

2. METODOLOGIA

Para ejecutar el estudio se conformó el equipo de trabajo compuesto por el geólogo Walter Hernández y el economista Emilio Márquez, que levantaron la información tanto del lugar donde se localizan las grietas como del espacio territorial donde se ubica el Caserío Suyalapa para conocer los aspectos relacionados con la vulnerabilidad. Los datos de campo se han planteado sobre el mapa base escala 1:25,000, el cual ha sido ampliado para facilitar el manejo de los datos de campo a la escala 1:2000.

La recopilación de la información primaria se efectuó a partir de tres inspecciones y levantamiento de datos de las condiciones de las grietas del cerro Cabro y de la ubicación y de los elementos expuestos. Para ello se contó con el apoyo del personal de la Asociación y Cooperativa Gerardo Barrios, cuya sede está en Ilobasco. Se tomaron medidas del largo, abertura y de los escarpes en las grietas principales, las cuales fueron georeferenciadas. Además, se contó con la ayuda de los técnicos de Hidrología, para hacer el aforo volumétrico del manantial que surgió en la ladera occidental del cerro. En el sector del caserío Sayulapa, con el empleo de un clinómetro se llevó a cabo la medición de la altura de las viviendas en relación al nivel del río Gualcho, sobre todo aquellas situadas en las partes más bajas y cercanas al río. Se ha implementado un sistema sencillo de monitoreo basado en la colocación de pares de estacas a ambos lados de las grietas a controlar. Estas mediciones son llevadas a cabo por el personal de la Cooperativa Gerardo Barrios, datos que son suministrados periódicamente vía teléfono al SNET.

Además, se efectuaron visitas y entrevistas con las familias que habitan las viviendas del Caserío Suyalapa, se georeferenciaron cada una de las viviendas que se ubican en la ribera y lo largo del cauce del río Gualcho.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

3.1 Ubicación geográfica

Plano de Ubicación de la zona de grietas-Caserío Sayulapa

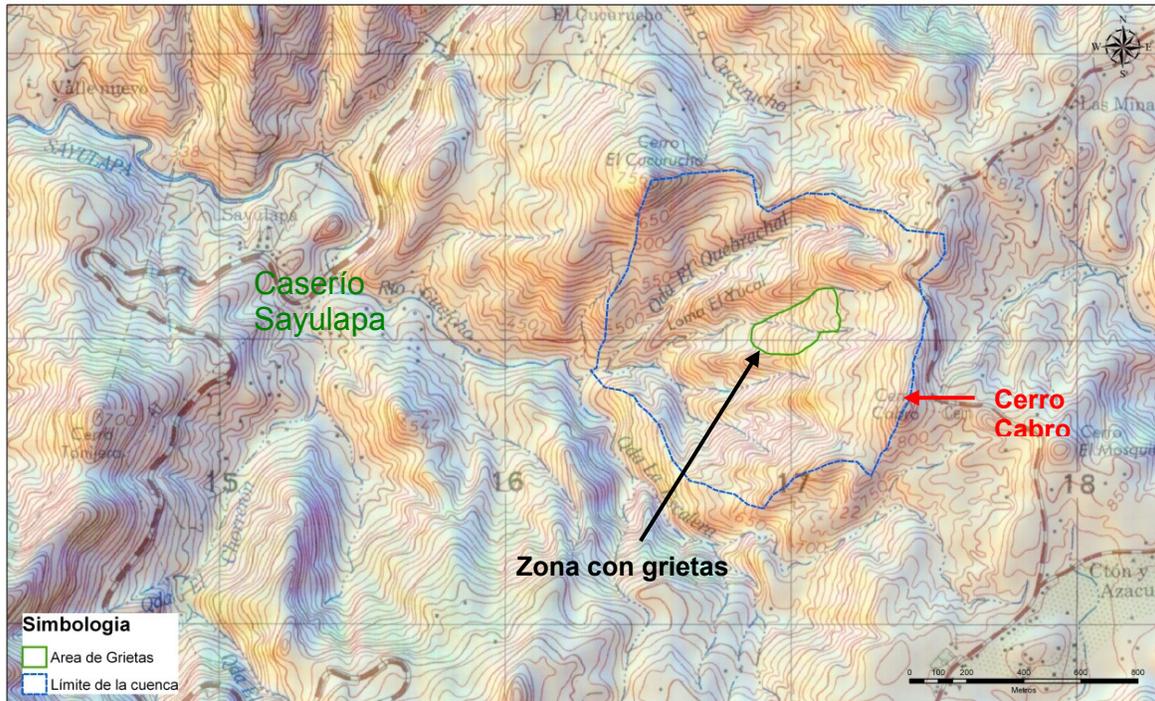


Figura 1. Localización del caserío Sayulapa, cerro Cabro, cerro Cucurucho y el río Gualcho, quebrada El Quebrachal, Loma El Yucal y las poligonales de la microcuenca en azul y el área de afectación por grietas en color verde.

El caserío Suyalapa se localiza a 6 km al norte de Ilobasco, sobre la carretera de tierra que conduce de Ilobasco hacia la presa Cerrón Grande. El cerro Cabro está situado en el caserío Las Minas, cantón Azacualpa, jurisdicción de Ilobasco en el departamento de Cabañas. El cerro se encuentra a 2 km al oriente del Caserío Suyalapa y tiene una elevación máxima de 864 msnm, mientras que el mencionado caserío se localiza a una elevación promedio de 380 msnm.

La geografía de la zona nos muestra que el caserío cuenta con un recurso hídrico importantes, el río Gualcho, además de contar ahora con un manantial que se origina y localiza en el Cerro Cabro.

Es una zona dedicada exclusivamente a la agricultura y ganadería que se efectúa parcialmente. De acuerdo a la visita de campo se constató que los usos de suelo efectivamente corresponden al cultivo de los granos básicos y crianza de ganado.¹ Las tierras del cerro Cabro como las cercanas al Caserío Suyalapa son dedicadas en su totalidad a dicha actividad económica. Los pobladores dependen primordialmente para su supervivencia, del cultivo de maíz, frijol y maicillo (sorgo).

