altura en cada presa, dependiendo de sus dimensiones. El material para las obras se tomará de cada lugar, ya que existen suficientes rocas (piedras) y sólo se requerirá arena, cemento y algo de varilla. En este aspecto, debe considerarse que estas presas requerirán de mantenimiento periódico (desazolve).

Localidad ECA-3: [4]conjunto Tepeyac-Hidalgo, Santa María Tulpetlac
Ubicación: Aproximadamente a 4.3 km al sur del Palacio Municipal de Ecatepec
Localización: Latitud: 19° 33' 34.4" N
Longitud: 99° 03' 04.0" W
Altitud: 2 250 msnm

Descripción de la localidad evaluada

El conjunto Tepeyac-Hidalgo es una zona habitada perteneciente a Santa María Tulpetlac (Plano 1), la cual fue fundada hace unos 22 años muy cerca de un corte o tajo correspondiente a una cantera de explotación, luego de ser abandonada en 1970.

Según información proporcionada por la primera delegada de este conjunto habitacional, en 1990 se comenzaron a vender los terrenos con la promesa de entregar escrituras, sin que a la fecha se haya cumplido.

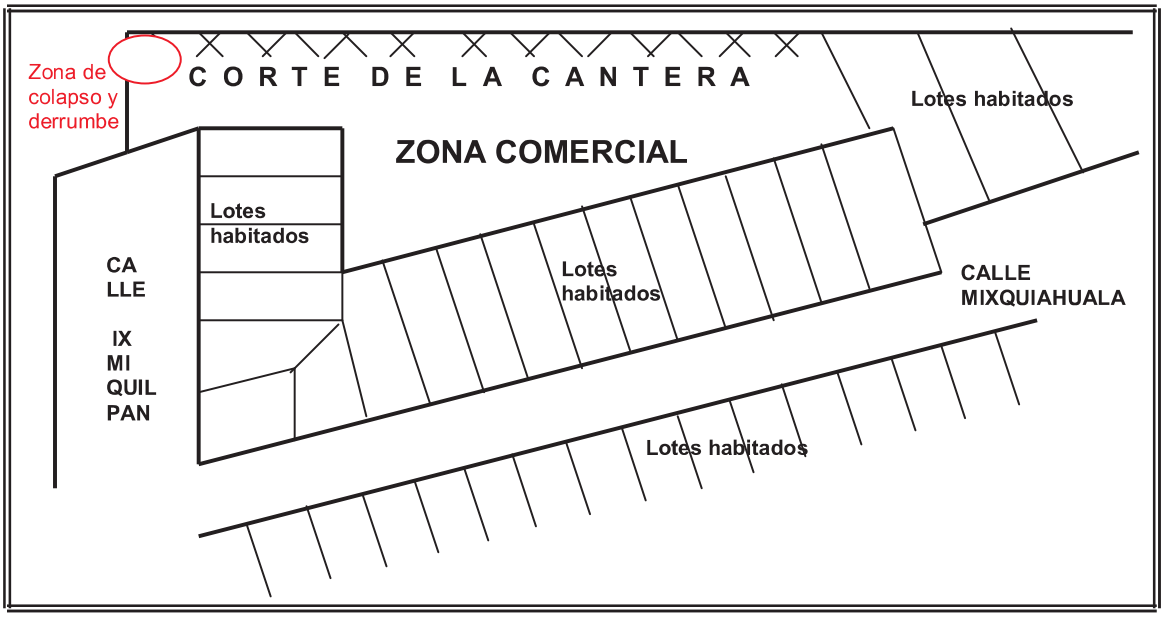
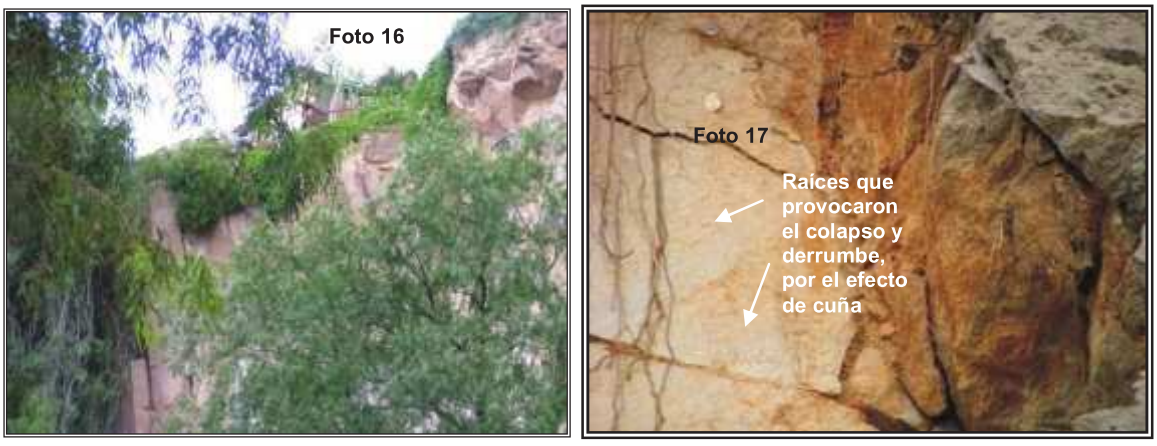


