

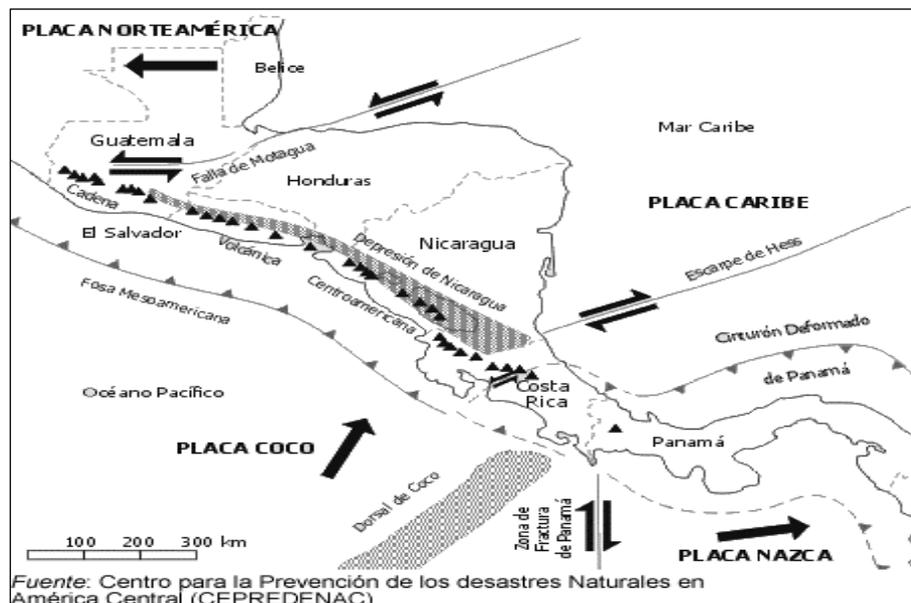
**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

**SEGUNDA PARTE
ASPECTOS GEOLÓGICOS**

I. MARCO TECTÓNICO:

A. REGIONAL

Guatemala está asentada sobre la confluencia de tres placas tectónicas, la de Norteamérica, la de Caribe y la de Cocos. Los movimientos relativos entre éstas determinan los principales rasgos topográficos del país y la distribución de los terremotos y volcanes. Además, estas placas hacen que la región se encuentre en una de los lugares con mayor sismicidad en el mundo. Las placas tectónicas en Guatemala se delimitan a través de numerosas fallas principales; hacia el Sur el tipo de contacto es convergente en el que la Placa de Cocos se conduce por debajo de la placa del Caribe, este proceso da origen a una gran cantidad de sismos y formación de volcanes. Por su parte el contacto entre las placas de Norteamérica y Caribe es de tipo transcurrente, su manifestación en la superficie son el sistema de fallas Motagua-Chixoy-Polochic y Jocotán.



Marco tectónico regional.

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

A su vez, estos dos procesos generan deformaciones al interior de las placas, produciendo fallamientos secundarios como el de Jalpatagua, Mixco, Santa Catarina Pinúla, etc. los que a su vez generan sismicidad local., como ya se mencionó la convergencia de placas Caribe-Cocos genera un intenso vulcanismo activo. Tanto la sismicidad como el vulcanismo activo son desencadenantes y condicionantes de otros fenómenos como la generación de áreas de inestabilidad de laderas.

En Guatemala se han definido cuatro provincias fisiográficas:

- a) La planicie costera del Pacífico,
- b) La cadena Volcánica,
- c) El sistema montañoso, en el centro de Guatemala y
- d) La cuenca sedimentaria del Peten, localizada al Norte de Guatemala.

El arco volcánico activo es una manifestación en superficie de múltiples cuerpos de magma. El sistema montañoso que se dispone en la parte central de Guatemala consiste principalmente de rocas metamórficas del Paleozoico. San Miguel Ixtahuacán y sus comunidades se ubica dentro de las provincias de la cadena volcánica y del sistema montañoso en el centro de Guatemala.

B. LOCAL:

En el área existen una serie de plegamientos muy fracturados y un complejo sistema de fallas secundarias asociados a la falla Cuilco-Chixoy (orientada Este – Oeste). Como consecuencia de los plegamientos se ha generado una superficie de erosión. En la mayoría de la zona estudiada se han destruido los estratos de material Vulcano clástico arrastrando el sedimento arcilloso producto del intemperismo de estas rocas.

II. GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA

El área se localiza entre el límite de las provincias fisiográficas del cinturón volcánico y las tierras altas sedimentarias. Debido al marcado relieve dominante en la región se presentan varias formas geomorfológicas que van desde onduladas a escarpadas. Se observa el dominio de colinas con pendientes altas, así como algunos escarpes casi verticales como consecuencia del fallamiento

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

intenso de la región. Las elevaciones se encuentran entre 1,500 y 2,420 metros sobre el nivel del mar.