3.2 Población

Se estima que en el caserío y sus alrededores habitan un total de 125 familias², con un promedio de miembros entre 5 y 6 personas por vivienda. El caserío y sus alrededores contienen en su espacio un núcleo familiar con las características propias de una población rural del país. La zona se caracteriza por la existencia de vivienda con una construcción en la que predomina el adobe y los pisos de tierra (véase figura 2).



Figura 2. Casa de adobe y con piso de tierra es el principal tipo de vivienda en el caserío Sayulapala.

3.3 Aspectos económicos de la zona

En esta zona el principal medio de vida de las familias lo constituyen los cultivos de maíz, frijol y maicillo. La mayor parte de los productores realizan sus actividades productivas en los terrenos a través de arriendos con pagos inclusive

¹ Tanto los cultivos de granos básicos como la crianza de ganado se realiza en una pequeña escala.

² Información proporcionada por el representante de la Asociación y Cooperativa Gerardo Barrios Juan Clinio Pocasangre.

en especies, a cambio de cultivar las tierras el productor aparta una porción de la tierra cultivada para el propietario del terreno. En su mayor parte los productores destinan su producción al autoconsumo y muy poco hacia mercados. Existe también en pequeña escala y más a nivel familiar la crianza de ganado.

4. ANÁLISIS DE AMENAZA POR DESLIZAMIENTO

4.1. Ubicación de la zona amenazada

El cerro Cabro está situado en el caserío Las Minas, cantón Azacualpa, jurisdicción de Ilobasco en el departamento de Cabañas. La ubicación de la zona de grietas más altas, se encuentra en la ladera del cerro, estas se localizan a la altura de la cota aproximada de 700 m, mientras que la cota sobre el puente del río Gualcho es de 380 m, lo cual da una diferencia de desnivel de 320 m.

Vulnerabilidad Caserío Sayulapa

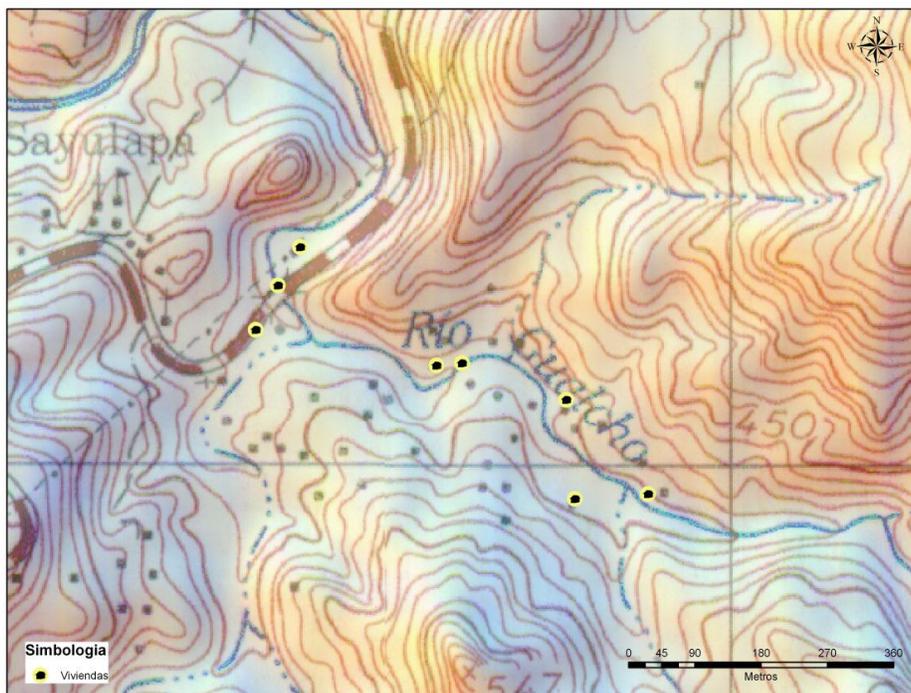


Figura 3. Ubicación de las viviendas del caserío Sayulapa y del río Gualcho. Los puntos negros con entorno amarillo son las viviendas más cercanas y más bajo en relación al río.

4.2 Características geomorfológicas

La morfología de la zona está caracterizada por la presencia de una microcuenca de 1 km², de la que sobresalen los cerros Cucurucho (756.5 msnm) y Cabro (864 msnm). Esta pequeña cuenca es drenada por la quebrada El Quebrachal y tres quebradas de invierno, y en la salida de la misma conforman el río Gualcho. Una porción de la ladera occidental de este cerro se encuentra afectada por un conjunto de zonas de grietas y grietas aisladas, de las cuales, las principales se muestran en la figura 4. El área de afectación actual es de aproximadamente 45,000 m² (6.4 mz).