Figura 3. Croquis donde se muestran los lotes contiguos al corte de la cantera, los cuales ya se han ampliado hasta el talud, lo que ha generado problemas de afectación por colapsos y derrumbes de material. Este croquis sólo abarca una parte del conjunto Tepeyac-Hidalgo.

De acuerdo al croquis (figura 3) mostrado por la primera delegada, existe una área destinada a la construcción de una zona comercial. Sin embargo, nunca se construyó y los que viven "pegados" a dicha área, han comenzado a ampliarse hasta llegar prácticamente hasta el cantil, lo que ha propiciado que el riesgo y peligro de colapsos y derrumbes sea alto, como lo atestiguan los derrumbes que han dañado ya a seis casas, con un derrumbe por año como promedio.

El pasado 25 de junio del 2004 ocurrió el último colapso y derrumbe de material rocoso (fotos 14 y 15), después de llover toda la noche anterior y parte de la mañana de este día; luego a las 8:20 a.m. ocurrió el desprendimiento enfrente de las casas de la primera delegada y de otra vecina, ubicadas en la calle Ixmiquilpan.

Fotos 14 y 15. En la primera imagen se muestra el panorama general de una parte del cantil de unos 13 metros de altura y en la segunda foto se ve claramente la zona donde ocurrió el desprendimiento de rocas que dio lugar al colapso y derrumbe.



En la foto 16 se observa la existencia de árboles y arbustos tanto en las paredes del talud, como en su parte superior, donde también se ve una casa, cuyos habitantes lanzan el agua de desecho indiscriminadamente. En la foto 17 se aprecia también tanto el alto índice de fracturamiento de la roca, como las raíces que cuelgan luego de caer el material rocoso, producto del efecto cuña que ejercieron al penetrar por el plano de fractura.

Los factores que han generado estos colapsos y derrumbes han sido en primera instancia: los cortes verticales del talud por la compañía que explotó el banco de material pétreo; el alto fracturamiento de la roca (foto 17); la existencia de árboles y arbustos (foto 16) tanto en las paredes del talud como en su parte superior, ya que sus raíces penetran por los planos de fractura ejerciendo esfuerzos de compresión por el llamado efecto cuña; las casas construidas en su parte superior donde sus habitantes tiran el agua de desecho, que se filtra por las fracturas propiciando la degradación del material y los agentes físicos como el agua de lluvia, viento, cambios de temperatura y la sismicidad principalmente.

En la fotografía 18 se ve el material producto del colapso y caída de rocas, que afortunadamente no causó más que el susto a los habitantes de las casas cercanas a calle Ixmiquilpan.