- Se pudo comprobar que en toda el área existen varios coluviones o derrumbes antiguos localizados en la parte alta de estas comunidades.
- También fue posible observar varios deslizamientos pequeños en toda la orilla de la carretera que pasa por las comunidades estudiadas.
- Tomando en cuenta los datos estructurales obtenidos al medir las rocas localizadas en las proximidades de estas comunidades, la forma desordenada en la que se presentan, se pudo comprobar que es parte de la zona de influencia de la falla de Cuilco - Chixoy.
- Considerando las anteriores observaciones, la alta pendiente de las laderas circundantes se recomienda y la proximidad del deslizamiento principal que los habitantes de estas comunidades evaluadas sean evacuados a un lugar seguro en tanto se estabiliza el deslizamiento. El movimiento del terreno deberá ser monitoreado a partir de las grietas localizadas en la parte superior de la corona.
- Se realizó recorridos en las comunidades de El Alfiler y Tierra Blanca, con el objeto de estimar la condición de riesgo en la que se encuentra, determinándose que estas comunidades se encuentran en Alto Riesgo.

San Miguel Ixtahuacán y sus comunidades se ubican dentro del marco de un ambiente predominantemente de origen volcánico, que ha modelado el relieve presentando formas geomorfológicas que van desde onduladas a escarpadas. Se observa el dominio de colinas y cerros alargadas con pendientes entre 28 y 33 grados, con alturas alrededor de 2,000msnm; así como algunos escarpes casi verticales como consecuencia del fallamiento de la región. El control estructural en la red de drenaje es también muy evidente, encontrándose que las fallas se localizan predominantemente en los cauces de los ríos y quebradas del área, la red de drenaje es de tipo dendrítico o ramificado.

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

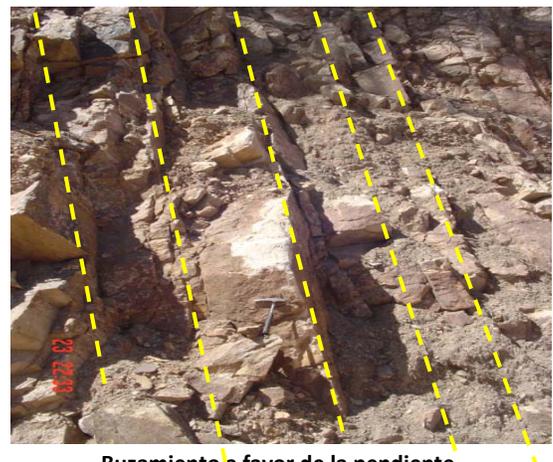


III. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL ÁREA

La Geología estructural del área que ocupa el municipio de San Miguel Ixtahuacán y sus comunidades está influenciada por el sistema de fallas regionales Chixoy–Polochic-Motagua, que atraviesan longitudinalmente al país. Dispuestas a éste sistema de fallas regional se puede observar subsistemas de fallas de menor longitud algunas con orientación paralela al sistema Chixoy–Polochic-Motagua, y otras con orientación perpendicular al sistema principal. Esto se observa en el mapa geológico de Santa Bárbara escala 1:50,000, hoja 1861. En este mapa se observan dos sistemas de fallas principales:

- A. Fallas de rumbo Noroeste-Sureste, de mayor longitud, paralelas al fallamiento regional.
- B. Fallas antitéticas de rumbo Noreste de menor longitud, perpendiculares ó a 45 grados del Fallamiento regional.

Estos dos sistemas de fallas parecen estar asociadas directa o indirectamente a los desplazamientos ocurridos a lo largo del sistema de fallas Chixoy-Polochic-Motagua. Ambos sistemas se muestran claramente en el sector noreste de la hoja



Buzamiento a favor de la pendiente de 30° a 74°SE en toda el área.

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

cartográfica Santa Bárbara (IGN, 1971), no siendo tan claros hacia el suroeste donde probablemente este sistema se encuentra parcialmente oculto por materiales volcánicos recientes.

En el lugar donde se localizan la mayoría de las comunidades del municipio de San Miguel Ixtahuacán las estructuras tienen un rumbo preferencial de $N70^{\circ}E$, con buzamiento de 30° a $74^{\circ}SE$, a favor de la pendiente esto denota la vulnerabilidad del área ante deslizamientos en forma también se observó que existen brechas tectónicas de hasta 08 metros de espesor que buzán 32 a 45 grados hacia el SE estas estructuras presentan en la base, roca milonitizada que indican zona de falla.