Grietas Cerro Cabro

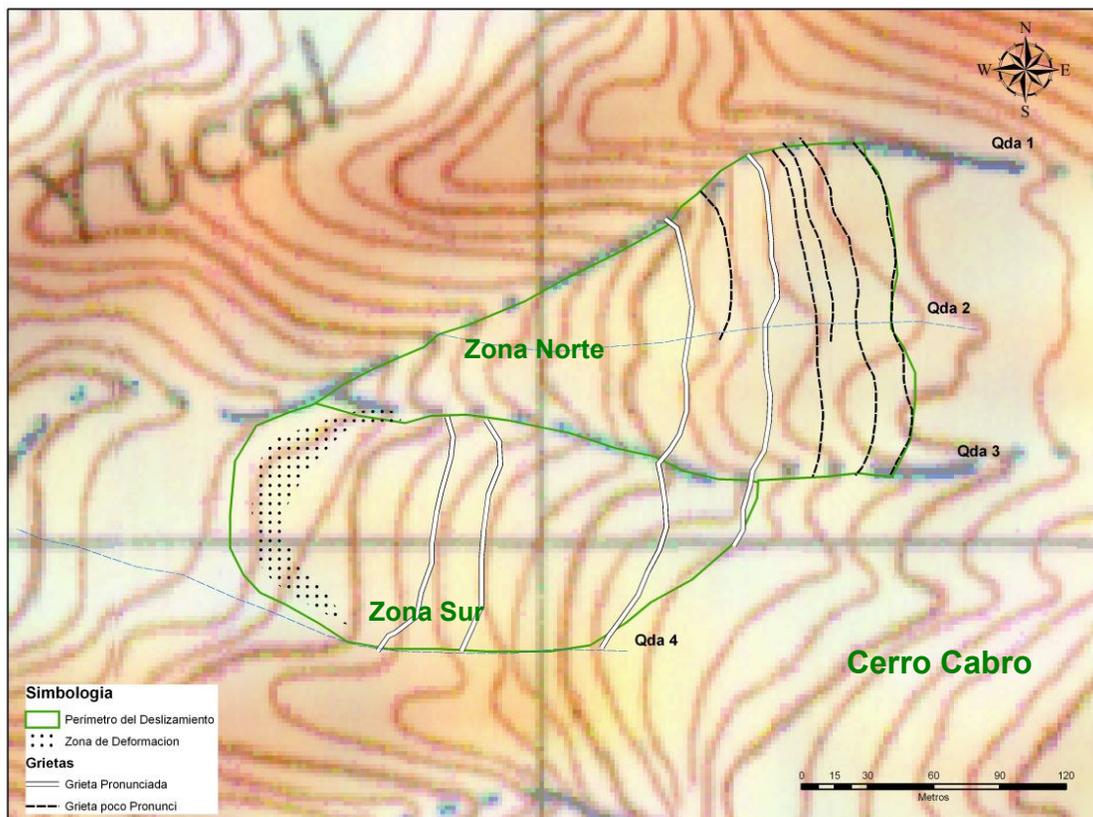


Figura 4. Área de afectación por grietas, situada entre las quebradas 1, 2, 3 y 4. La Zona Norte está contenida por las quebradas 1 y 2 y la Zona Sur por la 3 y 4. La parte sombreada corresponde a la zona de deformación.

4.2.1 Historial de deslizamientos en la zona

De acuerdo a información proporcionada por el señor José Encarnación Guardado, del cantón Sayulapa, en 1934 ocurrió un flujo de escombros que bajó de la quebrada El Mangal, otro bajó antes de 1934 y provino del lugar conocido como El Barranco. Estos hechos indican que los movimientos de masa dentro de la microcuenca son eventos recurrentes y este momento la ladera del cerro Cabro se ha desestabilizado y el potencial deslizamiento representa la forma de encontrar el equilibrio.

4.3 Perfil topográfico zona norte

A efecto de visualizar los cambios de pendientes en el terreno, la figura 5 muestra el perfil A-A' el cual atraviesa la parte alta y toda la Zona Norte deslizada, donde se observan tres cambios importantes de pendientes. La porción superior es la más larga y tiene una pendiente de 35° que corresponde a la parte de un antiguo escarpe de deslizamiento. El cambio de pendiente inferior ocurre en la cota aproximada de 724 m con un ángulo de 20° de inclinación y en el otro extremo (cota 674 m) es donde se inician las grietas menos pronunciadas y un nuevo cambio de pendiente, que coincide con el inicio de las grietas pronunciadas que se extienden hasta la Zona Sur.

La pendiente en la porción más baja es la más fuerte con 38° y está completamente agrietada, donde ocurre otro sistema de grietas influenciadas con la ladera de la quebrada 1 y que son transversales a las primeras. En resumen, la porción que manifiesta grietas se localiza entre las pendientes intermedia y la inferior. La zona agrietada es asimétrica y consta de dos partes diferenciadas por la zona Norte y zona Sur. Dentro del área afectada por las grietas se localizan cuatro quebradas de invierno que se han enumerado de la 1 a la 4 (véase la figura 4 y 8). Las pendientes de la ladera del cerro Cabro y en la ladera agrietada son pendientes moderadas de hasta 38° (Figura 5), en la cual ocurren los procesos de erosión y movimientos de masa. La superficie de la microcuenca evidencia la presencia de un terreno bastante fallado y erosionado donde los movimientos de masa son recurrentes, tal como lo evidencian los depósitos de coluvios que se están nuevamente activando y que corresponden a los depósitos

fósiles de un antiguo deslizamiento, cuyo escarpe se encuentra bien definido en la parte alta cerca de la cota 850 m y sus productos corresponden a los actuales materiales que han entrado en reactivación.