Foto 18. Cavidad dejada por la caída de material rocoso. En la parte inferior se aprecia el material caído sobre la calle Ixmiquilpan.

Debe mencionarse que el cantil tiene una longitud aproximada de unos 500 metros y va desde la calle Pémex hasta la de Tamaulipas, además de que en la parte superior se encuentra la Escuela Primaria Estatal Rafael Ramírez con ocho aulas, donde acuden unos 500 alumnos en el turno matutino y otros 300 en el vespertino, sólo que el mismo edificio cambia de nombre a Héroes de Churubusco.

Finalmente, en la parte baja de todo el cantil son unas 100 casas donde habitan alrededor de 500 personas, más otras 30 en la parte superior con unas 210 personas, que en total suman unos 710 habitantes en riesgo.

Adicionalmente, también se afectaría la capilla de la Virgen de Guadalupe, ubicada sobre la calle Zimapán y "pegada" al cantil, donde acuden los feligreses sábados y domingos a tomar los servicios religiosos, como la misa de los sábados a las 19:00 horas, con una asistencia promedio de 100 personas.

Bajo estas premisas, se hacen las siguientes

Recomendaciones:

1. Que personal de la Unidad de Protección Civil y Bomberos Municipal efectúe un censo de las casas que se encuentran tanto en la parte superior del talud, como en la base del mismo, además de realizar un censo detallado de las personas que las habitan.

2. Adicionalmente, se deberá construir un muro perimetral de contención a lo largo de toda la base del talud (de por lo menos dos metros de altura), para delimitar esta zona. Éste debe quedar separado lo suficiente, de tal manera que el material de cualquier derrumbe o colapso no llegue a las casas.

3. También es recomendable sembrar una valla de árboles entre el talud y el muro de contención, que ayudará a detener el material que pudiera caer. Esto se debe hacer a lo largo de los 500 metros.

4. Procurar que no haya casas en una franja de por lo menos 10 metros de ancho en la parte superior del talud y a lo largo de los mismos 500 metros, con la finalidad de que no se tire agua de desecho. Esta misma franja puede utilizarse como calle o andador siempre y cuando se proteja el lado del talud para seguridad de los transeúntes.

5. Se recomienda retirar todos los árboles y arbustos existentes tanto en la parte y borde superior del talud, como en la pared del corte vertical, a fin de evitar sigan penetrando las raíces por los planos de fractura de las rocas.

6. Como el riesgo y peligro es potencial a todo lo largo de la parte inferior del cantil, se propone que la Unidad de Protección Civil y Bomberos Municipal realice en coordinación con la primera delegada del conjunto Tepeyac-Hidalgo, un recorrido detallado a fin de identificar los puntos más críticos por este tipo de riesgo (colapso y/o derrumbe de fragmentos rocosos) y de esta manera establecer zonas de prioridad que requieran de una atención y solución más apremiante.

7. Como del punto anterior surgirá la necesidad de retirar bloques altamente fracturados y con alto riesgo de colapso y derrumbe, para ello será necesario que el Ayuntamiento de Ecatepec comience a realizar las gestiones necesarias ante las autoridades correspondientes a fin de obtener los recursos económicos que le permitan contratar los servicios de un especialista en este tipo de trabajos.