IV. GEODINÁMICA EXTERNA DEL TERRENO:

Es la actividad de los agentes modificadores del relieve que se desarrollan en la superficie de los suelos de la corteza terrestre, éstos pueden ser: humedad en el suelo, lluvia, vientos, cambios de temperatura, la acción de la gravedad y por la actividad del propio hombre.

Uno de los fenómenos de geodinámica que más debe tomarse en cuenta es el movimiento en masa del terreno, sí este es rápido puede provocar avalanchas y deslizamientos y sí es lento se tiene la reptación, creep o flujo con movimiento oscilante y serpenteante a lo largo de la pendiente y por último la soliflucción (flujo de suelo muy viscoso).

Con la saturación del suelo puede generarse la expansión del mismo, provocando un empuje hidrostático que al desecarse se genera una contracción del suelo y éste al permanecer por debajo de una cimentación puede presentar comportamientos diferenciales, cuya manifestación es a través de grietas o pérdida de la verticalidad en paredes generando grietas, rajaduras y hundimientos en pisos y cimentaciones de las construcciones.

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**



V. ASPECTOS HIDROGEOLOGICOS

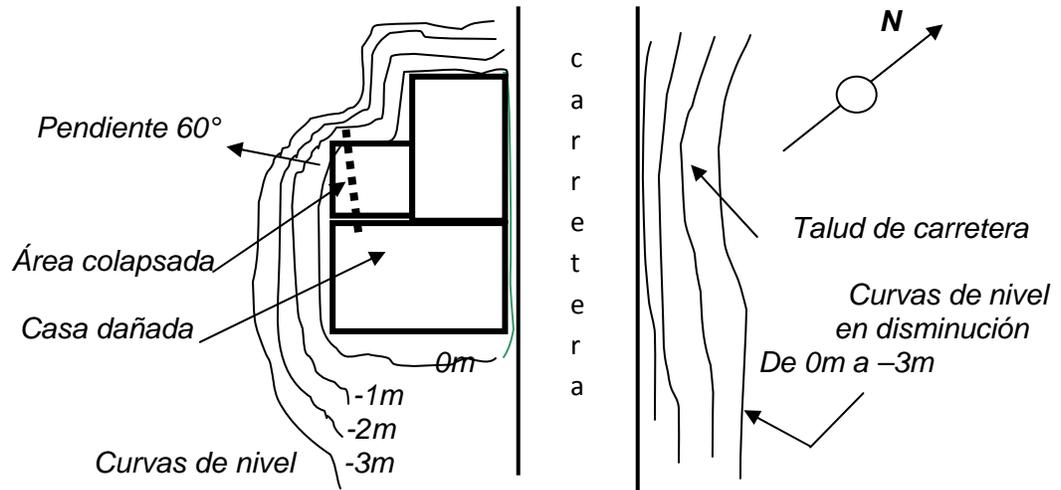
INVESTIGACIÓN Y OBSERVACIONES DE CAMPO EN LAS AREAS DE ESTUDIO:

A. COMUNIDAD DE AGEL:

Estas casas están construidas a la orilla de la carretera que conduce al municipio de San Miguel Ixtahuacán. La carretera en este tramo coincide con el parte-aguas de dos micro-cuencas o sea que está trazada sobre la cima o lomo de la montaña. Las casas están ubicadas sobre un estrato de tobas volcánicas y en los sitios más pendientes están intemperizadas, meteorizadas y con indicios de presencia de humedad con vestigios de óxido de hierro y actividad de óxido-reducción en el suelo con exposición y presencia de capa de arcilla por debajo de la cimentación. En este grupo de casas puede observarse que su parte posterior colinda con la pendiente de un barranco con inclinación de 30° hasta 60° respecto a la horizontal. Se ha observado un patrón, que puede ser generalizado, en el cual la parte posterior de las casas que presentan mayores daños están en contacto con las mayores pendientes y la base inferior de las grietas oblicuas se visualizan hacia la dirección de la pendiente del barranco. La primera casa de este conjunto de residencias, propiedad del Sr. Juan Méndez (Localizada en la parte más elevada), presenta la pared del cuarto orientado al Este (hacia el lado del barranco), prácticamente colapsada y desprendida del resto de la construcción, siendo visible una grieta de 5 cms a 10 cms de ancho. Caso similar es con el piso de granito el cual tiene un hundimiento de 5 cms a 8

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

cms por debajo del nivel original. Esta construcción tiene un muro de carga sencillo hacia el Este, pero en las paredes de la construcción a los lados Norte y Sur muestran grietas en serie cuya parte inferior se dirige a la dirección del barranco.



