13 de febrero en el Municipio de Colón, con el objeto de identificar zonas de amenaza, prevenir la ocurrencia de mayores desastres y contribuir con ello a salvar vidas de personas que se encuentran en zonas de alto riesgo.
- ◆ Promover a través del Programa de Ayuda Humanitaria de COSUDE, la capacitación de profesionales salvadoreños en la evaluación de riesgos y prevención de desastres.

2.2 Objetivos Específicos:

- ◆ Conocer y evaluar los principales deslizamientos de suelo ocurridos en el municipio de Colón a causa de los terremotos ocurridos en el país en los primeros meses del año
- ◆ Determinar el nivel de amenazas producidas por los deslizamientos en cada una de las microcuencas de la zona en estudio.
- ◆ Realizar un análisis hidrológico con el objeto de identificar las zonas con mayor amenazas de inundación.
- ◆ Identificar los núcleos poblacionales que se encuentran en riesgo debido a las amenazas ocasionadas por los terremotos
- ◆ Elaboración de un documento técnico que sirva de apoyo a las autoridades municipales de Colón para la toma de decisiones en la elaboración de un plan de acción para mitigar los impactos adversos generadas por los terremotos

3. METODOLOGIA DE TRABAJO:

Para la realización del estudio se ha procurado obtener toda la información relacionada con el municipio, lo que incluye adquisición de fotografías aéreas, mapas, hojas cartográficas en escalas disponibles, datos climatológicos y datos de población entre otros.

Para fines prácticos se subdividió el municipio en diez zonas delimitadas por las cuencas o áreas de escurrimiento de los principales ríos y quebradas. En estas zonas se han realizado inspecciones técnicas para determinar el grado de riesgo por deslizamientos del suelo; se ha estimado la superficie afectada por deslizamientos, el volumen de suelo removido y se ha relacionado esta información con el caudal de los ríos, para determinar posibles represamientos de agua que podrían ocasionar inundaciones tanto en la zona alta del río como en las zonas bajas.

3.1 Formación del equipo de trabajo

El equipo de trabajo se formó con la participación de los técnicos nacionales y los asesores de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Colaboración (COSUDE) y Ayuda Humanitaria Cuerpo Suizo de Socorro en caso de Catástrofe AH-CSS juntamente con los concejales, promotores sociales de la Alcaldía de Colón. La fuerza Armada de El Salvador a través del Comando de Ingenieros (CIFA), nombró a una persona responsable del apoyo logístico, quien facilitó la realización de las visitas de campo y la disponibilidad de seguridad y transporte para el grupo de trabajo.

El equipo Nacional fue orientado para la ejecución del trabajo de campo por los expertos de COSUDE – AH-CSS.

La identificación de las familias en situación de amenaza fue realizada por el sociólogo del grupo nacional en coordinación con los promotores y concejales de la alcaldía y la participación de los líderes de las diferentes comunidades visitadas. Asimismo se realizó una reunión informativa para explicar los alcances del estudio a los representantes de diversas instituciones y líderes de las comunidades.

3.2 Trabajo de Campo

La obtención de la información de campo se orientó en dos componentes: La información técnica y la información social. La información técnica se realizó en dos áreas: La elaboración de las fichas de presentación de resultados de los principales deslizamientos de suelo ocurridos a causa del terremoto en cada una de las microcuencas en estudio y la obtención de la información hidrológica básica para calcular los posibles escenarios de inundación que se presentaran en el río Colón.

3.3 Elaboración de Fichas de Campo

Las fichas de campo se consideran el elemento principal para lograr la caracterización de las amenazas existentes en las microcuencas estudiadas. La información contenida en la ficha se refiere a los siguientes aspectos: lugar visitado, caracterización de la amenaza, elementos expuestos y medidas recomendadas. Se elaboraron un total de 25 fichas para los deslizamientos principales de cada microcuenca en estudio, obteniendo posteriormente una ficha resumen.

3.4 Estudio Hidrológico:

Para llevar a cabo el estudio hidrológico se recopiló la información básica siguiente: Datos de precipitación pluvial de las estaciones climatológicas de la zona de influencia del proyecto, áreas de recogimiento de las cuencas, cantidad estimada de los deslizamientos de suelo y el área de las secciones transversales del río Colón. Las secciones transversales sirvieron para determinar las crecidas normales del río Colón (caudal normal en época lluviosa) sobre la base de la información proporcionada por los vecinos. Con las marcas de agua y la interpretación de los vecinos, se calcularon las áreas de dichas secciones.

Los criterios para la ubicación de las secciones fueron los siguientes: Puntos de intersección de las microcuencas con el río “Los Chorros”, sitios con lecho superior muy bajo con posibilidades de desbordamiento y presencia de asentamientos humanos y sitios de descarga de agua lluvias y negras de las colonias.

El cálculo de las secciones y las curvas de precipitación máxima de las lluvias, sirvieron como patrón para comparar los caudales determinados en las microcuencas. La información anterior sirvió para definir los escenarios de precipitación siguientes:

- Tormenta sobre toda la cuenca.
- Tormenta desde Norte-Oriente y,
- Tormenta desde el Sur-Occidente.

El estudio hidrológico fue realizado por el Dr. Christoph Lemann. El escenario de **“Precipitación Total”** fue seleccionado para la determinación de las zonas de amenazas.

3.5 Delimitación de las Zonas de Amenaza

Esta se realizó en las fases siguientes:

- Fase 1 Determinación de procesos y volúmenes de materiales sueltos en las cuencas laterales.
- Fase 2: Formación de escenarios y de sus efectos respectivos y
- Fase 3: Delineación de zonas de alto riesgo.

3.6 Presentación de resultados del taller participativo

Los resultados del estudio fueron presentados al público en una jornada de 2 días que incluyó la visita de campo a algunos de los sitios mencionados en el presente informe. El objetivo primordial del taller fue la de analizar la problemática expuesta por los diferentes sectores involucrados y proponer un plan de acción ante las amenazas por la estación lluviosa del 2001. Se realizaron dos reuniones informativas: la primera realizada el día 28 de Abril y convocada por la alcaldía de Colon para dar a conocer los resultados preliminares del estudio a las autoridades del Municipio, organismos de Socorro y representantes del Gobierno central y la Asamblea Legislativa y la segunda reunión realizada el 5 de mayo fue la presentación final de los resultados del estudio.

En la primera reunión asistieron 30 personas representando a 16 instituciones: Unidad de Salud, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Comité de Emergencia Nacional (COEN), Asamblea Legislativa, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Cruz Verde, Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal (ISDEM), Fuerza Armada de El Salvador (FAES), CIFA, Médicos del Mundo, el canal de televisión TV 12, El Diario de Hoy, Juzgado de Paz de Colón, Alcaldía Municipal y comunidades del municipio.

El día 5 de mayo participó un número mayor de 54 personas representando a diferentes instituciones como: Cruz Roja, ISSS, PNC, Cruz Verde, MARN, ISDEM, Plan de Nación, Médicos del Mundo, Gobernación departamental de La Libertad, Corporación de Municipalidades de la República de El Salvador (COMURES), Medios de comunicación social, Alcaldía Municipal de Colón y representantes de comunidades del municipio.

En el segundo taller realizado el 5 de mayo, se organizaron 4 grupos de trabajo con el objeto que discutieran y propusieran recomendaciones y soluciones a los problemas expuestas. Se formaron los grupos de la siguiente manera: El grupo conformado por los líderes de las comunidades, instituciones de servicio (PNC, Cruz Roja, Cruz verde y Fuerza Armada), Grupo de instituciones Gubernamentales e Internacionales y el grupo conformado por el Alcalde y su Consejo.