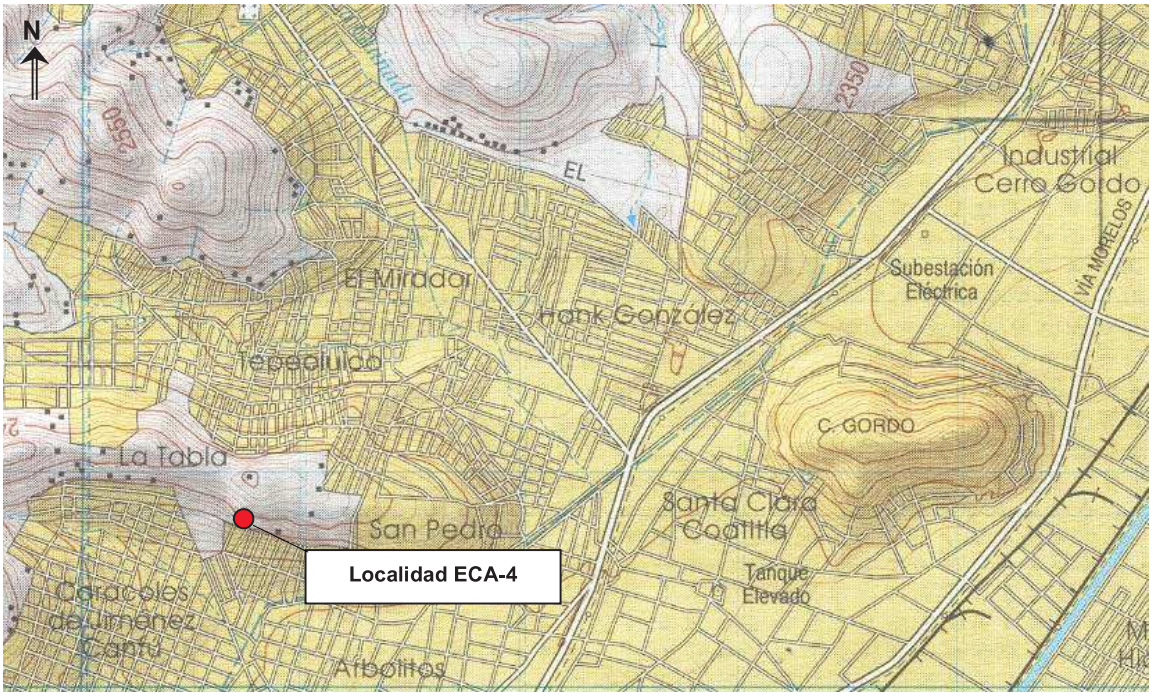
8. También es necesario que el personal de la Unidad de Protección Civil y Bomberos Municipal realice una campaña de concientización por este tipo de riesgo, tanto a los habitantes de las casas que se encuentran "pegadas" al cantil, como a los feligreses que asisten a los servicios religiosos y a los profesores y alumnos de la escuela primaria estatal en sus dos turnos.

9. La misma instancia municipal deberá elaborar un Plan de Contingencias para el caso de que pudiera darse una contingencia mayor en esta zona del cantil en cuestión.

Localidad ECA-4: [5]colonia Piedra Grande
Ubicación: Ladera sur del cerro Benito Juárez, perteneciente a la Sierra de Guadalupe, municipio de Ecatepec
Localización: Latitud: 19° 32' 33.7" N
Longitud: 99° 05' 17.4" W
Altitud: 2 375 msnm

Descripción de la localidad evaluada

Las rocas motivo de esta evaluación, se ubican sobre la ladera sur del llamado cerro Benito Juárez, perteneciente a la Sierra de Guadalupe (plano 2).



Plano 2. Ubicación de la Localidad ECA-4, colonia Piedra Grande, municipio de Ecatepec, Estado de México.

Dichas rocas se encuentran dentro de la Reserva Ecológica de la Sierra de Guadalupe, jurisdicción de San Pedro Xalostoc, Ecatepec y se ubican a escasos 15 metros de distancia del límite urbano de dicha colonia (foto 19).

El riesgo consiste en que las rocas, de caer y rodar pendiente abajo, impactarían en un sector de la colonia Piedra Grande, la cual fue fundada hace unos 20 años sobre la ladera sur del llamado cerro Benito Juárez, perteneciente a la Sierra de Guadalupe. En este sitio la pendiente general de la ladera presenta unos 35° a 40° y está conformada por rocas de origen volcánico de tipo andesítico.

El sector evaluado (figura 4) está limitado al norte por una calle sin nombre, que representa el límite de la Reserva Ecológica de la Sierra de Guadalupe, al sur por la calle Marfil, al oriente por la calle Acerina y al poniente por la calle Rubí.

