



Diagnóstico:
Zona de Influencia
Cerro Pelón, Berlín
Usulután

El Salvador
Mayo 2000

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO

DIAGNOSTICO

	PAGINA
1. INTRODUCCION	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 UBICACION	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.4 ALCANCES	5
2. AMBIENTE FISICO	7
2.1 CLIMA	7
2.2 FISIOGRAFIA	8
2.3 ZONAS DE VIDA	8
2.4 USO ACTUAL DEL SUELO	9
2.5 HIDROLOGIA	9
3. GEOLOGIA	11
3.1 METODO DE INVESTIGACION	11
3.2 FUENTES DE INFORMACION	12
3.3 GEOLOGIA REGIONAL	13
3.4 ESTRATIGRAFIA	16
3.5 GEOLOGIA ESTRUCTURAL	17
3.6 GEOMORFOLOGIA	18
3.7 GEOLOGIA AMBIENTAL	18
3.7.1 Tipología de los Deslizamientos de Masa	18
3.7.2 Evidencias de campo	25
3.8 RIESGO-VULNERABILIDAD	31
3.9 CONCLUSIONES	40
3.10 BIBLIOGRAFIA	44
ANEXOS	47
4. EDAFOLOGIA	61
4.1 GENERALIDADES	61
4.2 METODO DE INVESTIGACION	62
4.3 SUELOS	65
4.3.1 Propiedades Generales	65
4.3.2 Clasificación	65
4.3.3 Descripción del Perfil	68
4.4 BIBLIOGRAFIA	70
ANEXOS	71

5.	DASONOMIA	73
5.1	METODO DE INVESTIGACION	73
5.2	RESULTADOS	75
5.2.1	Antecedentes	75
5.2.2	Descripción de la Vegetación Natural	75
5.2.3	Sobre los efectos del Cultivo de Café	81
5.2.4	Efectos de la Reforestación	84
5.3	SOBRE LAS ESPECIES FIJADORAS DE SUELO	85
5.4	CONCLUSIONES	86
5.5	BIBLIOGRAFIA	87
	ANEXOS	89
6.	CONTROL DE TORRENTES	91
6.1	INTRODUCCION	91
6.1.1	Generalidades	91
6.1.2	Problema y Justificación	91
6.2	CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS QUEBRADAS	92
6.2.1	Precipitación	92
6.2.2	Morfometría	93
6.2.3	Descripción de las Características Morfométricas	93
6.2.4	Crecidas Máximas e inundaciones	96
6.2.5	Clasificación Hidrológica de los Suelos	97
6.3	ESTIMACION DE CRECIDAS MAXIMAS	98
6.4	RESUMEN DE CRECIDAS Y ESCORRENTIA SUPERFICIAL	105
6.5	DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES	114
6.6	AREAS Y SECTORES CRITICOS	114
6.7	CONCLUSIONES	115
6.8	BIBLIOGRAFIA	116
	ANEXOS	117
7.	CONSERVACION DE SUELOS	119
7.1	METODO DE INVESTIGACION	119
7.2	DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	120
7.2.1	Delimitación de las micro-cuencas	120
7.2.2	Sistema de clasificación utilizada	120
7.2.3	Análisis de pendientes	123
7.3	CLASES DE TIERRA	124
7.4	CAUSAS Y EFECTOS DE LA DEGRADACION DE LAS TIERRAS	124
7.5	CONCLUSIONES	126
7.6	BIBLIOGRAFIA	128
	ANEXOS	129

Resumen Ejecutivo

En septiembre de 1999 se inició un estudio multidisciplinario en el cerro Pelón y áreas inmediatas a la ciudad de Berlín, y que incluyó las siguientes disciplinas: geología, suelos y su uso, cubierta vegetativa, y control de torrentes. El propósito fue de obtener la información básica de la zona y elaborar el diagnóstico respectivo sobre las causas de los deslizamientos de masa. La iniciativa del proyecto surgió a raíz de los daños ocurridos en la zona de Berlín durante el fenómeno climatológico Mitch, en noviembre de 1998; flujos de lodo procedentes de los sectores altos inmediatos causaron destrucción a la infraestructura y víctimas en la población.