Cada uno de los grupos propuso soluciones a se motivó la participación y discusión por parte de los asistentes en la identificación de opciones para la reducción de riesgos, así como en la formulación de estrategias de intervención de los sectores locales ante las posibilidades de amenaza y se trabajó en la formulación de un plan de acción al respecto. Las recomendaciones y soluciones propuestas por los diferentes grupos se resumen en el anexo No.9

4. CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El municipio de Colón se localiza en ambos lados de la carretera CA-1 que de San Salvador conduce hacia occidente del país; tiene un área de 84.5 Km² y administrativamente se divide en el núcleo urbano, 12 cantones, 30 caseríos y numerosas colonias y lotificaciones. La cabecera municipal se localiza en un terreno escabroso, en la margen derecha del tramo final del cañón formado por el cauce del río Guarumal o río Colón, a 415 metros sobre el nivel del mar (msnm) y a una distancia de 17 km. al oeste de la ciudad de San Salvador. El municipio esta situado entre los 13° 40' y los 13° 45' de Latitud Norte y entre los 89° 18' y los 89° 23' de Longitud Oeste. El mapa de ubicación se presenta en el Anexo 1.

4.1 Clima

De acuerdo con la elevación sobre el nivel del mar, la mayor parte del municipio se localiza en la zona climática de Sabanas tropicales calientes o tierra caliente, que comprende elevaciones de 0 a 800 msnm y con base a datos de la estación climatológica San Andrés, presenta una temperatura anual promedio de 23.3 °C. Al noreste y sureste se localiza una zona que presenta elevaciones entre los 800 y 1,200 msnm y corresponde a la zona climática Sabanas tropicales calurosas o tierra templada, y de acuerdo con datos de la estación Santa Tecla la temperatura anual promedio es de 20.6 °C.

Para los cálculos hidrológicos fueron utilizados los datos de precipitación pluvial de la estación meteorológica de Santa Tecla que registra una precipitación normal promedio anual de 154 mm y la precipitación mensual máxima es de 937 mm y ocurre durante el mes de Septiembre.

En el Anexo 2 se presentan los datos de precipitación registrados en la estación climatológica de Santa Tecla que fueron proporcionados por la Fundación PROCAFE, así como datos obtenidos en la Finca Las Marías I, localizada en la microcuenca del mismo nombre, en el municipio de Colón y que fueron utilizados para los análisis hidrológicos del estudio.

4.2 Vegetación

La vegetación natural está formada por el bosque húmedo subtropical fresco, con especies típicas como conacaste negro, ceiba, cedro, botoncillo, palo blanco, ciprés, tempisque, ojushte, barío. El bosque original de la zona ha sido sustituido casi en su totalidad por la siembra de café bajo sombra. En los árboles de sombra predominan especies del género *Inga* sp., así como diferentes especies de árboles frutales y forestales. Casi el 100% de la cobertura vegetal existente en el municipio es característica de las zonas cafetaleras, con su bosque artificial de árboles de sombra y el cultivo de café. La vegetación natural esta limitada a las zonas con pendientes muy fuertes y sitios escarpados localizados en los bordes de las quebradas.

En las partes bajas al sur oeste del municipio se observo vegetación característica de zonas de matorrales, con abundantes gramíneas rastreras y arbustos pequeños. Esta zona se encuentra muy alterada por la actividad humana principalmente por el pastoreo de animales y el establecimiento de lotificaciones y urbanizaciones. En un estudio realizado por la Fundación PROCAFE, se estimó la pérdida de 403 manzanas de café en el municipio de Colón. Las pérdidas reportadas por PROCAFE fueron desglosadas de acuerdo a la ubicación de las fincas cafetaleras en cada una de las en el municipio, como se muestra en el Anexo 3.

4.3 Geología

En el área de estudio se identifican tres diferentes formaciones geológicas: la Formación Bálsamo, que incluye los periodos Mioceno del Terciario y el Plioceno; la Formación Cuscatlán, que se refiere al periodo del Pleistoceno; y la Formación San Salvador, que presenta depósitos del Pleistoceno y el Holoceno.

La mayor parte de los materiales observados son tierras blancas provenientes correspondientes a la formación Cuscatlán así como rocas efusivas básicas intermedias de la formación Bálsamo, encontrándose abundantes tobas color café. La geología de la zona se muestra en el Mapa del Anexo 4.

En relación con las condiciones geológicas de un sitio determinado, la naturaleza del material mantiene una estrecha relación con el tipo de inestabilidad que puede producirse, condicionando la susceptibilidad de cada material a que desarrolle un movimiento determinado. Los terrenos en donde se producen los movimientos se pueden dividir en tres grupos:

1. **Macizos Rocosos:** constituyen un medio discontinuo que esencialmente se compone de bloques sólidos separados por discontinuidades. El comportamiento de un macizo rocoso generalmente depende de las características de las discontinuidades (estratificación, diaclasas, fallas) que presenta, así como por la litología de la roca matriz.
2. **Suelos:** El comportamiento de las masas de suelo se asemeja al de un medio continuo y homogéneo. Las superficies de rotura se desarrollan en su interior, sin seguir una dirección preexistente en principio.
3. **Rellenos:** Se agrupan bajo este concepto todos aquellos depósitos artificiales, o como acopio de materiales de desecho.

En lo que se refiere a deslizamiento, son movimientos que se producen al superarse la resistencia al corte del material y tienen lugar a lo largo de una o varias superficies o a través de una franja relativamente estrecha del material.

La masa desplazada puede deslizarse a una distancia variable de la superficie original de rotura, confundiéndose con el terreno natural y marcando una superficie de separación bien definida. Los deslizamientos rotacionales tienen lugar a lo largo de una superficie de deslizamiento interna, de forma aproximadamente circular o cóncava. En la superficie del terreno suelen aparecer grietas concéntricas y cóncavas en dirección del movimiento.

Deslizamientos traslacionales son aquellos en donde la masa del terreno se desplaza hacia afuera y abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o suavemente ondulada, con pequeños movimiento de rotación. Es común que el movimiento de la masa deslizada hace que ésta quede sobre la superficie original del terreno.

4.4 Tipos de Suelo

En el municipio se encuentran principalmente dos tipos de suelos, los de la clase Regosoles y Aluviales Entisoles, que corresponden a áreas a nivel o ligeramente inclinadas típicas de valles aluviales. Son suelos de origen reciente aun sin desarrollo, de textura por lo general mediana y con drenaje restringido. Son suelos de alta productividad agrícola mecanizada, aptos para todo tipo de cultivo como son cereales, caña de azúcar y pastos.

La otra clase es la de los suelos Litosoles y Regosoles Entisoles que corresponden a lomas y montañas muy accidentados. La roca madre predominante es toba consolidada mezclada con lavas y aglomerados volcánicos. Son suelos no desarrollados de textura moderadamente gruesa, no muy profundos y frecuentemente pedregosos. Su potencial agrícola es bajo a moderado en donde predominan cultivos permanentes. Son áreas de protección, más adecuadas para la reforestación.

4.5 Hidrología

La hidrología superficial está constituida principalmente por el río Colón que se forma a partir de la confluencia de la quebrada El Sisimite y el Zanjón de La Periquera, confluencia que ocurre 2 km. al oeste de la ciudad de Nueva San Salvador. Al inicio, a este río se le llama El Guarumal, en las proximidades de la ciudad de Colón se le llama Los Chorros y aguas debajo de la ciudad de Colón se le conoce como río Colón. Su longitud dentro del municipio es de aproximadamente 16 km. hasta su llegada al valle de Zapotitán en donde parte de sus aguas son utilizadas en el distrito de riego, para luego desembocar en el río Sucio. En su mayor parte transcurre por la margen izquierda y ligeramente en paralelo con la Carretera Panamericana y, a partir del sitio conocido como El Poliedro hasta el cantón Lourdes, transcurre en paralelo con la carretera que conduce a Sonsonate.