B. COMUNIDAD DE SAN JOSE IXCANICHE:

La casa de adobe de Don Ismael Bámaca, presenta grietas de 5cm a 8cm con la sisa del adobe en forma de grada en la pared Oeste de la casa;

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

también se menciona que se abrió una grieta perpendicular a esta pared con rumbo al Oeste.

La pared occidental de la casa presenta la grieta con su inclinación inferior hacia el Norte. Se observa que esa pared sufrió algún asentamiento en su base y cuyo hundimiento deflectó la solera de coronación de la casa, la cual es de madera. Posiblemente, la meteorización de las tobas volcánicas que están en contacto con la base de la pared aumentó su plasticidad reduciendo la tenacidad del material coloidal, puede coincidir con la línea de la corona de un plano de un pequeño deslizamiento de terreno.

C. COMUNIDAD DE SIETE PLATOS:

La casa de adobe de Don Miguel Ángel Bámaca, está construida sobre una terraza aluvial del río Cuilco y a la par de la construcción se tienen plantaciones de hortalizas por donde circula agua que aflora en la parte de arriba de la montaña y es utilizada para la irrigación de los cultivos. Esta casa es de construcción reciente, pero pueden apreciarse varias rajaduras. Así mismo pudo apreciarse que el piso de la casa está ligeramente superior al nivel del suelo y por lo que se pudo apreciar que el nivel freático o nivel de las aguas subterráneas se encuentra bastante superficial, por lo que el basamento de la casa está en contacto con un estrato de suelo poco estable y plástico por lo que la capacidad soporte del suelo está disminuida y con la saturación del suelo puede generarse la expansión del mismo, provocando un empuje hidrostático que al secarse se genera una contracción del suelo y éste al permanecer por debajo de una cimentación puede presentar comportamientos diferenciales, cuya manifestación es a través de grietas o pérdida de la verticalidad en paredes y grietas, rajaduras y hundimientos en pisos y cimentaciones de las construcciones.

D. COMUNIDAD EL SALITRE:

Se observa que la pared de una de las casas sufrió un asentamiento en su base y muestra una grieta que puede coincidir con la línea de la corona del plano de un deslizamiento de terreno hacia el Oeste, además, la meteorización de las tobas volcánicas que están en contacto con la base de la pared aumentaron su plasticidad reduciendo la tenacidad del material coloidal en contacto con el suelo.

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONSIDERACIONES TÉCNICAS:

A. ANÁLISIS DE LA LITOLOGÍA DEL TERRENO:

Las casas del área de Agel están asentadas en un estrato de toba volcánica, superficialmente disgregada y la poca profundidad de las cimentaciones se asienta en una capa que muestra características de un suelo intemperizado, meteorizado y con presencia de humedad éste adquiere características pastosa y plástica, deformable y situados en la cresta o lomo de montaña que constituye un parte aguas de un pequeña cuenca hidrográfica.

Este material edáfico y acuífero únicamente contiene humedad hasta el nivel de saturación, sólo en los meses con mayor aporte de lluvia, ya que fuera de este período, la humedad es perdida paulatinamente y por tanto, parte del suelo experimenta contracciones por asentamientos en el espacio poroso.



Tanto el agua superficial como la humedad subterránea, disminuyen la estabilidad de los taludes, paredes y muros incrementando las fuerzas que tienden a provocar el deslizamiento y desprendimiento de partículas superficiales que concluye con la erosión superficial del terreno. También la presencia de humedad en la roca produce hidratación en los materiales edáficos, aumentando el intemperismo químico de la roca y provocando cambios en sus características geomecánicas disminuyéndolas, lo cual

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

contribuye a disminuir el efecto de soporte y anclaje de las capas superficiales del suelo, alterando la porosidad, la permeabilidad y resistencia de los estratos del suelo. El suelo está muy alterado con algunos fragmentos del suelo original, está descolorido y cambiado a una nueva estructura y composición con variación de volumen. La intemperización ha penetrado por las discontinuidades de los estratos alterando la porosidad, la permeabilidad y la resistencia del suelo.

B. ANÁLISIS DEL RELIEVE DEL TERRENO:

La pendiente es uno de los factores principales que controla los procesos gravitacionales. Los derrumbes se originan en pendientes fuertes de 25° - 40° grados; los corrimientos de tierra de 18°-25°; los deslizamientos en bloques de tierra se favorecen en pendientes de 6°-18° y los flujos o corrientes de suelo (soliflucción), en pendientes de 3° a 8°.