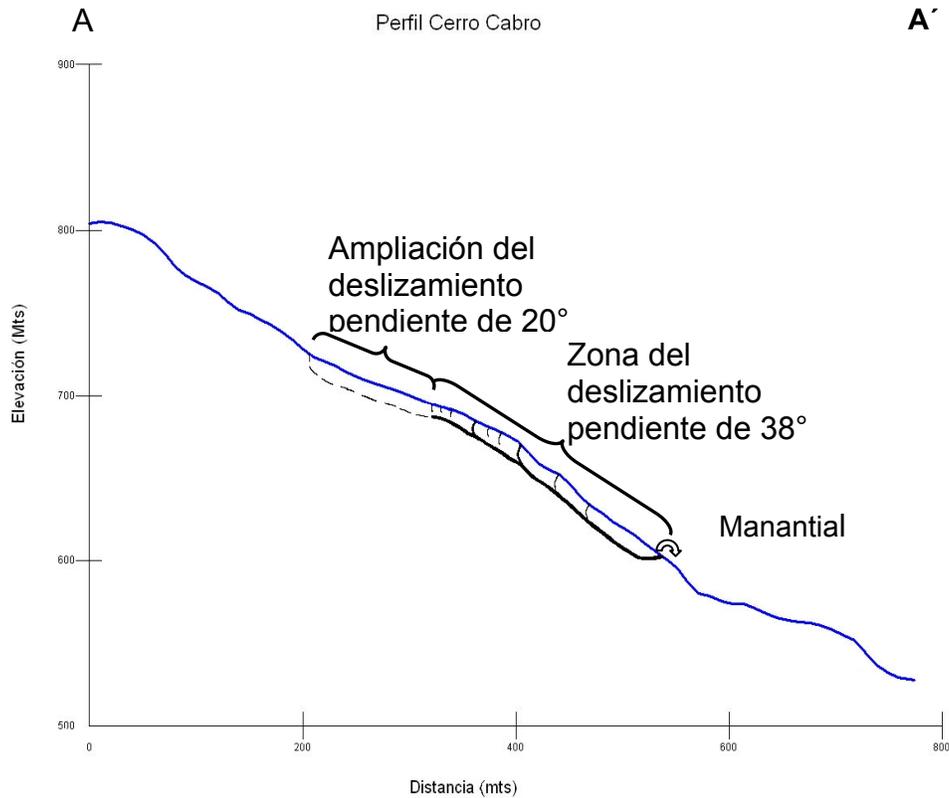


Figura 5. Perfil A-A' de la ladera occidental del cerro Cabro donde muestra la Zona Norte con grietas, el posible plano de falla y la porción arriba potencialmente a moverse cuando pierda el apoyo. En la zona agrietada la pendiente del terreno es de 38°. Al pie de la superficie deslizada se ha extrapolado la posición de un manantial que coincide con la zona de deformación.

El material aflorante en los escarpes de la coronas de las grietas está compuesto por depósitos coluviales constituidos por fragmentos de lavas basálticas angulares y subangulares, color gris y gris oscuro, de tamaños variados, teniendo en promedio de 20 cm de diámetro, con poca matriz de grava-arena y limo (véase figura 6). También se observan bloques de tobas bandeadas de color gris claro.

A lo largo de la quebrada 1, han ocurrido derrumbes en el flanco izquierdo de la zona agrietada, y en el que se observa los materiales citados anteriormente, sin

embargo, el hecho que se han producido varias zonas de grietas con abundantes grietas secundarias, indica que podría haber en profundidad una zona de material fino que podría estar constituido por arcillas y limo con algo de plasticidad, sobre la cual está ocurriendo un deslizamiento planar y localmente puede estar combinado con deslizamiento rotacional. Los derrumbes también ocurren en la quebrada 3 donde igualmente se observan esos materiales y árboles caídos.



Figura 6 . Escarpe de grieta mostrando el detalle del depósito de coluvio de deslizamiento fósil. Obsérvese el rompimiento de las raíces por el movimiento

4.4 Condición de la amenaza

Las grietas en general muestran escarpes y aberturas que varían a lo largo de las mismas. Cuando estas atraviesan las quebradas 2 y 3, allí se producen un mayor fracturamiento y se producen además, derrumbes en las laderas de las quebradas, el mismo efecto ocurre en la quebrada 1. Las coronas de las grietas tienen formas de varios arcos pequeños conectados unos a otros lo cual, puede ser el reflejo de la variación de la superficie de falla. Estas grietas han sido una respuesta de un deslizamiento planar con plano de falla poco profundo y paralelo a la superficie del terreno, cuyo espesor podría tener 5 m.

Grietas zona Norte- En esta zona las grietas inician topográficamente más arriba que la de la zona sur, aproximadamente a la cota 700 m y finaliza en la cota 580m. Tiene la forma que asemeja a un triángulo invertido cuya base está en la parte alta

de la ladera, con una longitud de 150 m, mientras que la altura es de 275 m, lo cual da un área aproximada de 23,500 m². Esta zona está comprendida entre las quebradas 1 y 3. En las figuras 7, 8 y 9 se muestran las grietas pronunciadas y las grietas menos pronunciadas, las primeras llegan a extenderse hasta la zona sur. Considerando un espesor de 5 m de material deslizado, el volumen que potencialmente estaría expuesto a deslizarse es de unos 117,500 m³.



Figura 7. Grietas en la ladera occidental del cerro Cabro mostrando la escases de vegetación. Panorama de las grietas en la zona Norte.

Grietas zona Sur- La zona sur está situada más abajo y tiene el límite de grieta superior en la cota 670 m y la inferior en la cota 575 m. La zona agrietada está contenida entre las quebradas 3 y 4, y tiene una forma irregular, teniendo un ancho máximo de 108 m y de largo 240 m respectivamente. El área que cubre esta zona es de aproximadamente de 21,500 m². Considerando el espesor de material a deslizarse de 5 m, el volumen potencialmente a deslizarse sería de 107, 500 m³.

Zona de deformaciones- Las figuras 8 y 9 muestran al pie de la zona afectada una zona de deformación evidenciada por grietas menores, caída de árboles, así como también por la presencia de una zona húmeda con escurrimiento de agua. Contiguo a esta zona húmeda se localiza un manantial de 1.08 l/s (aforo

volumétrico, 15 de feb/06) que surgió según informan los lugareños, con el establecimiento de las grietas. La deformación se manifiesta también en la zona norte, pero es pequeña y se identifica por los derrumbes en la punta del área.



Figura 8. A) Superficie de deformación en el pie del deslizamiento con rompimiento del terreno y caída de árboles. B) Manantial en la zona de deformación.

5. DINAMICA DEL DESLIZAMIENTO

Según la información proporcionada por el Sr. Francisco Avendaño, las grietas y fisuras fueron observadas por primera vez entre el 20-25 de agosto de 2005, las cuales no eran grandes y no llegaron a causar ningún temor, sin embargo, entre el 25 y 28 de noviembre, las grietas se ampliaron y aumentaron en cantidad y en tamaño, llamando la atención el hecho del surgimiento de ruidos asociados al rompimiento del terreno y de la rotura de las raíces de los árboles, algunos de los cuales se secaron. Lo anterior evidencia que este movimiento de masa puede considerarse como lento.



Figura 9. Escarpes de grietas A) zona de grietas pronunciadas con forma de zig-zag en la Zona Sur. B) Grieta con escarpe de 2.70 m en la Zona Sur. C) Superficie del terreno muestra bloques en el escarpe de la grieta y en la superficie del terreno (coluvio) del antiguo deslizamiento actualmente en reactivación.