Para el estudio realizado la cuenca del río Colón se subdividió en diez microcuencas, las cuales fueron enumeradas en orden correlativo del 1 al 10 asignándoseles el nombre basándose en la quebrada más predominante en la microcuenca, quedando estas de la siguiente manera:

1. Casa Blanca
2. La Periquera

3. Quezaltepec
4. San Luis
5. El Pino
6. El Astillero
7. Las Marías
8. La Madrid
9. San Antonio
10. Malacara

Para una mejor comprensión del siguiente capítulo conviene utilizar algunos conceptos básicos, los cuales se definen y explican a continuación:

Cuenca: Es una zona de superficie terrestre en donde todas las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por un sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.

Una cuenca es un área definida por una línea imaginaria llamada “parte-agua” en donde se desarrollan todas las actividades humanas, y por medio de la cual se determinan las demandas del recurso.

Parte-agua: entendiéndose como tal a una línea imaginaria que es definida por una serie de puntos de mayor elevación.

Para la definición del parte-aguas se hace uso de mapas topográficos, mediante los cuales se puede conocer la conformación y configuración del terreno.

Pendiente: dentro de los métodos propuestos para caracterizar la pendiente de la cuenca, se puede considerar que la pendiente esta dada por:

$$P_{med.} = [(D) / L] * 100\%$$

Donde:

D = Diferencia de elevación entre curvas de nivel

L = Longitud entre curvas de nivel

El área de recogimiento o drenaje de cada microcuenca se tomo hasta los puntos de salida de las microcuencas, las cuales coinciden con los puntos de interés del presente estudio.

Cada un de esta microcuencas cuenta con características importantes las cuales se observan en la siguiente tabla:

Características de las microcuencas en la zona de estudio

Nombre de Microcuenca	Área en m²	Longitud cauce mas largo Km.	Pendiente en %
Casa Blanca	8,625,000	6	3.5
La Periquera	2,050,000	4	8.5
Quezaltepec	7,200,000	5	5.0
San Luis	1,675,000	2	7.0
El Pino	1,425,000	1.5	6.0
El Astillero	3,325,000	3	4.8
Las Marías	725,000	1	10.0
Madrid	175,000	0.5	19
San Antonio	4,125,000	5	11.0
Malacara	8,750,000	7	2.0

Para el estudio hidrológico se usaron datos de precipitación pluvial que fueron suministrados por PROCAFE, Santa Tecla.

Precipitación promedio mensual en las microcuencas estudiadas. Años 1998, 1999 y 2000

MES	PRECIPITACIÓN (MM) 1998	PRECIPITACION (MM) 1999	PRECIPITACION (MM) 2000
Enero	0.0	0.8	0.0
Febrero	0.0	0.4	0.0
Marzo	1.0	19.0	0.0
Abril	15.0	21.2	41.1
Mayo	113.8	74.6	185.2
Junio	173.3	195.2	261.6
Julio	530.2	309.0	196.4
Agosto	366.7	336.8	266.5
Septiembre	138.6	286.5	432.8
Octubre	367.8	122.3	181.1
Noviembre	374.2	0.0	49.4
Diciembre	1.6	0.0	0.0
Total	2082.2	1375.8	1614.1

En donde se puede observar que para el año 1998 la máxima precipitación se presentó en el mes de julio con un valor de 530.2 mm. Para el año 1999 la máxima se presentó en el mes de agosto con un valor de 336.8 mm. Y para el año 2000 el valor máximo fue registrado en el mes de septiembre. Por lo que se puede observar que las máximas precipitaciones en esta serie de tres años son presentadas entre los meses de julio a septiembre, dato que puede ser tomado como referencia para determinar los meses en que la lluvia es más copiosa en esta zona. Para mayor detalle sobre precipitación en la zona, los datos se presentan en el Anexo 2.

Con estos datos de precipitación fueron calculados los caudales para lo cual se contemplaron tres escenarios: uno para “invierno normal” con frecuencia de retorno de 5 a 10 años; un escenario tipo Huracán Mitch, con una frecuencia menor a 50 años, y un escenario mucho mayor al Mitch,

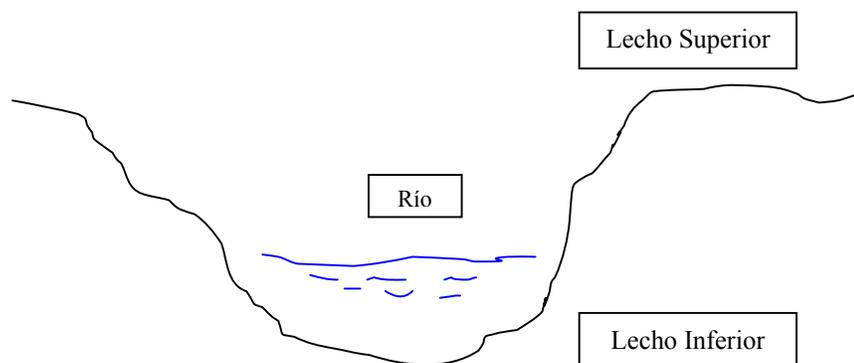
considerando tormentas con frecuencias mayores a 50 años. En la siguiente tabla se pueden observar los caudales de las quebradas para los escenarios “invierno normal” e “invierno extremo”.

Tabla 1. Caudales de las quebradas para los escenarios “invierno normal” y “extremo”

Quebrada	Superficie (Km ²)	Caudal “invierno normal” (m ³ /s)	Caudal específico (m ³ /s/Km ²)	Caudal “invierno extremo” (m ³ /s)	Caudal específico (m ³ /s/Km ²)
San Luis	1.68	2.0	1.2	12.1	7.2
El pino	1.43	1.5	1.1	9.4	6.6
Quezaltepec	7.20	6.1	0.8	34.7	4.8
El astillero	3.33	2.7	0.8	16.1	4.8
La Periquera	2.05	2.9	1.4	17.4	8.5
Las Marías	0.73	1.4	1.9	8.5	11.7
Madrid	0.18	0.4	2.3	2.7	15.4
Casa Blanca	8.63	6.5	0.8	37.1	4.3
San Antonio	4.13	2.6	0.6	20.5	5.0
Malacara	8.75	5.6	0.6	32.3	3.7

Nota: el escenario Mitch no fue calculado para las microcuencas, únicamente para el río Colón.

Para la realización del estudio hidrológico fue necesario la toma de secciones transversales, las cuales no son más que una medición realizada al cauce del río perpendicularmente a este, como se observa en la siguiente figura.



Dichas secciones fueron tomadas a lo largo de cauce del río Los Chorros, en primera instancia estos datos obtenidos fueron plasmados en papel milimetrado, anotando debidamente la altura alcanzada por el agua en un invierno normal, este dato fue obtenido gracias a las personas que habitan en la zona y a las marcas de colores o de basura observadas en el lecho del Río. (Fueron tomados tanto el lecho inferior como el lecho superior). Estas secciones son presentadas en el Anexo 5.

Los criterios para la toma de las secciones transversales fueron los siguientes:

- a) Donde las microcuencas se unen al cauce del río Los Chorros.
- b) Las zonas en donde el lecho superior es bajo y muy plano, y que afecta a poblaciones establecidas.
- c) Zonas en donde se anexas al cauce del Río, tuberías de aguas negras de plantas de tratamiento directamente de las comunidades.
- d) Puntos antes de puentes vehiculares, debido a que podrían ser posibles puntos de obstrucción y represamiento de agua.
- e) Sitios en donde han ocurrido deslizamientos a los costados del cauce del Río, disminuyendo el ancho efectivo del mismo, proyectándose esta zona como un posible punto de obstrucción para el cauce del Río.