El trabajo de investigación ha partido de la recolección de información existente, y el análisis de gabinete fue apoyado con fotografías aéreas e imágenes de satélite. Labor de campo fue extensa, incluyendo toma de muestras, topografía, mediciones e identificación de vegetación, tipo de suelo, sumado a reuniones con miembros e instituciones locales. Los datos básicos fueron vaciados en mapas temáticos, tablas, ilustraciones y fotografías complementan el texto.

Los resultados más destacables son:

1. La investigación geológica destaca que el proyecto se ubica en un terreno volcánico joven, con fuertes contrastes de altura y pendientes. Al pie del Cerro Pelón yace la ciudad de Berlín, en una depresión, en donde convergen varias pequeñas quebradas que proceden de los macizos volcánicos inmediatos. El aspecto más notable es el fenómeno de los deslizamientos y las correntadas de lodo y agua durante fuertes lluvias, que terminan en la zona urbana de Berlín, con las consecuencias desastrosas. Además se sabe que los temblores son periódicos y han sido documentados, así los daños por estos. Es potencialmente peligroso que ocurra un temblor en la estación lluviosa, masas mayores de tierra pueden fluir hacia la zona poblada, como ocurrió en Montebello, San Salvador.
2. El análisis detallado de los suelos indica que el elemento dominante en la formación de los suelos locales debe al tipo de roca, que en el caso local es volcánico joven, y localmente lavas. La pendiente es determinante y cuanto mayor es, la profundidad del suelo es menor y constituido, sobre todo, por material grueso. En las partes altas de los volcanes no se ha formado suelo, y se le denomina malpaisera.
3. El buscar la explicación del porque ocurrieron los deslizamientos motivó a descubrir cual es el tipo de cubierta vegetativa. Los resultados indican que en la zona predomina el cultivo de café, pero también hay superficies cubiertas por una vegetación que se define como sucesión Primaria, o sea, se ha desarrollado sobre materiales volcánicos recientes. Existe una adecuada densidad

de las especies arbóreas y arbustivas nativas en el Cerro Pelón, al igual que una buena regeneración de las mismas. La densidad del cultivo de café, tanto en la zona media como de altura esta dentro los rangos técnicos recomendados. En la parte alta, la sombra de cafetales tiene mayor densidad que el rango máximo técnicamente sugerido. Los problemas de deslizamientos no se producen en el área donde hay cobertura vegetal natural, sino más bien relacionado a las zonas cultivadas de café con fuerte pendiente y las pocas obras de conservación de suelos; tales condiciones ocurren en el Cerro La Palma que alimenta la quebrada El Gallinero. Conociendo los antecedentes de zona susceptible a los deslizamientos, se concluyó que no se puede considerar el manejo de la vegetación natural del Cerro Pelón para fines productivos, sino únicamente para protección.

4. Los suelos predominantes que son de poco riesgo a la erosión existen en la parte baja de las micro-cuencas. Otro tipo ocurre en las pendientes pronunciadas de la parte media, y puede darse erosión fuerte a severa al desprotegerse. Aproximadamente el 15 por ciento de las tierras tienen vegetación natural, el 85 por ciento está cultivado con café, siendo la única protección de estas tierras los “árboles de sombra” y los arbustos de cafeto. Tal como ya se explicó, las plantaciones de café que se extienden hasta las tierras de pendiente pronunciada y de poca profundidad efectiva del suelo en las cabeceras de las micro-cuencas, son los terrenos potenciales a los deslizamientos en situaciones de alta pluviosidad similares a la tormenta tropical Mitch. De acuerdo a la clasificación empleada, de la clase I a la VIII, es decir, desde las tierras apropiadas para agricultura intensiva hasta las exclusivamente adecuadas para protección o vida silvestre, al evaluarse el tipo de suelo y su uso, se ha determinado que el 70 por ciento de las plantaciones con cafeto se encuentran en tierras adecuadas para ello, el 30 por ciento restante se ha extendido, a tierras inapropiadas en las clases VII y VIII, excediendo la capacidad de uso de éstas y poniendo en grave riesgo la estabilidad de las tierras de las cabeceras de las micro-cuencas. Aproximadamente el 75 por ciento de las tierras que comprenden las micro-cuencas en estudio son utilizadas en forma apropiada, o sea, conforme a la capacidad de uso; sin embargo, es necesario efectuar prácticas de conservación de suelos y agua para reducir al mínimo el escurrimiento superficial, y la torrencialidad en las quebradas durante la estación lluviosa, además aumentar la recarga de los mantos acuíferos.
5. Al recorrer por las quebradas que descienden de las partes altas de las micro-cuencas, lo primero que salta a la vista es la fuerte inclinación de sus cauces. En la época de mayor precipitación, le confieren a éstas la condición de torrencialidad con el consiguiente arrastre de materiales sólidos de gran tamaño hacia la parte baja. En la base de las estructuras volcánicas se produce un quiebre de pendiente, la velocidad de flujo cambia, se acumula material y el resto sigue su curso a Berlín. El desarrollo urbano de la ciudad ha reducido el ancho de los cauces naturales inmediatos, y localmente lo ha reemplazado por tubería de diámetro inadecuado, que frecuentemente está tapada con material transportado. Sumado los anteriores factores, explica la causa de las inundaciones en la ciudad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