Dentro de este sector se ubican aproximadamente 200 casas que albergan en promedio 6 integrantes por familia, lo que da un total de 1200 personas en riesgo.

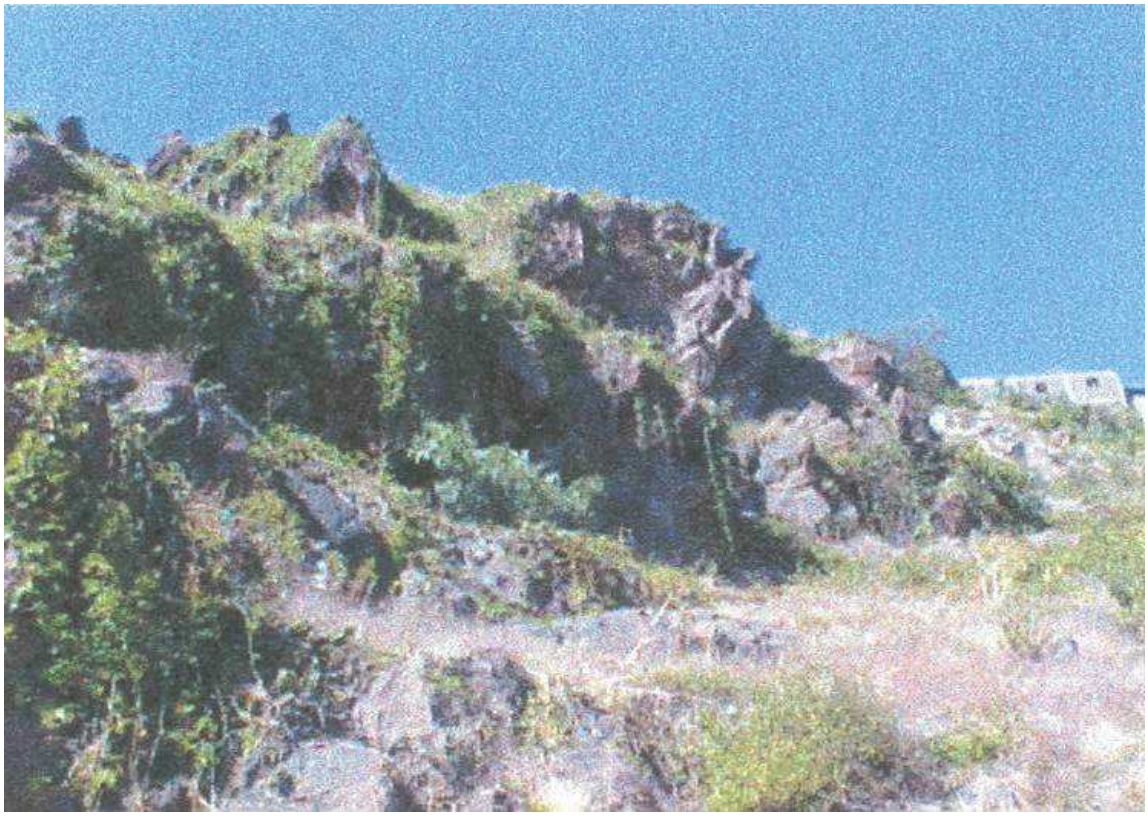


Foto 19. Ladera sur del cerro Benito Juárez de la colonia Piedra Grande, perteneciente a San Pedro Xalostoc, Ecatepec, Estado de México. La imagen fue tomada viendo hacia el norte. Obsérvese lo pronunciado de la pendiente de la ladera, entre 35° y 40°.

Durante la evaluación del área, se pudieron definir cinco zonas de riesgo (figura 4), las cuales se describen a continuación:

Zona 1. Con un bloque rocoso que se ubica a escasos 15 metros del final de la calle sin nombre, a la altura de la calle Rubí y a unos 5 metros pendiente arriba de la misma calle sin nombre. Dicho bloque presenta dimensiones aproximadas de 5 metros de alto por 1.5 metros de largo y 2 metros de ancho.