Los puntos de las secciones transversales fueron numerados del 1 al 18, y comprenden la zona desde la intersección de la microcuenca Quezaltepec, con el río Los Chorros, hasta el puente ubicado en la carretera que conduce a Sonsonate, próximo a la urbanización Nuevo Lourdes. La Ubicación de cada uno de los puntos en donde fueron tomadas las secciones transversales se detalla a continuación.

Nota: El primer recorrido se inicia en el punto # 1 el cual fue tomado después del deslizamiento en la colonia Madrid y se finalizó con el punto # 7, antes del puente hacia Campos Verdes.

Punto # 1

Tomado cerca de la pasarela, después del deslizamiento y antes del puente.

Punto # 2

Tomado en la Colonia Madrid, a unos 200 metros aguas abajo del punto # 1.

Punto # 3

Ubicado después de tuberías de aguas lluvias; aproximadamente a 70 u 80 metros del punto anterior aguas abajo.

Punto # 4

Ubicado después de la Finca el Primo y antes del puente, específicamente en Colonia la Vega.

Punto # 5

Localizado a unos 50 u 60 metros del punto # 4, en dirección aguas abajo.

Punto # 6

Tomado aguas debajo de calle que conduce a beneficio Agua Fría; después de la intersección del cauce que viene de la finca El Guarumal con el río Los Chorros. Punto ubicado entre 10 a 15 metros de dicha unión.

Punto # 7

Localizado a una distancia entre 10 a 15 metros del puente de la Urbanización Campos Verdes; esta distancia medida aguas arriba del cauce, a partir del puente.

Nota: El segundo recorrido se inicia en el punto # 8 ubicado antes de la bóveda sobre la Carretera Panamericana, cerca de la colonia Santa Eduvigés y después de la intersección del río Los Chorros y la quebrada Quezaltepec.

Punto # 8

Ubicado debajo de la báscula de Caminos, aguas arriba de la bóveda de la Carretera Panamericana; específicamente a 10 metros de la intersección del cauce Quezaltepec con el río Guarumal.

Punto # 9

Ubicado al costado sur de la Carretera Panamericana, a 5 metros de la intersección del Zanjón El Astillero con el río Guarumal.

Punto # 10

Ubicado frente a Motel Monte Verde, de 10 a 15 metros de la unión del cauce que viene de loma La Mira y el río Guarumal.

Nota: Para la toma de los puntos # 11 y # 12 se inicia nuevamente el recorrido partiendo de la pasarela frente al núcleo urbano de Colon, caminando aguas arriba, paralelo al río.

Punto # 11

Ubicado después de la intersección de la quebrada que viene de la finca Las Marías No. 1 con el río Los Chorros; punto medido a 10 metros aguas debajo de dicha intersección.

Punto # 12

Ubicado a 15 metros aguas arriba del puente que conduce al cantón y caserío El Manguito, aguas abajo del cauce que viene de dicho lugar y que se une al río Guarumal.

Nota: Los puntos del # 13 al # 18 fueron tomados iniciando aguas abajo del puente de Campos Verdes, hasta llegar al puente de Nuevo Lourdes, el cual esta bajo la carretera que conduce a Sonsonate.

Punto # 13

Ubicado entre 20 y 25 metros aguas abajo del puente de Campos Verdes.

Punto # 14

Ubicado después de la planta de tratamiento de aguas negras de la urbanización Campos VERdes, a 150 ó 175 metros aguas abajo del punto # 13.

Punto # 15

Ubicado en colonia Las Delicias, aproximadamente unos 20 a 25 metros aguas arriba de colonia Vista Linda.

Punto # 16

Punto ubicado en las proximidades de la colonia El Progreso, 15 metros aguas debajo de calle que cruza el río Los Chorros (según cuadrante 1:25,000)

Punto # 17

Localizado a 10 metros aguas arriba del puente hacia Villa Lourdes.

Punto # 18

Ubicado aguas arriba del Taller Productos de Acero y Concreto y aguas debajo de la Granja Criaves (según cuadrante 1:25,000), específicamente entre 30 a 40 metros aguas arriba del puente hacia Nuevo Lourdes.

La medición de las secciones transversales contempla dos aspectos muy importantes:

1. Calcular por medio de un planímetro en la sección dibujada las áreas de crecidas de agua, basándose en el dato de crecida máxima obtenida en campo.
2. Comparar los resultados de crecidas de agua obtenidos con datos de campo y los resultados obtenidos basándose en un estudio hidrológico, para el cual se contemplaron tres escenarios, uno para “invierno normal” con frecuencia de 5 a 10 años de retorno, otro escenario tipo Huracán Mitch, con una frecuencia de ocurrencia menor a 50 años, y un escenario mucho mayor al Mitch, considerando tormentas con frecuencias mayores a 50 años.

4.6 Características y distribución de la población

De acuerdo con datos demográficos, en 1,992 la población en el municipio de Colón era de 49,570 habitantes, de los cuales 1,469 residían en el área urbana y 48,101 en el área rural. Según las proyecciones de población, en el año 2,000 la población total era de 72,683 habitantes y para el año

2,010 se estima una población de 104,588 habitantes. Los datos estadísticos permiten ver un acelerado crecimiento poblacional y su consecuente demanda de vivienda y de servicios.

Por las características topográficas el núcleo urbano de Colón se localiza en un área restringida para la expansión urbana por lo que el crecimiento poblacional está ocurriendo en forma acelerada en cantones como Lourdes y Las Moras.

4.7 Población afectada por los terremotos

Los sismos ocurridos en los primeros meses del año en curso ocasionaron graves daños en amplias áreas de suelo en el municipio, dañando muchas viviendas, principalmente la que se concentraba en terrenos con fuerte pendiente.

Para determinar la magnitud de los daños, posterior al terremoto del 13 de enero la municipalidad de Colón elaboró un censo de casas dañadas y destruidas, identificándolas por área urbana y rural. Los datos se presentan en la siguiente Tabla.

Número de casas dañadas y destruidas en el municipio de Colón

<u>No.</u>	<u>Lugar</u>	<u>Dañada</u>	<u>Destruida</u>	<u>Total</u>
1	Núcleo urbano	197	325	522
2	Cantón Lourdes	80	22	102
3	Cantón El Capulín	477	190	667
4	Cantón Las Moras	90	64	154
5	Cantón Cuayagualo	134	109	243
6	Cantón Cobanal	20	10	30
7	Cantón Botoncillal	52	47	99
8	Cantón Hacienda Nueva	32	25	57
9	Cantón El Manguito	30	25	55
10	Cantón El Limón	10	24	34
11	Cantón Entre Ríos	214	118	332
12	Cantón Las Brisas	15	2	17
13	Cantón Las Angosturas	<u>30</u>	<u>324</u>	<u>354</u>

Totales	1318	1285	2666
----------------	-------------	-------------	-------------

Fuente: Informe de daños por el terremoto del 13 de Enero de 2001 en el Municipio de Colón.
Alcaldía Municipal de Colón.

4.8 Albergues y sitios de reubicación

Como consecuencia de los eventos sísmicos referidos, y en vista de la magnitud de los daños en el suelo y en la infraestructura familiar, la municipalidad estableció dos lugares de albergue en donde se ha reunido gran parte de la población que abandonó sus lugares de residencia. Uno de los albergues se encuentra en las instalaciones del beneficio de café Agua Fría, localizado en el cantón El Capulín, situado al suroeste del núcleo urbano. En este albergue se atiende a 265 familias procedentes principalmente de las colonias San José del Río y Madrid.

El otro albergue, llamado Cantarrana, está localizado en una cancha de fútbol en el cantón Cuyagualo, en el se da protección a 170 familias procedentes de la colonia Santa Eduvigis.