El material coluvial que a veces muestra una cobertura de suelo constituido por gravas, arenas y limo con arcilla, de espesor delgado y variable (inferior a 40 cm), es el que se observa en las grietas y en los derrumbes principalmente en las quebradas 1 y 3, y no se observa ningún cambio de material, por lo cual, se presume la existencia de una delgada capa de material compuesto por limo y arcilla que esté sirviendo de zona de debilidad por donde se está produciendo el deslizamiento.

Análisis del Area con grietas

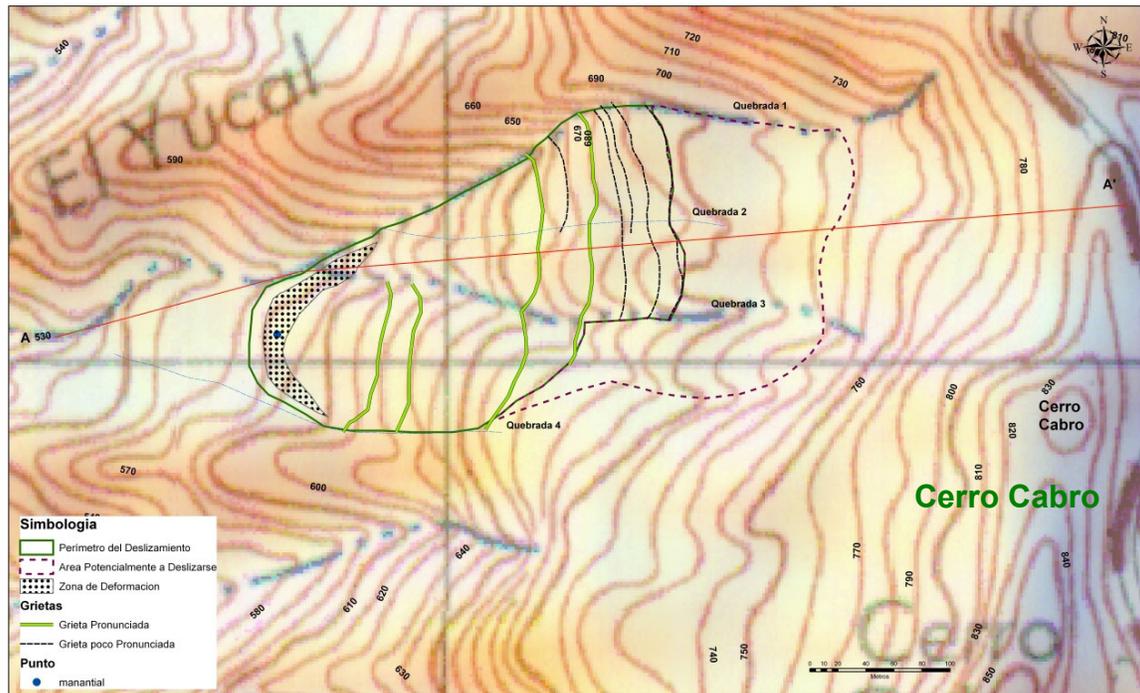


Figura 10. Delimitación de la actual zona con grietas y el área adicional potencialmente a deslizarse situada en la parte alta con líneas discontinuas. Obsérvese las zonas de grietas, grietas secundarias, la zona de deformación y la posición de las quebradas. Mapa base 1: 25,000 ampliado a escala 1:2000.

Esa capa de finos de comportamiento relativamente plástico es donde se podría haber formado el plano de falla del deslizamiento del tipo planar - rotacional, con el surgimiento de múltiples grietas secundarias, debido a la irregularidad del plano de falla y porque la capa superior húmeda tendió a equilibrarse a su nueva condición. El aparecimiento del manantial de 1.08 l/s y la presencia de una zona húmeda, requieren la presencia de un lecho algo impermeable que les permita circular hasta encontrar la superficie del terreno (figura 8 y 10).

El área de la ladera actualmente afectada por las grietas es de 45,000 m² (6.4 mz) y el cálculo estimado del material potencialmente a deslizarse considerando un espesor de 5 m, sería de unos 225, 000 m³ compuesto por coluvio, es decir, material de un deslizamiento fósil que ha entrado en reactivación. Al ocurrir este deslizamiento, el área anterior podrá ampliarse en 25,233 m² (3.6047 mz), debido

a que podrá desencadenarse otro deslizamiento del tipo traslacional en la parte superior por la pérdida de apoyo (véase figura 10), y en este caso el volumen se estaría ampliando en 126,165 m³. El volumen total de la masa de terreno potencialmente a movilizarse en el cerro Cabro sería en este caso de 351,165 m³.

Al producirse el deslizamiento en el periodo lluvioso, es bastante probable que el material que se deslice quede al pie de la actual zona afectada, es decir, que se acumulará entre las curvas de nivel de 600 y 400 m. La posibilidad que el deslizamiento derive en un flujo de escombros es muy baja, ya que el área de recogimiento sobre el actual deslizamiento es pequeña, sin embargo, bajo el impacto de una tormenta tropical extrema podría producirse el flujo pero por tener poca energía potencial y dado a que el canal del cause se amplía después de la cota 450 m, se espera que se desplace poca distancia.

5.1 Monitoreo de las grietas

Para conocer cualquier desplazamiento que exista en el terreno agrietado, es necesario contar con un monitoreo permanente, razón por la cual, fueron colocados 10 puntos de control en toda el área con grietas, hecho con pares de estacas metálicas de 1/4" de diámetro, con marcas para medición y enterradas en ambos lados de la grieta a controlar (Figura11). Las medidas periódicas son realizadas por personal de la Cooperativa Gerardo Barrios y reportadas al SNET cada vez que son ejecutadas. Este monitoreo comenzó a realizarse el 15 de febrero, y se hizo una vez por semana, al no evidenciar movimiento, se trasladó a cada 15 días para el mes de marzo y abril, posteriormente con la entrada de la estación lluviosa se hará más estrecho.



Figura 11. Estaqueado de grietas para monitoreo a ambos lado de la grieta.