<p>GEOLOGIA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La presencia de rocas volcánicas jóvenes, en terrenos fuertemente inclinados, favorece el fenómeno del deslizamiento. 2. Se han alterado las condiciones naturales del medio, y ello potencia el riesgo en una zona vulnerable como la ciudad de Berlín, aumentando la amenaza en la zona poblada. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se debe evitar toda actividad humana que favorezca la inestabilidad local, como es el caso de alterar las condiciones naturales de los cauces, actividades agrícolas que favorezcan la erosión etc. Además. 2. Corregir las zonas de flujo inmediatos a la ciudad de Berlín.
<p>SUELOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Suelos de cenizas volcánicas en donde predomina el tipo conocido como talpetate, es dura e impermeable a una profundidad promedio de 40 cms. 4. Se ubicaron algunas viviendas en potencial riesgo en donde se ha acumulado, en el pasado, material fragmentario y es conocido como cono de deyección que procede de la parte alta de la quebrada El Jardín. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Se debe estructurar obras de conservación de suelos que penetren esta capa dura, para evitar la saturación rápida del medio debido a agua lluvia. 4. Tomar medidas de ordenamiento de la zona urbana, con reglamentos adecuados de construcción y asentamiento poblacional.
<p>VEGETACION:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. La vegetación natural en los sectores altos ha creado condiciones de estabilidad local. 6. Existe una adecuada densidad de las especies arbóreas y arbustivas nativas y buena regeneración. 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Manejo adecuado, prevención de incendios y evitar introducir especies exóticas. 6. Para limitar el riesgo de deslizamientos, la vegetación local debe de ser orientada a la protección y no a la producción.
<p>USO DE SUELOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Es una zona cubierta de vegetación del cual el 75% de la superficie está bien utilizada. 8. Pero en la zona que se cultiva el café no se dan las adecuadas prácticas de conservación de suelos y se está invadiendo terrenos inadecuados para ese propósito y que son susceptibles a deslizamientos. 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Se deben de implementar prácticas de conservación de suelos. 8. Para evitar deslizamientos, es recomendable restringir el cultivo de café en aquellos terrenos clase VII y VIII.
<p>CONTROL DE TORRENTES:</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Los cerros Las Palmas y Pelón, la quebrada El Gallinero, constituyen los sectores más críticos del área rural; el pasaje Atlacatl en el urbano, entre otros por falta de drenajes adecuados. 10. Ello es resultado de lo corto de los tramos, y producto de la rápida concentración en una zona de alta precipitación de lluvia de tal suerte ocurren las inundaciones. 	<ol style="list-style-type: none"> 9. Corregir las cuencas de recepción de las quebradas, gargantas y lecho de deyección; 10. Construir obras para reducir la velocidad de caudales, control de deslizamientos-derrumbes, y drenajes urbanos adecuados.

Diagnóstico

Al examinar las evidencias y del análisis de los resultados, los Consultores son del criterio que, los problemas que la ciudad de Berlín enfrenta deben a la suma de varios factores, resultando en un cambio en el nivel de Riesgo de la Población e infraestructura, vulnerándola y aumentando el grado de Amenaza e Intensidad de los potenciales daños.

Las condiciones naturales, per se, favorecen ciertos mecanismos de ajuste natural como son el movimiento de masa, y la concentración de las aguas pluviales en una pequeña zona baja, que es una depresión geológica. La existencia de vegetación autóctona y los múltiples elementos que de una manera u otra interactúan, han equilibrado en el pasado las fuerzas de desgaste, a un nivel lento, poco perceptible. Pero en tales terrenos geológicos, recientes - poco consolidados y de fuertes pendientes, se le han introducido cambios en el proceso de ocupación humana, tanto en la parte alta como en la baja, alterando el delicado equilibrio natural y creando gradualmente, de una manera poco evidente, la susceptibilidad al rápido movimiento de masa. La población, desconocedora de tales fenómenos, se ha asentado en el curso del sistema fluvial, interceptando toda posible amenaza procedente de la parte alta.