Para reubicación de las familias desplazadas, la municipalidad ha identificado algunos sitios que reúnen condiciones para tal fin. No obstante, en la actualidad se dispone de un terreno de 25 manzanas de extensión localizado en la Finca Pasatiempo, en el cantón El Cobanal, en donde se proyecta la construcción de 450 casas para familias procedentes, principalmente de los albergues y del núcleo urbano de Colón. El proyecto está en fase de ejecución.

4.9 Organización de la comunidad

Existe un buen nivel de organización en la población del municipio, organización que es estimulada y acompañada por el grupo de promoción social de la municipalidad, encontrándose Asociaciones de desarrollo comunal (ADESCOS) debidamente legalizadas y más de un centenar de directivas comunales. Se ha organizado una Junta directiva de presidentes de directivas, con quienes se coordinan las convocatorias para la realización de actividades de carácter comunal.

Además de la municipalidad existen otras instituciones que realizan labor social, entre las que se mencionan: la Unidad de Salud, El Instituto Salvadoreño del Seguro Social, la Cruz Verde, la Cruz

Roja, la Iglesia católica e Iglesias evangélicas, el Centro Escolar, la Fuerza Armada por medio de dependencias militares localizadas en las proximidades del municipio. También se encuentran diversas organizaciones no gubernamentales que realizan labores de beneficio a las comunidades.

En 1999 las autoridades municipales organizaron el Comité de Emergencia Municipal (COEM). En esa oportunidad se elaboró un Plan de emergencia para el municipio, procurando la participación de todos los sectores sociales, lo que permitió identificar organizaciones e instituciones así como a líderes que podrían apoyar labores de emergencia. En el referido Plan, la municipalidad identifica zonas de alto riesgo así como sitios que reúnen condiciones adecuadas para utilizarlos como albergues temporales en caso de presentarse alguna amenaza. Copia del Plan en referencia se encuentra en el Anexo 6.

5. AMENAZAS

5.1 Amenazas geológicas potenciales

Los problemas que presentan los taludes, después del terremoto del 13 de Enero y 13 de Febrero del 2001 en la zona del municipio de Colón son el objeto de estudio que se presenta a continuación.

En relación con la geomorfología el rasgo de mayor importancia lo constituye es el Volcán de San Salvador; ubicado al noreste de la zona de estudio, con una elevación máxima de 1,967 msnm. Se trata de un macizo complejo compuesto por dos picos llamados Picacho y Jabalí y pertenece a la Formación del Bálsamo, que comprende la mayor parte de la zona de estudio y que se desarrolla principalmente hacia el Sur hasta el Océano Pacífico, con una elevación máxima de 1,150 msnm en la zona de la Carretera a Comasagua.

La Formación del Bálsamo se caracteriza por presentar fuertes pendientes y un denso sistema de drenajes que ha sido modificado por los deslizamientos de tierra de tipo rotacional y superficiales, además ha ocurrido remoción de la vegetación principalmente plantación de café y árboles de sombra, situación que implica una amenaza por el inicio de la estación lluviosa, principalmente para la infraestructura vial (caminos) e instalaciones agroindustriales (beneficios de café), como se muestra en las fotografías de las fichas técnicas de las microcuencas El Astillero, Las Marías, San Antonio, El Pino y Malacara.

En las líneas divisorias que definen las diferentes microcuencas se observaron grietas de considerable magnitud generadas por la actividad sísmica, las cuales se considera que durante la época lluviosa facilitarán la infiltración del agua lluvia, produciéndose la saturación de los estratos superficiales del suelo, provocando nuevos deslizamientos.

Las masas de suelo que se deslicen de la zona alta de cada microcuenca serán conducidas por las corrientes fluviales hasta las quebradas que convergen hacia el río Colón, que es el curso principal del sistema de drenaje de la zona. Estos puntos de convergencia se han identificado como **puntos críticos**.

En relación con los taludes, los deslizamientos observados presentan grietas de considerable magnitud, lo que indica la inestabilidad de los mismos, provocando la ocurrencia de nuevos deslizamientos aumentando así la amenaza sobre la población.

La Población urbana del municipio de Colón se localiza hacia el límite suroeste de la falda del volcán de San Salvador, encontrándose en peligro potencial por los deslizamientos de material que constituyen los estratos superficiales constituidos por Piroclásticos que podrían saturarse de agua lluvia originando coladas de lodo que afectarían a la población, ya que las calles se vuelven cauces naturales de drenaje.

Igual condición ocurre en las Colonias de Santa Eduvigis, El Manguito y La Madrid, en donde los deslizamientos y los agrietamientos han sido de tal magnitud que destruyeron muchas viviendas, por lo que se hace necesario tomar las precauciones pertinentes con el objetivo de evitar pérdidas de vidas humanas.

En el cantón Lourdes que es el mayor asentamiento humano del municipio se localiza la colonia Las Delicias, en la cual se observaron agrietamientos y asentamientos de tierra con graves daños a viviendas, situación que pone en alto riesgo el sector de la colonia localizada en la parte, ya que continúan los movimientos sísmicos y con el inicio de la época lluviosa ocurrirá infiltración de agua lluvia por las grietas con la consiguiente socavación del terreno incrementando las probabilidades de que pueda ocurrir un deslizamiento con el peligro quedar soterradas.

En relación con la Carretera Panamericana, en el tramo Santa Tecla-Colón, existen amenazas de deslizamientos en ambos lados de la carretera, con desprendimientos de rocas y materiales en la zona de las pedreras, lo que ocasionarían obstrucción y daños a la misma, pudiendo llegar a impedir la circulación vehicular. Lógicamente en las condiciones actuales y en vista que los macizos rocosos dependen de las características de las discontinuidades (estratificación, diaclasas) el hecho de detener el tráfico vehicular en ese tramo de la carretera representa una seria amenaza para la población que por allí circula.

5.2 Amenazas hidrológicas potenciales

Para esta fase se trabajó, con tres escenarios descritos anteriormente, a los cuales en el mapa de riesgos se les asignó un color específico, teniéndose entonces para un “invierno normal” y un período de retorno de 5 a 10 años color amarillo, un color naranja para un período de retorno menor de 50 años y color rojo para un evento mucho mayor con período de retorno mayor de 50 años. La metodología utilizada para delimitar las zonas de riesgo fue desarrollada en tres fases:

Fase 1: se realizó el reconocimiento de los procesos (deslizamientos, formación de micro-quebradas, caída de piedras/bloques/rocas) como base para la determinación de volúmenes. La metodología de cálculo aparece en el Anexo 7.

Fase 2: Consistió en la formación de los escenarios y los efectos esperados por cada uno de ellos, para esto fue necesario el cálculo de los caudales pico con flujo de lodo, para lo cual la información fue referenciada del Almanaque Salvadoreño de 1992, aunque para la determinación de estos flujos de lodo hay muchos factores de los cuales se depende como los son: la caracterización del material, la relación agua-material, las fricciones internas y externas, las turbulencias dentro del flujo, pendiente de la quebrada, sección transversal y longitudinal y condiciones de erosión. Por lo que no existe una fórmula específica para su cálculo.

Un dato muy importante para el cálculo de los caudales picos de flujo de lodo, fueron los caudales aportados por cada microcuenca, los cuales pueden observarse en la Tabla presentada anteriormente.

Fase 3: En esta fase se delinearon las zonas de alto riesgo, las cuales fueron determinadas por las áreas de las secciones transversales que son necesarias para estimar el flujo de lodo. Las zonas de alto riesgo son las zonas donde existe un peligro para la vida de las personas expuestas al flujo de lodo, donde este choca directamente en las casas con gran probabilidad de destruirlas, por lo cual las casas localizadas directamente en el perímetro de influencia del flujo de lodo sería necesario evacuarlas.