Zona 2. Con seis bloques rocosos (foto 20) cuyas dimensiones varían de 1.5 a 3 metros de alto, de 1 a 1.5 metros de largo y de 1 a 1.5 metros de ancho.

Zona 3. Con 12 bloques rocosos (foto 21) cuyas dimensiones varían de 0.5 a 2 metros de alto, 0.5 a 1.5 metros de largo y 0.4 a 1.2 metros de ancho.

Zona 4. Con tres bloques rocosos (foto 22) que en general presentan análogas dimensiones de 1.2 metros de alto, 0.8 metros de largo y 0.8 metros de ancho.

Zona 5. Con un bloque rocoso, cuyas dimensiones aproximadas son de 1.5 metros de alto, 1 metro de largo y 1 metro de ancho (foto 23).

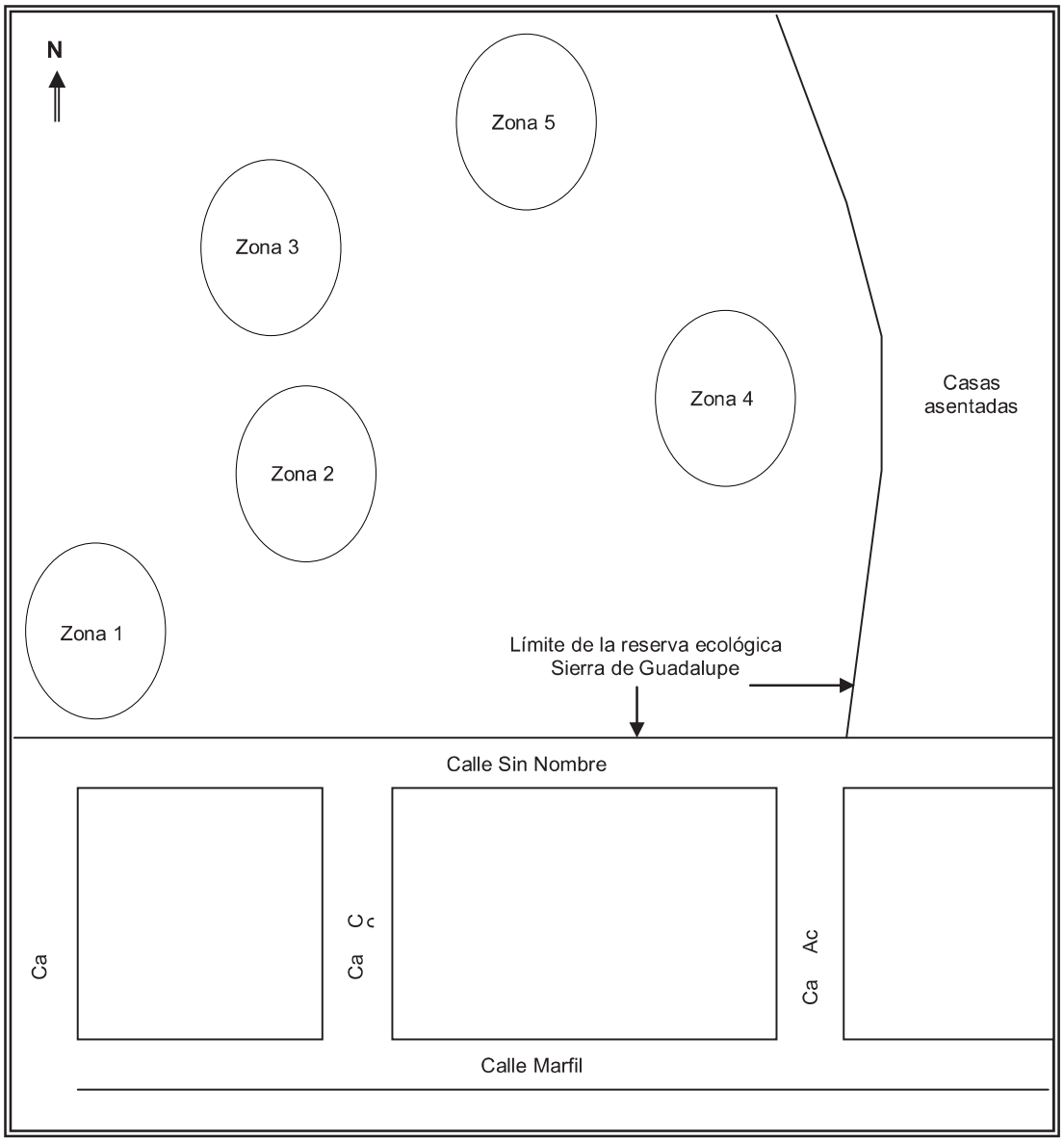