Los factores que más inciden en el cambio de Riesgo no Natural son:

- Falta de conocimiento del orden natural, como primera causa, que lleva al,
- Inadecuado uso del suelo, luego la
- Falta de obras civiles para el control del escurrimiento de las aguas superficiales, tanto en las vías de acceso como en los terrenos cultivados, las
- Obras inadecuadas para el control torrencial en los cauces fluviales, y
- En la parte baja del curso, el estrangulamiento de los cauces y construcción de viviendas inmediatas a los antiguos cursos.

Los riesgos de origen natural deben a dos fuerzas externas, los sismos y la precipitación extraordinaria. La primera es poco frecuente, pero puede ocurrir en períodos de 30-40 años. La segunda es muy frecuente, rápida en su concentración y en tramos cortos, y a la torrencialidad de su flujo suma la carga del material grueso de los cauces y es esa la condición que crea los mayores riesgos. La combinación de ambos, o sea, un sismo en un medio muy saturado de humedad, situación que no puede ser excluido, resultaría en un desastre mayor.

La Amenaza debe por igual a la Vulnerabilidad. La Falta de obras o sistemas inadecuados, y un nivel muy discreto de respuesta de la población, apunta y potencia el problema. Ya existe un sistema de advertencia local y medidas de acción, resultado del trabajo de varias instituciones oficiales como no oficiales; por ello es insuficiente de no introducirse medidas normativas en cuanto al uso y manejo de los terrenos rurales, sobre todo, en el sector alto. El sector urbano también requiere de acciones de tipo normativo, en particular el desarrollo en los sectores más vulnerables.

Todo lo anterior reduce la Amenaza, pero no la elimina totalmente, siempre existe un imponderable desconocido en las condiciones naturales locales. Es por ello que la vigilancia permanente de los terrenos altos y la actualización de las medidas de emergencia, fuera de las obras por llevarse a cabo, mitigarán la intensidad de los potenciales daños en ese plazo desconocido.

1

Introducción

1.1 ANTECEDENTES

En las últimas cinco décadas, ha sido intensa la investigación sobre la mecánica del movimiento de masa, y en particular, los deslizamientos. Tal preocupación tiene raíz en los altos costos, en términos de vidas humanas, pérdidas a la propiedad y producción, ocurridas en el curso del siglo XX. Basta revisar algunas cifras para comprender el porqué Japón, E.E.U.U., Italia, entre otros países, asignan importantes recursos económicos en la prevención e investigación de los fenómenos de riesgos derivados de tales eventos. Algunos de estos registros son :

- El más devastador de todos los deslizamientos ocurrió en la Provincia de Kansu, China, cuando varios deslizamientos provocados por un terremoto causaron, en 1922, la muerte de unas 100,000 personas.
- En las montañas de Tien Shan, Tadzshiskistan, Rusia, a causa de un violento terremoto en 1949, resultó en masivos deslizamientos que cubrieron 33 centros de población, muriendo unas 12,000-20,000 personas.
- En Perú, entre 1965 y 1985, murieron unas 20,000 personas debido a tres grandes deslizamientos, dañando obras de ingeniería y terrenos agrícolas.
- El mayor desastre en Europa ocurrió en el reservorio de agua Vaiont, Italia, en el año de 1963, cuando un deslizamiento de roca que superó los 250 millones de metros cúbicos, se desplazó a alta velocidad e impactó el reservorio, provocando una ola que alcanzó la altura de 100 metros, superó la cresta de la represa, y, en su recorrido por el valle inmediato, fueron destruidos 5 villas y 2,000-3,000 vidas humanas.
- La erupción del volcán Nevado de Ruiz, Colombia y la fusión del glaciar inmediato, produjo un lahar que destruyó una ciudad y sus alrededores, falleciendo unos 20,000 en el fulminante evento.
- Japón, entre los países industrializados, es el que más ha sufrido de problemas de este tipo. Kobe, ciudad muy poblada en la base de las montañas, producto de lluvias intensas en julio de 1938, fluyeron masivas cantidades de material saturado que, en su camino, destruyeron unas

100,000 casas, falleciendo 450-600 personas; en Kure, 1945, murieron 1,154 debido a los flujos de lodo que acompañaron a una lluvia torrencial y a un tifón.