Para mediano y bajo riesgo son de menor importancia en el marco del proyecto, debido a que en estos casos aunque habrá daños en infraestructura, generalmente no hay peligro directo de pérdida

de vidas humanas (esto es debido a que el enfoque principal del proyecto es salvar vidas, el ordenamiento territorial son medidas de mediano y largo plazo).

Para la delimitación de zonas de amenazas, es necesario establecer secciones transversales de caudales (en m²). Para las secciones aplicadas, consintiendo un caudal cargado de material

Secciones para la delimitación de zonas de amenaza

Lugar	Escenario	Caudal Incluyendo Material (m ³ /s)	Velocidad promedio estimado (m ³ /s)	Sección aplicada
Col. Sta. Eduviges	Invierno	5	2	2.5
	Mitch	15	2.5	6
	Extremo	25	3	8
Túmulo arriba de los Cedros	Invierno	15	2.5	6
	Mitch	60	3	20
	Extremo	80	3.5 *	23
Colon, Puente	Invierno	30	2	15
	Mitch	90	3	30
	Extremo	130	3 **	43
Debajo de la entrada de Malacara	Invierno	50	2	25
	Mitch	100	2.5	40
	Extremo	150	3	50

* Fricción reducida

** Posiblemente muy alta turbulencia

5.3 Zonas de Amenazas

Para la delimitación de las zonas de riesgo se realizó trabajo de campo, el cual consistió en hacer un recorrido por todo el cauce del río Los Chorros, dentro del cual se fueron seleccionando puntos, los

cuales fueron aquellos en donde el lecho superior se encuentra muy bajo y plano y que además se encuentran establecidos asentamientos humanos. La metodología utilizada fue la siguiente: se selecciona el punto, luego se procede a tomar una sección transversal (en caso de que no estuviese tomada), teniéndola dibujada se calcula su área, esta es comparada con el área que utilizara el flujo de agua en los dos tipos de escenarios, los cuales son un invierno tipo MITCH con período menor de 50 años (color naranja) y un evento mayor con período mayor de 50 años (color rojo); el evento del invierno normal no desborda el lecho del río y representa un evento que aparece generalmente todos los inviernos, de dicha diferencia entre las áreas se puede determinar si las viviendas serán afectadas o no, y si lo son, por cuál evento lo serían, esta información fue plasmada directamente en el plano a escala 1:5,000, quedando especificadas de esta manera las zonas de riesgo a lo largo del cauce del río Los Chorros.

Lo que pasará durante la presente época lluviosa no se puede predecir en detalle, porque depende de factores como distribución temporal de las lluvias durante la estación, intensidades de lluvias y condiciones de transporte de material de cada uno de los flujos de lodo, si ellos aparecen. Para este último punto no hay garantía que lleguen a ocurrir, pero existe gran posibilidad. Al contrario, no se puede decir que nada va a suceder durante esta estación lluviosa.

Según la estructura del material suelto y de los diferentes procesos que los traen hasta las quebradas, con las lluvias durante la estación lluviosa, se espera que haya flujos de lodo durante toda la época lluviosa. Los flujos podrían ser de tamaños variables, algunos de ellos alcanzarán hasta el río Colón y continuarán en dirección río abajo.

6. POBLACION BAJO RIESGO

Mediante las inspecciones de campo se verificó que el municipio de Colón resultó severamente dañado en amplias áreas del suelo como en la infraestructura habitacional, por lo que el estudio se orientó a determinar tanto el nivel de inestabilidad de los suelos como el comportamiento de los ríos principalmente durante la época lluviosa así como a identificar y caracterizar a las poblaciones localizadas en zonas de amenaza.

Por ello, con base en las apreciaciones técnicas relacionadas con la inestabilidad de los suelos, así como por las consideraciones hidrológicas, se presenta el análisis realizado con la población.

6.1 Población bajo riesgo por amenaza geológica

Se trabajó en la identificación de los núcleos poblacionales localizados en zonas con amenaza geológica, es decir, zonas en donde pueden ocurrir deslizamientos del suelo, como son las colonias Zaldaña, San Luis y San Pedro, localizadas en el costado norte del núcleo urbano de la ciudad Colón; colonias San José del Río, Madrid y Veracruz, en el costado sur del núcleo urbano; las colonias Santa Eduvigis y El Manguito, localizadas a ambos lados de la Carretera Panamericana al este de la ciudad de Colón, en el cantón El Manguito y comunidades como Las Delicias localizada en el cantón Lourdes, en la margen derecha del río Colón, así como familias localizadas en las zonas altas de la cordillera, en las fincas Los Cedros, Las Marías y El Astillero.

Para organizar y hacer más comprensible el trabajo realizado con la población, se han identificado dos sectores característicos que tipifican las zonas de mayor amenaza geológica y que se exponen a continuación:

1. Comunidades localizadas en zonas bajas con amenaza de deslizamiento, como son las colonias San José del Río, Madrid, Veracruz, Zaldaña, San Luis, San Pedro y el núcleo urbano de Colón.
2. Comunidades con amenaza por inestabilidad del suelo en la cima de las colinas, constituidas por la población localizada en las fincas El Astillero, Los Cedros y Las Marías.

El núcleo urbano de Colón, si bien es cierto que se localiza en un área relativamente plana que no representa un riesgo inminente, se encuentra en la base de la colina con una pendiente muy pronunciada en donde se localizan las colonias Zaldaña y San Luis, por lo que se tipifica como zona de amenaza, ya que podría ocurrir un fenómeno similar al observado el 13 de enero con en la colonia Las Colinas en Santa Tecla.

6.2 Población bajo riesgo por amenaza hidrológica

También se identificaron los asentamientos humanos considerados bajo amenaza hidrológica, es decir, en peligro de inundaciones causadas por el río Colón. Para esta amenaza en particular se consideró la ocurrencia de tres posibilidades o escenarios, los que se han representado en el mapa de amenazas del Anexo 8.

1. Que durante la época lluviosa el río mantenga un comportamiento normal, con lo que no se espera ningún tipo de amenaza.
2. Que ocurra un evento climatológico similar al huracán Mitch observado en el país 1998. El área afectada por la ocurrencia de un evento de tal naturaleza se representa en el mapa con color naranja y,
3. Que ocurra una elevación en el nivel del río superior a lo observado durante el huracán Mitch. Esto puede ocurrir por un evento climatológico extraordinario superior al Mitch o por un represamiento en el río originado por deslizamientos de tierra. En este caso la amenaza se representó en el mapa como una área de color rojo.

En relación con riesgos hidrológicos se identificaron dos situaciones en particular:

1. Viviendas localizadas en zonas con amenaza de inundación debido a crecidas máximas del río o por represamientos debido a deslizamientos del suelo, se refiere a la población localizada en el tramo del río Colón desde la colonia San José del Río hasta la colonia Veracruz.
2. Viviendas en zonas de amenaza por desbordamiento del río en zonas bajas, en donde se citan las comunidades El Progreso y Milagros I, situadas en el costado sur del cantón Lourdes

La decisión referente a la movilización de familias que se encuentran en zonas de amenaza deberá ser asumida por las Autoridades municipales, con el apoyo del Comité de Emergencia Municipal y en consenso con los líderes comunales y la población directamente afectada.

Mediante consulta a promotores sociales de la municipalidad así como a directivos de las comunidades visitadas, se determinó el número de casas habitadas en zonas bajo amenaza. También se consultó si existen ancianos mayores de 80 años, niños menores de 5 años, mujeres en estado avanzado de embarazo y minusválidos, ya que estos grupos de personas requerirían de particular atención en caso de desastre natural o de evacuación.