C. CAUSAS DEL AGRIETAMIENTO DE VIVIENDAS

El área donde se localizan las comunidades Agel es una zona de alta pendiente donde como ya se mencionó que en el área floran rocas volcánicas fragmentadas por numerosas fallas y diaclasas localizadas en el lugar. Esto se pudo observar durante los recorridos al área y la información geológica. Además, en la zona impera un ambiente húmedo con alto nivel de precipitación. Estos aspectos son condicionantes en la inestabilidad de laderas.



Cicatrices de deslizamientos antiguos tipo herradura
Estructuras con orientación y buzamientos a favor de la
pendiente

Otro factor identificado es que en la zona hay evidencias geomorfológicas de la ocurrencia de eventos anteriores, probablemente de gran magnitud y que

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

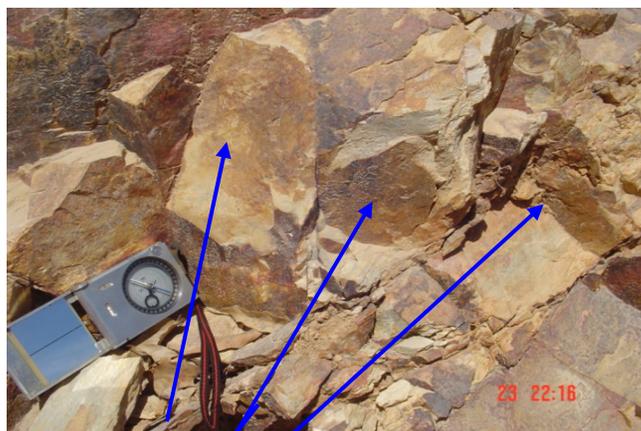
ocurrieron en épocas prehistóricas. Prueba de esta afirmación se tienen cicatrices tipo herradura que predomina en el paisaje de la zona.

Los posibles fenómenos detonantes fueron identificados en los recorridos realizados por toda el área determinándose dos causas principales, el fallamiento local y el tipo de litología que al medir estructuras dan orientaciones y buzamientos a favor de la pendiente aunado al material poco consolidado que al hidratarse en tiempo de lluvia este pierde su cohesión y es donde se van generando corrimientos de laderas muestra de ello es la reptación de árboles que tienen más de 30 años y el agrietamiento de las viviendas cuya orientación coincidentemente es en dirección al movimiento de la ladera.



En el área se observa que existe reptación de árboles por corrimiento de ladera

El fallamiento local fue identificado por medio de medición y comparación de estructuras geológicas. Donde hay rocas que el buzamiento y la dirección están en contra de la pendiente, mientras que en el sector donde se localizan las viviendas los planos estructurales reportan datos a favor de la pendiente.



En el área se observa diaclasas lo que indica fuerte compresión ocasionado por el sistema de fallas en el área

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

En general se puede decir que se han identificado varias viviendas de riesgo bajo dos fenómenos: inestabilidad de laderas y flujos de escombros.



Asentamiento diferencial de terreno en la comunidad
de San José Ixcaniche

Se debe de considerar que a mediano plazo, algunas viviendas en riesgo el suelo donde están ubicadas se observó asentamiento diferencial del terreno hasta de 1.50mts. Y pueden generar deslizamientos esto durante las avenidas fuertes del invierno próximo o movimientos sísmicos muy bruscos.

D. CONDICIONES GEOLOGICAS PARA LA INESTABILIDAD DE LADERAS

Desde el punto de vista geológico fueron identificadas las siguientes:

1. La alta pendiente presente en un 40 % de la región evaluada principalmente en la Aldea Agel y zonas bajas se caracterizan por descensos rápidos de correntadas y flujos de lodo, como se evidencia en El Salitre.
2. Las laderas inestables de las quebradas y barrancos cercanos, debido a la estratigrafía del área, se conforma principalmente por roca del tipo toba volcánica semiconsolidada y con presencia de diaclasas
3. Afloramientos y depósitos de rocas metamórficas especialmente esquistos, filitas fracturadas y granodiorita muy intemperizada

**COMISION INTERINSTITUCIONAL PARA ANALIZAR EL FENOMENO
DE AGRIETAMIENTO DE PAREDES EN ALGUNAS CASAS
ADYACENTES AL PROYECTO MINERO MARLIN I, SAN MARCOS.
JULIO 2010.**

4. Una capa de suelo superficial de arcilla ferroginosa que permite la reptación de árboles y arbustos superficiales con dirección hacia los barrancos
5. La dirección y el buzamiento de los estratos del perfil del suelo están a favor de la pendiente, lo cual aunado al material geológico semiconsolidado, aumenta las condiciones de deslizamientos.