Este método es sencillo, económico y práctico, el cual necesita solamente dos personas para realizarlo, una cinta métrica metálica y las mediciones se llevan a cabo a la misma hora el día de medición. Este método tiene la desventaja que algunas estacas pueden ser movidas por los animales que allí pastorean o por las personas que visitan continuamente el lugar de las grietas. Por este motivo se escogieron algunas grietas importantes y otras que no llamaran mucho la atención de los visitantes, las estacas se dejaron enterradas y escondidas para que no puedan ser vistas fácilmente, pero se dejaron marcas en un árbol cercano a las estacas y enumeradas para facilitar encontrarlas y evitar confusiones en los encargados del monitoreo.

La tabla 1 muestra cuatro lecturas de monitoreo de 10 puntos de control, con sus respectivas fechas de realización, para verificar si existen desplazamientos milimétricos de las grietas. El comportamiento actual del terreno deslizado indica que el material ha perdido agua y por tanto su plasticidad, lo cual le da esa estabilidad temporal, pero cuando caigan las primeras lluvias en la próxima estación lluviosa, entonces será el momento de poder observar su reactivación, analizar sus desplazamientos diferenciales, su evolución y su potencial despegue.

Los movimientos relativos en los puntos 3, 7 y 9, se deben al paso de los animales o de las personas que tocan alguna de las estacas.

Tabla 1. Monitoreo de las grietas

Coordenadas puntos de monitoreo de grietas						
CERRO CABRO						
Punto No.	Norte	Oeste	15-Feb	22-Feb	08-Mar	22-Mar
	ZONA Norte		m	m	m	m
1	13.88522	88.84074	1.452	1.452	1.452	1.455
2	13.88561	88.84132	1.114	1.114	1.114	1.114
3	13.88586	88.84151	1.924	1.919	1.91900	1.92
4	13.88493	88.84142	2.134	2.134	2.13400	2.134
5	13.88529	88.84167	1.428	1.428	1.42800	1.428
	ZONA Sur					
6	13.88423	88.84188	1.855	1.855	1.85500	1.855
7	13.88454	88.84188	2.528	2.528	2.52800	2.533
8	13.88418	88.84215	1.286	1.286	1.28600	1.286
9	13.88456	88.84215	4.455	4.462	4.46500	4.465
10	13.88396	88.8425	2.704	2.704	2.70400	2.704

5.2 Monitoreo de lluvias

Debido a que la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio se encuentra a 10 km al norte, se instalará un pluviómetro para medir las precipitaciones para conocer las lluvias diarias y las lluvias acumuladas, con lo cual se sabrá cómo se relacionarán los desplazamientos de las grietas y las cantidades de lluvias acumuladas. Esta actividad también será apoyada por el personal de la cooperativa. El Servicio Meteorológico del SNET se encargará de buscar el sitio adecuado y brindará adiestramiento a la(s) persona(s) que se indiquen para hacerlo y con quiénes el personal responsable del estudio del SNET se mantendrá en contacto permanente.

5.3 Elementos disparadores de la amenaza

En los movimientos de masa se conocen dos elementos disparadores principales, que son los encargados de proveer la energía cinética de los deslizamientos: las lluvias y los terremotos.

5.3.1 Lluvias

A continuación se analizarán la situación de las lluvias del año 2005 y se compararán con el promedio histórico mensual para mostrar los periodos más lluviosos dentro de ese año. Como en la zona no hay estación meteorológica, se han tomado los datos de lluvia de la estación ubicada en la Presa Hidroeléctrica del Cerrón Grande, para tal propósito de comparativo.

Tabla 2. Promedio de lluvias históricas mensuales y promedio de lluvia para el 2005.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2005	0	0	100	20	346	303	322	248	551	308	19	5	2221
PROMEDIO	1.6	1.7	16	69.9	223.2	326.2	280.9	296.1	337.4	191.9	46.2	10.6	1727

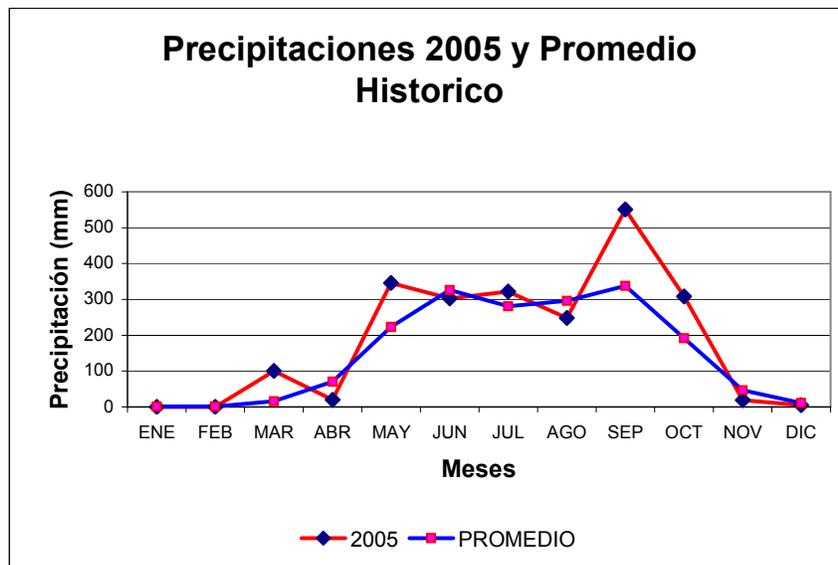


Figura 12. Gráfico de las cantidades de lluvias durante el 2005 y las lluvias mensuales históricas para el ciclo hidrológico 1973-2005, en la estación meteorológica Cerrón Grande.

5.3.1.1 Precipitaciones del 2005

La estación meteorológica más cercana al sector del cerro Cabro está a 10 km al noroeste y corresponde a la estación del Cerrón Grande, ubicada en la cota de 200 m. Por tanto, estas cantidades de lluvia servirán solamente para extrapolación, por lo que darán valores relativos y no absolutos a las lluvias que pudieron afectar al cerro Cabro. La tabla 1 muestra los valores de lluvias del 2005 y los promedios históricos mensuales, los cuales aparecen graficados en la figura 12.