Esta es una corta lista de lo muchos desastres ocurridos, y El Salvador tiene por igual sus antecedentes.

En Japón, registros más recientes indican que unas 150 personas murieron cada año entre 1967 y 1982; en los Estados Unidos de Norteamérica, 25 a 50 anualmente.

Los datos a nivel mundial sugieren que la mayor concentración de eventos de deslizamiento ocurre en el cinturón Circum-Pacífico. En parte debe a las condiciones climáticas pero también, es la zona mayor actividad sísmica del globo. La relación de ambos en muchos de los desastres es ampliamente demostrado. Además, suele estar asociado a terrenos escabrosos, pero no solo se limitan a esos ambientes; en síntesis, es un elemento dominante en el proceso de alteración fisiográfica.

Los costos económicos por igual son elevados, de 1-2 mil millones dólares americanos por año, solamente en los E.E.U.U.. De hecho, en este país, los daños económicos provenientes de tales fenómenos superaron casi en cuatro veces todos los demás daños naturales combinados, a pesar que, no son de la magnitud ni tan espectaculares como un terremoto, huracán, erupciones volcánicas, y sin embargo, son por mucho, los más frecuentes y distribuidos.

La estimación de los costos directos por pérdida, daño en infraestructura o propiedad, es normalmente calculado, no así los costos indirectos, tales como pérdida de producción, turismo, valor a la propiedad, etc, más complejo de estimar; sin embargo, los resultados hasta ahora obtenidos indican que, al menos en los EEUU, los costos indirectos pueden ser tan elevados como los directos.

La tendencia, a juzgar por los estudios estadísticos, es a un aumento sostenido en los daños por los fenómenos de movimiento de masa. En gran medida, ese comportamiento resulta de la tendencia a la expansión de la población a zonas inmediatas o en los terrenos fuertemente inclinados, alterando la configuración y equilibrio del medio.

En los países industrializados se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. son fenómenos ampliamente observados, o sea, es un problema de escala nacional,
2. causan elevados costos en daños,
3. pero pueden ser reducidos y controlados con programas adecuados,
4. la respuesta a los problemas no solo es un problema técnico sino también de liderazgo nacional.

Los programas que han sido adoptados se centran en las siguientes actividades, a saber:

1. Requerimientos de los gobiernos locales, como la cartografía geológica de terrenos susceptibles a movimientos de masa,
2. Reglamentos en el uso de las tierras, que restringen el tipo de desarrollo,
3. Códigos de construcción, para la adecuada práctica de mantenimiento y mejoramiento en la estabilidad de los terrenos,
4. Investigación y desarrollo técnico para la actualización de la base referencial,
5. Cartografía nacional para mejorar las metodologías,
6. Sistema de información, para establecer zonas de riesgo.

El panorama en El Salvador, no más distinto a otros países latinoamericanos, ha sido de tímida acción sino casi inexistente, en cualquier de las actividades arriba listadas. Un fenómeno observado en lo que es común denominador, es la creciente demanda de terrenos usualmente inadecuados para propósitos de desarrollo urbano, amén, de la falta de criterios en el uso de la tierra. La proyección a largo plazo parece indicar que los costos en término de daños y las pérdidas de vidas humanas, tenderán a aumentar.

Normalmente, y salvo eventos meteorológicos tipo Mitch o Fifi que han causado masivos deslizamientos, un desastre local es más referido a un terremoto o erupción volcánica, que a los movimientos de masa. Pero la pérdida en capacidad productiva de los suelos, los daños a infraestructura, disminución del valor de la propiedad, entre otros, es poco documentada a pesar de ser muy difundida, y si causan importantes impactos en las diferentes economías.

En el pasado, los costos reales de los daños producto de los fenómenos naturales han sido usualmente cuantificados en cifras muy gruesas, cuando fueron evaluadas, y suelen ser los costos directos; los indirectos no son normalmente considerados, a falta de registros confiables. Además, algunos tipos de movimiento de masa han pasado casi desapercibidos, otros han sido atribuidos o explicados según poco fundamentadas razones. En todo caso, el movimiento de masa se observa en todo el país, en diferentes escalas de magnitud y formas.