Se consultó si existen vehículos y medios de comunicación, se anotó el nombre de la persona responsable de la comunidad y su número telefónico, con lo que se ha comenzado a establecer una red de comunicación que podrá ser aprovechada por el COEM para coordinar la asistencia de estas poblaciones en caso de desastre.

La información relacionada con los principales núcleos de población que se encuentran en zonas de amenaza se presenta en la siguiente Tabla

Datos generales de comunidades en situación de amenaza

Amenaza Geológica	No de casas	Casas abandonadas	Casas habitadas	No. Ancianos	No. Niños	No. Mujeres embarazadas	Minusválidos	Vehículos	Responsable	Teléfono
Zaldaña	22	18	4	1	3	-	-	1	Sr. Eduardo Torres Andrade	338-6661
San Luis	52	34	18	4	20	1	1	3	Sra. Martha Alicia Cruz	318-1031
San Pedro	40	2	38	1	6	-	-	1	Sra. Marta Luz Avalos	338-1025
Núcleo urbano	80	2	78	6	40	5	-	12	Prof. Danylo Oviedo Ortíz	338-5970
Sub-total	194	56	138	12	69	6	1	17		
San José del Río	143	137	6	3	9	1	-	-	Sra. Martha Elena Fuerte	338-5650
Madrid	140	113	27	2	6	1	2	1	Sra. Graciela Orellana	338-5025
Veracruz	75	2	72	-	-	-	1	4	Sr. Jesús A. Martínez	318-7013
Sub-total	358	252	105	5	15	2	3	5		
Santa Eduvigis	198	170	28	10	35	-	4	4	Sr. Mario González	820-2764
El Manguito	30	5	25	2	20	-	-	2	Sr. Manuel de J. López	318-6593
Las Delicias *	37	6	31						Sr. Gerber Leonardo Iraheta	855-4768 338-5306
Sub-total	295	181	114	12	55	-	-	-		
Total	817	489	327	29	139	8	8	22		

Amenaza hidrológica	Simbología de amenaza	
	Naranja	Rojo
Colonia San José del Río	12	12
Colonias Madrid – Veracruz	16	54
Tramo del río entre Puente El Primo y Puente hacia Campos Verdes	11	28
Tramo del río entre Puente hacia Campos Verdes y Puente hacia Villa Lourdes	5	31
Tramo del río entre Puente hacia Villa Lourdes y Carretera a Sonsonate. Incluye colonias El Progreso y Milagros I	26	24
Total	50	139

Los datos de la colonia Santa Eduvigis requieren de un análisis particular, en primer lugar porque parte de la población de esta colonia pertenecía a la jurisdicción del municipio de Nueva San Salvador, y la mayor parte, al municipio de Colón; en segundo lugar, porque inicialmente se informó que en dicha colonia residían 198 familias de las cuales, 170 se localizaban en el albergue de Cantarrana y 28 permanecían en sus viviendas.

Recientemente, se conversó con representantes de la población que aun reside en dicha colonia, quienes informaron que previo al terremoto el número de viviendas era de aproximadamente 700, de las cuales, 170 familias se trasladaron al albergue de Cantarrana y 45 viviendas permanecen habitadas. El resto de familias, no obstante que se han reubicado en diferentes lugares, al igual que las 45 que residen en la colonia, están a la espera del apoyo por parte de las autoridades de ambos municipios.

Con base a la información presentada en la tabla anterior se ha determinado el número de viviendas localizadas en zonas de amenaza geológica, que comprende dos aspectos: 1) El número de familias que actualmente viven en la zona, que totalizan 327 familias y 2) el número de casas existentes antes de la ocurrencia del sismo del 13 enero, que totalizan 817 casas. La estimación global se ha hecho con base al número de viviendas existentes antes del terremoto y se detalla a continuación.

Número de viviendas en zonas de amenaza geológica	
<u>Sitio</u>	<u>No. de casas</u>
Núcleo urbano de la ciudad de Colón	80
Colonia Zaldaña	22
Colonia San Luis	52
Colonia San Pedro	<u>40</u>
Sub total	194
Colonia San José del Río	143
Colonia Madrid	140
Colonia Veracruz	<u>75</u>
Sub total	358
Colonia Santa Eduvigis	198
Colonia El Manguito	30
Colonia Las Delicias	<u>37</u>
Sub total	265
Total	<u>817</u>

De acuerdo con el mapa de amenaza, el total de viviendas localizadas en zona de riesgo hidrológico representadas en el área color naranja es de 50, mientras que las representadas en área con color rojo son 139.

6.3 Trabajo con la comunidad

Dentro de las actividades del presente estudio, el día 5 de abril la municipalidad convocó a representantes de todos los sectores sociales a una reunión informativa en donde se expusieron los objetivos y alcances de la actividad que COSUDE está realizando en el municipio de Colón. A este evento asistieron representantes de 10 instituciones (Centro escolar de Colón, Cruz Verde, Unidad de Salud, Iglesia católica, Policía Nacional Civil (PNC), Fundación Salvadoreña de Apoyo Integral (FUSAI), Instituto Nacional de Lourdes, Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS), Centro de Ingenieros de la Fuerza Armada (CIFA), Alcaldía municipal, personal de COSUDE, así como de diversas comunidades del municipio. La generalidad de asistentes manifestó su voluntad de colaborar en todo tipo de actividades que emprendan las autoridades municipales.

El Día 28 de abril la municipalidad convocó a representantes de diversos sectores para una reunión en la que técnicos de COSUDE presentaron un avance de resultados del estudio. En esta oportunidad asistieron 30 personas representando a 16 instituciones: Unidad de Salud, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Comité de Emergencia Nacional (COEN), Asamblea Legislativa, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Cruz Verde, Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal (ISDEM), Fuerza Armada de El Salvador (FAES), CIFA, Médicos del Mundo, Canal de televisión TV 12, El Diario de Hoy, Juzgado de Paz de Colón, Alcaldía Municipal y representantes de comunidades del municipio.

Se realizó un taller de dos días de duración que por razones prácticas se llevo a cabo en fechas separadas. El día 5 de mayo se desarrolló el primer día, en el cual participó un número mayor de 54 personas representando a instituciones como: Cruz Roja, ISSS, PNC, Cruz Verde, MARN, ISDEM, Plan de Nación, Médicos del Mundo, Gobernación departamental de La Libertad, Corporación de Municipalidades de la República de El Salvador (COMURES), Medios de comunicación social, Alcaldía Municipal de Colón y representantes de comunidades del municipio. En este evento se llevó a cabo la presentación final de los resultados del estudio, haciendo énfasis en la identificación de sectores con mayor riesgo por las consecuencias del terremoto del 13 de Enero; se motivó la participación y discusión por parte de los asistentes en la identificación de opciones para la reducción de riesgos, así como en la formulación de estrategias de intervención de los sectores locales ante la amenaza por la próxima llegada de la época lluviosa y se trabajó en la formulación de un plan de acción al respecto.

El día 5 de mayo se llevó a cabo el segundo día del taller, el cual se inició con la presentación de un vídeo de una hora de duración, en donde se presentan episodios de desastres naturales y cómo, mediante la organización de la comunidad, se procura aliviar el sufrimiento de la población. Posteriormente se efectuó un recorrido por zonas del municipio que representan amenazas geológicas e hidrológicas. En cada lugar visitado se explicó a los participantes el tipo de amenaza existente así como sus consecuencias y se reflexionó sobre lo que habría que hacer para evitar la pérdida de vidas humanas.