5.3.1.1.1 Huracán Adrian. Las lluvias del año 2005 fueron en general algo diferentes de lo usual a los años anteriores, esto se ve reflejado inicialmente en las cantidades de lluvias caídas desde el mes de mayo con la incidencia del huracán Adrian, que fueron el 55% mayor que el promedio histórico mensual de ese mes. En el mes de julio se incrementó el 14.5%. En agosto marcó situaciones diferentes, ya que la lluvia en el 2005 fue menor en un 16.21% que el del histórico. Sin embargo, las grietas aparecieron en la tercera semana de ese mes. Este hecho revela un aspecto importante a considerar, ya que justamente cuando llueve menos ocurren los agrietamientos, lo cual indica que las lluvias que se infiltraron durante los meses anteriores estaban causando movimientos diferenciales en el terreno con el consecuente apareamiento de las grietas, debido a la pendiente de 38 grados y al aumento de peso del terreno debido al agua infiltrada, facilitaron para que vencieran las fuerzas resistivas, dando paso al agrietamiento y fisuramiento inicial de la ladera.

5.3.1.1.2 Huracán Stan. La tabla 2 y la figura 12 muestran que las lluvias se incrementaron para los meses de septiembre (1.63%) y octubre (1.60%), lluvias que al encontrar el terreno agrietado y fisurado, se filtraron con más facilidad y ampliaron el tamaño de las discontinuidades y su desarrollo a grietas con escarpes de hasta 2.70 m y aberturas de casi 1 m de ancho (Figura 9). Esta reactivación ocurrió a finales del mes de noviembre, bastante después que habían pasado esas lluvias torrenciales y que es coherente con la respuesta posterior a la circulación de las aguas lluvias hacia la parte interna del terreno.

En el mes de febrero y marzo de 2006 el terreno yace con cierta quietud temporal, sin embargo, las condiciones de permeabilidad del terreno se encuentran trastornadas por la gran cantidad de zonas de grietas y grietas secundarias, con tales condiciones es de esperar que facilitarán el paso de las aguas meteóricas hacia el plano de falla, las cuales eventualmente servirán como detonante de un potencial deslizamiento planar que podría en el peor de los casos derivar en un flujo de escombros.

5.3.2 Sismicidad

Debido a la distancia donde se ubica el cerro Cabro en relación a las zonas sísmogénicas y al tipo de formación geológica compuesto por formaciones de dureza alta, las ondas sísmicas llegan a este lugar amortiguadas y su impacto en la infraestructura es prácticamente nula, tal como lo evidencia la gran cantidad de casas de adobe que se encuentran en buen estado en ese sector. Por tanto, la sismicidad no llega a jugar un papel determinante para la estabilidad de laderas en el cantón.

6. VULNERABILIDAD

Partiendo que la vulnerabilidad es la condición en la que se encuentra una población y que le permite ser afectada por un fenómeno; esto es, la presencia de determinados factores (materiales o físicos, económicos, sociales, políticos, etc) que le impide a la población absorber el impacto de fenómenos naturales o

humanos y que, al mismo tiempo, le dificulta su recuperación.”³. Trataremos en este estudio de tipificar y acercarnos a determinar los factores de vulnerabilidad que acompañan a la población, y en especial, las familias y los acervos de estos que están expuestos al probable deslizamiento. En especial destacaremos 2 tipos de factores: vulnerabilidad física y vulnerabilidad económica.

6.1 Vulnerabilidad física-técnica

“La vulnerabilidad física-Técnicamente se refiere a los factores que tienen que ver con la localización de los asentamientos humanos en zonas de amenazas y a las deficiencias de las estructuras físicas, como vivienda, infraestructura, falta de servicios, etc., para absorber los efectos que pueden causar fenómenos de origen natural o humano. La vulnerabilidad se relaciona con las inadecuadas técnicas utilizadas en la construcción de viviendas y edificios e infraestructura básica amenazadas por fenómenos intensos de origen natural o humano”⁴.

Para el análisis, se tomarán en cuenta dos aspectos. El primero se refiere a la ubicación de las viviendas y/o los acervos. El segundo es referido al tipo de material de construcción de la vivienda. Esta vulnerabilidad se refiere a la deficiencia de la estructura física para absorber los efectos de las amenazas.

6.1.1 Ubicación de las viviendas

Del total de viviendas que conforman el Caserío de Suyalapa, 6 de estas se ubican en las márgenes del río Gualcho. La distancia que existe entre la primera vivienda del caserío y el punto medio de las grietas del Cerro Cabro es de 1,530m, mientras que la distancia que media entre el mismo punto de las grietas a la última vivienda que se ubica después del puente del caserío es de 2,230 m.

³ La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Guía para la gestión local de los desastres en América Latina. pg.37

⁴ Idem pg. 43.

Es de destacar que las alturas obtenidas por medio de empleo de un clinómetro, en la cual se ubican las viviendas con relación al nivel del río, oscilan entre los 3.45 m y los 9.5 m, siendo la vivienda del señor José Gilberto Calderón la que se encuentran con la menor altura en relación al nivel del río.

6.1.2 Tipo de Material de la vivienda

En la visita de campo se constató que el 83.3% de las viviendas del caserío Suyalapa, han sido construidas con adobe y bahareque y cuyos pisos son de tierra. De acuerdo, a estas características y fundamentalmente por el tipo de material y diseño que presentan las viviendas, estas muestran un alto grado de fragilidad (véase figura 2).

6.2 Vulnerabilidad económica

Dado que las familias del caserío dependen como medio de vida fundamental de los cultivos de maíz, frijol y maicillo (productos anuales), y que en su mayoría lo hacen en arriendo con pagos incluso por medio de una porción de su producción; además, eso se agrava si se considera que la mayoría de las familias destinan su producción al autoconsumo. Tales condiciones, los hace caer en una dependencia alta de la disponibilidad y oportunidad que le brinda el espacio territorial, no sólo donde se ubican los terrenos donde se localizan las grietas del cerro Cabro, sino también en los espacios territoriales adyacentes.