Los intentos de evaluar tales problemas han tocado la casi insalvable situación de una falta de documentación y registro histórico, metodologías inadecuadas, análisis unidireccional por falta de esquemas multidisciplinarios, escaso seguimiento, superficialidad en las investigaciones, sistemas geográficos poco precisos o confiables.

En los últimos años se han acumulado evidencias sobre el deterioro de las condiciones naturales de los terrenos y de como ello contribuye a la inestabilidad del sistema de cuencas hidrográficas.

La fragilidad del subsuelo y los rápidos fenómenos que afectan las poblaciones humanas inmediatas, en eventos climáticos extraordinarios, ya no es puesto en duda. El más próximo ha sido la tormenta tropical Mitch, ocurrido en noviembre de 1998, que causó extensos daños en la población de Berlín; y sobre ello muchas preguntas han sido planteadas y pocas han sido respondidas.

A solicitud de la comunidad local, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MARN, atendió a la petición de un análisis detallado del problema ya apuntado, con la contratación, a partir de septiembre de 1999, de un pequeño "Grupo Consultor Externo" para ejecutar el Proyecto: "Estudio Geológico y Propuesta para la Recuperación de la Cárcava El Zompopero y El Cerró Pelón", en cooperación con la comunidad afectada, para buscar soluciones técnicas que permitan estabilizar los terrenos y reducir los riesgos. No menos importante, que sirva de modelo el presente estudio para otras áreas que requieren de atención por igual.

El trabajo propuesto para El Cerro Pelón ha contemplado tres etapas:

1. El Plan de Contingencia a los Riesgos de Deslizamiento.
2. El "Diagnóstico", y la
3. Propuesta para la Recuperación.

El primero documento ya fue presentado a las autoridades de la ciudad de Berlín, en octubre de 1999, algunas medidas propuestas ya se han iniciado. El presente documento es el Diagnóstico.

1.2. UBICACION

La ciudad de Berlín es la cabecera municipal y del distrito, situada a 1,020 m.s.n.m., entre los 13°29'43" latitud norte, y los 88°31'50" longitud oeste, unos 19 km. al noroeste de la ciudad de Usulután. Dista aproximadamente 120 kilómetros de San Salvador.

La ciudad tiene tres accesos viales. La principal es pavimentada y une Berlín a la población de Mercedes Umaña y a la carretera Panamericana, al noroeste; al suroeste yace la carretera con balastro que une a la población de San Agustín y luego conecta con la carretera del Litoral; la tercera, también con balastro y de rumbo este, que conecta con la población de Alegría.

Las elevaciones orográficas más notables son los cerros El Pinal, Gallinero, Pelón, Verde, Talpule y Las Palmas; el clima es templado y fresco. Las quebradas: El Gallinero, La Oscurana, Tercer Ciclo, el Hoyón y Colonia Jardín, nacen en los edificios volcánicos inmediatos; han sido nombradas por el grupo consultor. El estudio se efectuó en el área de captación pluvial que comprende las cuatro micro-cuencas ya referidas. El Gallinero que se origina en la falda Noroeste del Cerro Las Palmas a una altitud de 1,525 msnm y en las micro-cuencas del sistema de drenaje de la falda Noroeste del Cerro Pelón cuyas cabeceras se encuentran a una altitud de 1,425 msnm. y las quebradas principales son: Colonia Jardín, La Oscurana, Tercer Ciclo y El Gallinero, las elevaciones varían desde los 1,025 y 1,050 msnm en la parte baja que bordea la ciudad hasta los 1,525 msnm en la parte alta.

El área total de captación tiene una superficie de 252 hectáreas.

1.3 OBJETIVOS

Generales : Efectuar los siguientes estudios: Geología, Edafología, Dasonomía, Capacidad de Uso del Suelo, Torrencialidad, desde el parteaguas de los cerros Pelón y Las Palmas hasta la ciudad de Berlín.

Específicos : Establecer las Causas que han generado los fenómenos de remoción de masa - la inestabilidad del terreno - la vulnerabilidad local, y que ello permita establecer las acciones y medidas para su control.

1.4 ALCANCES

- Caracterizar la zona objeto de estudio.
- Determinar los procesos que han dado a lugar a los fenómenos de remoción de masa
- Suministrar elementos de juicio y criterios determinantes a las conclusiones.
- Diagnosticar, de manera integral, los resultados del estudio.