Se elaboraron listas en donde se anotó el nombre de las personas que asistieron a estos eventos, la institución a la que pertenece, cargo y número de teléfono, ya que en su mayor parte con estas personas se trabajará en el futuro inmediato desarrollando actividades de prevención de riesgos, preferentemente por sectores o por zonas. En el Anexo 9 se presenta el informe de resultados del taller así como los listados de asistencia a los eventos referidos. También se presenta una lista de personas representantes de diversas comunidades con sus números telefónicos, que puede ser de mucha utilidad para el COEM.

7. SINTESIS E INTEGRACION DE RESULTADOS

La evaluación de las amenazas tanto geológicas como hidrológicas y la población bajo riesgo, fue discutida por el equipo de trabajo en un Taller participativo con los distintos actores del municipio de Colón.

Con las observaciones más importantes se elaboraron “Fichas Resumen” en las cuales el lector puede fácilmente identificar y comprender la magnitud de la amenaza y las acciones a tomar a corto plazo. A continuación se presentan las fichas antes citadas por microcuenca.

Debido a que en la microcuenca Las Marías se observan solo deslizamientos superficiales, no se presentan fichas de este lugar. Existen microcuencas pequeñas que tampoco se tomaron en consideración. En las fichas en referencia se detallan las características más importantes de cada una de las microcuencas, incluyendo la cantidad de suelo perdido que fue estimado y el número de deslizamientos más importantes.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

Como producto del presente estudio se tienen las siguientes conclusiones enfocadas a zonas bajo amenaza y riesgo para población, como se describen a continuación:

1. Zonas bajo amenaza.

Deslizamientos en las zonas bajas: Referida al núcleo urbano de la ciudad de Colón y colonias aledañas. Esta zona es considerada como de alto riesgo y es donde existe la mayor concentración de población. Las colonias localizadas en este lugar son:

- a) Localizadas en el sector norte de la Alcaldía: Colonias Zaldaña, San Luis y San Pedro,
- b) Localizadas en el sector sur de Colón: Colonias San José del Río, Madrid y Veracruz.
- c) Colonias Las Delicias y Milagros I, localizadas el rumbo sur del cantón Lourdes.

Zona de inundación en cañón del río Colón: Se refiere al tramo del río Colón que está bajo riesgo de inundación, se inicia desde la colonia San José del Río hasta el puente hacia la colonia Campos Verdes, en Lourdes.

Zona de inundación en la parte baja del municipio: Se refiere a la zona en el tramo del río desde el puente hacia la colonia Campos Verdes hasta la bóveda hacia la colonia Nuevo Lourdes. Se refiere a los pobladores en el lecho del río, no a los habitantes de las colonias Campos Verdes ni Nuevo Lourdes.

Deslizamientos en zonas altas: Se refiere a las fincas de café localizadas en las cimas de las microcuencas del municipio y en donde los trabajadores permanentes y eventuales estarían en riesgo por los derrumbes que se puedan producir.

2. Futuros deslizamientos, principalmente durante la época lluviosa, podrían provocar represamiento del agua en el río Colón, originando coladas de lodo que constituyen una amenaza para la población que reside en las riberas del río, especialmente en el sector de las colonias San José del Río y Madrid.
3. Los taludes en donde se encuentran las colonias Zaldaña, San Luis y San Pedro, se encuentran fracturados y ponen en peligro de ser soterrados a los habitantes de las referidas colonias.
4. La ocurrencia de las amenazas observadas en el presente informe y relacionadas con deslizamientos, coladas de lodo e inundaciones son fenómenos de difícil predicción, sin embargo, se considera que se pueden presentar no solo durante el presente año, sino también en los años sucesivos.
5. Población bajo amenaza.

El número total de viviendas bajo amenaza son 362 viviendas, distribuidas de la siguiente manera por cada microcuenca:

- Microcuenca Casa Blanca: 138 viviendas (colonias Zaldaña, San Luis, San Pedro y Núcleo Urbano).
- Microcuenca Madrid (colonias San José del Río, Veracruz y Madrid): 105 viviendas.
- Microcuenca Quezaltepeque (colonia Santa Eduvigés): 28 viviendas.
- Microcuenca La Periquera (colonia El Manguito): 25 viviendas.
- Márgenes del río Colón (colonias Las Delicias, El Progreso y Milagros I): 67 viviendas.

9.2 Recomendaciones:

A continuación se presentan recomendaciones basadas en el estudio con el objeto de evitar la pérdida de vidas humanas producto de las amenazas identificadas.

Se recomienda a corto plazo:

1. Conformar y reactivar nuevamente el Comité de Emergencia Municipal con el objeto de que elabore un plan de acción que le permita enfrentar las amenazas establecidas en el presente estudio, tomando como base los resultados del taller de fecha 5 de mayo y la visita de campo del 12 de mayo 2001.
2. Evacuar temporalmente durante el invierno del año 2001 y buscar una zona para su reubicación definitiva, a familias que se encuentran en zonas consideradas de alto riesgo y localizadas en las siguientes colonias:
 - Microcuenca Casa Blanca: 138 viviendas (colonias Zaldaña, San Luis, San Pedro y Núcleo Urbano).
 - Microcuenca Madrid (colonias San José del Río, Madrid y Veracruz): 105 viviendas.
 - Microcuenca Quezaltepeque (colonia Santa Eduvigés): 28 viviendas.
 - Microcuenca La Periquera (colonia El Manguito): 25 viviendas.
 - Márgenes del río Colón (colonias Las Delicias, El Progreso y Milagros I): 67 viviendas.
3. La evacuación de las personas de las zonas de alto riesgo deberá ser realizada de acuerdo a lo aportado en el plan de acción elaborado por el Comité de emergencia y tomando en consideración la participación de las familias afectadas.
4. Las Autoridades municipales deberán enviar notificación por escrito a las personas que se encuentran en zonas consideradas de alto riesgo, con el objeto de evacuarlas de dichos lugares.
5. Se recomienda realizar campañas de sensibilización y divulgación dirigidas a las comunidades localizadas en las zonas de riesgo mencionadas en este estudio.

6. En relación con los datos de población, los resultados de este estudio deben analizarse en forma dinámica, ya que las familias están en constante movimiento, abandonando o retornando a sus anteriores lugares de residencia y además, han sido diversas las fuentes de información, por lo que para tomar una decisión habrá que actualizar los datos y buscar en todo momento el consenso de los diferentes sectores involucrados.
7. Se recomienda remover manualmente el suelo de la obstrucción localizada en el sector del Motel Monteverde (colonia El manguito) y así evitar la posible formación de coladas de lodo.
9. Se recomienda estabilizar los taludes y eliminar el material acumulado (árboles, lodo, basura y piedras) en el sector de la colonia Santa Eduvigis.
10. Se recomienda la ejecución de un programa de monitoreo y seguimiento para analizar el comportamiento de los problemas y situaciones particulares mencionadas en el presente estudio.

Dicho programa deberá estar orientado a los siguientes aspectos:

- Comportamiento de los taludes localizados en las microcuencas y en las márgenes del río.
- Comportamiento de las obstrucciones y represamientos provocadas por los deslizamientos en el río Colón.
- Comportamiento de las obstrucciones y los represamientos formados en los ríos y quebradas de las microcuencas.

Se recomienda a mediano plazo:

1. Obtener un sitio para la reubicación definitiva de las familias evacuadas que no puedan ser incluidas en el proyecto de reasentamiento “Nueva Madrid”.
2. Realizar un estudio de detalle para determinar las obras de mitigación mas apropiadas a ejecutarse en cada una de las microcuencas estudiadas. Cada uno de los sitios estudiados posee características intrínsecas que demandan la aplicación de una medida de mitigación

particular. La lluvia del presente año incidirá en el tipo de medidas a ser aplicadas a corto y mediano plazo.

3. Emitir una ordenanza municipal en la cual se realice un ordenamiento territorial, evitando la construcción de viviendas en zonas de alto riesgo identificadas en el presente estudio.