En función de esa condición las familias que se ubican en este caserío no cuentan con los medios necesarios que les permitan recuperarse⁵ no solo en caso de ocurrir un flujo de escombros sino, del hecho de verse imposibilitado a utilizar y cultivar los terrenos que se localizan en la zona de influencia de las grietas. Eso revela sin duda alguna, una alta vulnerabilidad para estos pobladores.

⁵ Se considera que no tienen la capacidad de recuperarse, pues la mayoría de ellos son pequeños productores, que en su mayoría el destino de sus cultivos es para la subsistencia y que además ni siquiera son poseedoras de la tierra que cultivan.

7. ESCENARIOS DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTO

Considerando los materiales gruesos que componen mayoritariamente la masa a deslizar con poco material fino, el desnivel entre el punto más alto y más bajo observado con grietas que están a las cotas 700 m y 580 m respectivamente, la pendiente de 38° de la porción a deslizarse, y sabiendo que el material a deslizarse corresponde a un deslizamiento fósil (paleodeslizamiento), además, el área de recogimiento pequeña que se encuentra arriba de la masa a deslizarse; es muy probable que al ocurrir el movimiento de masa, éste se depositará en la parte baja entre las cotas 600 m y 400 m, es decir, que no saldrá poco de la microcuenca. La existencia de ese deslizamiento fósil ya es un indicador que estos materiales no están muy propensos a derivar en un flujo de escombros. Por tanto, la comunidad de Sayulapa no será impactada por este tipo de deslizamiento.

Sin embargo, en situaciones de tormentas tropicales extremas que incidan en esa zona, podría formarse un flujo de escombros pero cuyo volumen por ser pequeño, por tener un desnivel de sólo 320 m, el cual es muy bajo para producir la energía cinética capaz de desplazar la masa hasta el puente, además, hay tramos del río que su sección transversal es ancha y de pendiente baja, por tanto, aún en una situación de lluvias extremas, el flujo de escombros es muy probable que no logre impactar las viviendas ya que estas están entre 6.25m y 9.50 m de altura sobre el nivel del río. Solamente la casa del Sr. José Gilberto Calderón situada a 3.45 m, es la que podría ser impactada.

8. CONCLUSIONES

- Las grietas surgieron durante el mes de agosto y se ampliaron en el mes de noviembre, bajo la influencia de las lluvias del huracán Stan, produciéndose un deslizamiento planar en combinación con rotacionales, deformaciones del terreno y derrumbes de las laderas de las quebradas. Este material actualmente agrietado

es evidencia de la existencia de un deslizamiento fósil que ha entrado en reactivación y que se perfila a movilizarse durante las lluvias del 2006.

- El movimiento del agua subsuperficial sobre el posible plano de falla, dio origen al manantial, dicha agua debe haber jugado un papel importante en la dinámica de este deslizamiento.
- El área total agrietada en la ladera del cerro Cabro es de 45,000 m² (6.4 mz) y cuyo volumen potencialmente en condiciones de movilizarse es de 225,000 m³, que en el peor escenario, podrían formar un flujo de escombros que no es probable que impacte a la comunidad. Este volumen podrá ampliarse en 126,165 m³ al desprenderse la parte superior contiguo al antiguo escarpe, de aproximadamente 25,233 m² (3.6047 mz). En esta situación el área total afectada sería de 70,233 m² (10 mz), de la que potencialmente se desprenderá un volumen total máximo de aproximadamente 351,165 m³.

9. RECOMENDACIONES

- Debido a la fragilidad de la ladera se recomienda cerrar el acceso del público a la zona afectada por grietas y continuar con el plan de monitoreo de grietas, con el objeto de observar la evolución de estas, para lo cual deberá continuarse en el mes de abril cada 2 semanas, mientras no caigan lluvias, pero luego que éstas se establezcan deberá hacerse una vez cada día y mantener informado al personal del SNET.
- Se recomienda la instalación de un pluviómetro en un sitio adecuado cerca del sitio del deslizamiento, para medir la cantidad de lluvia diaria que cae en la ladera del cerro en cuestión, lo cual servirá para monitoreo de lluvias y conocer la evolución del deslizamiento. La selección del sitio para el pluviómetro debe hacerlo un especialista de meteorología, quién deberá dar capacitación sobre las lecturas y manipuleo del equipo, a la persona de la comunidad o de la Cooperativa que quede encargada de hacer las mediciones de lluvia.

- Para efectos de minimizar el peligro del impacto por un flujo de escombros, es conveniente que la familia del Señor José Gilberto construya su vivienda en otro sitio ubicado a mayor altura de la actual localización, antes que llegue la próxima estación lluviosa, o que la familia sea evacuada en el próximo periodo de lluvias.
- Abstención total para la próxima temporada de lluvias de llevar a cabo actividades agrícolas, de cualquier tipo de cultivo y suspender también el pastoreo en esos terrenos frágiles.

- Antes que entre la estación lluviosa suspender toda visita de los lugareños y de escolares a la zona agrietada, para evitar tragedias. Esta actividad importante se podría coordinar entre la PNC y la alcaldía de Ilobasco.

- Considerando que:
 - El área de afectación por deslizamientos es de 10 Mz,
 - El volumen de material a deslizarse es mediano (351,165 m³)
 - La baja posibilidad de formación de un flujo de escombros con gran energía,
 - La ausencia de elementos expuesto,

Al movilizarse esa masa la ladera entrará a su nueva condición de equilibrio. Por tanto, es conveniente dejar que esa masa de suelo y roca se movilicen de forma natural.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo mostrado por la Cooperativa Gerardo Barrios, en especial a su Presidente, Sr. Clinio Pocasangre, quién colaboró con las gestiones realizadas para llevar a cabo los trabajos iniciales de campo y posteriormente el monitoreo de las grietas. A los señores Norberto Torres Rodríguez, Rodil Antonio de León, quienes colaboraron en las medidas de las grietas y en la realización sistemática del monitoreo de las grietas. A Giovanni Molina por el apoyo en la parte de informática.