Figura 4. La figura muestra la ubicación de las distintas zonas evaluadas durante los trabajos realizados en un sector de la colonia Piedra Grande, perteneciente a San Pedro Xalostoc, municipio de Ecatepec, Estado de México.

En general, todos estos bloques rocosos se encuentran afectados en menor o mayor grado por un gran fracturamiento, en cuyas aberturas han crecido una serie de arbustos, donde sus raíces hacen el efecto de cuña entre los planos de fractura de estos bloques (foto 24).

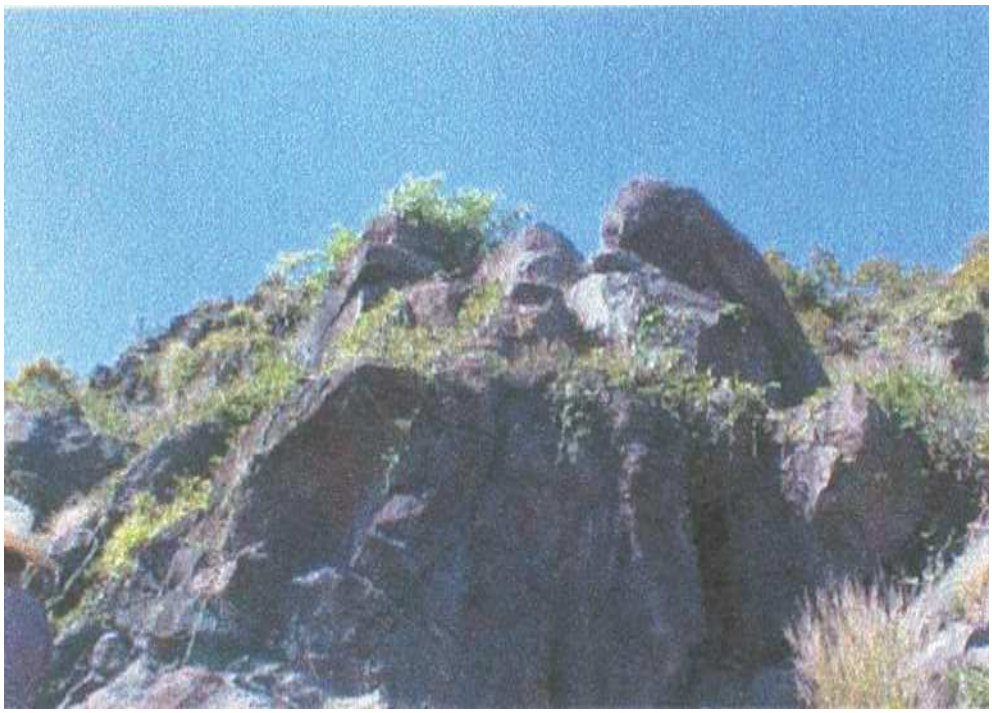


Foto 20. La imagen muestra los bloques rocosos identificados en la zona 2, los cuales se consideraron en riesgo de caída.

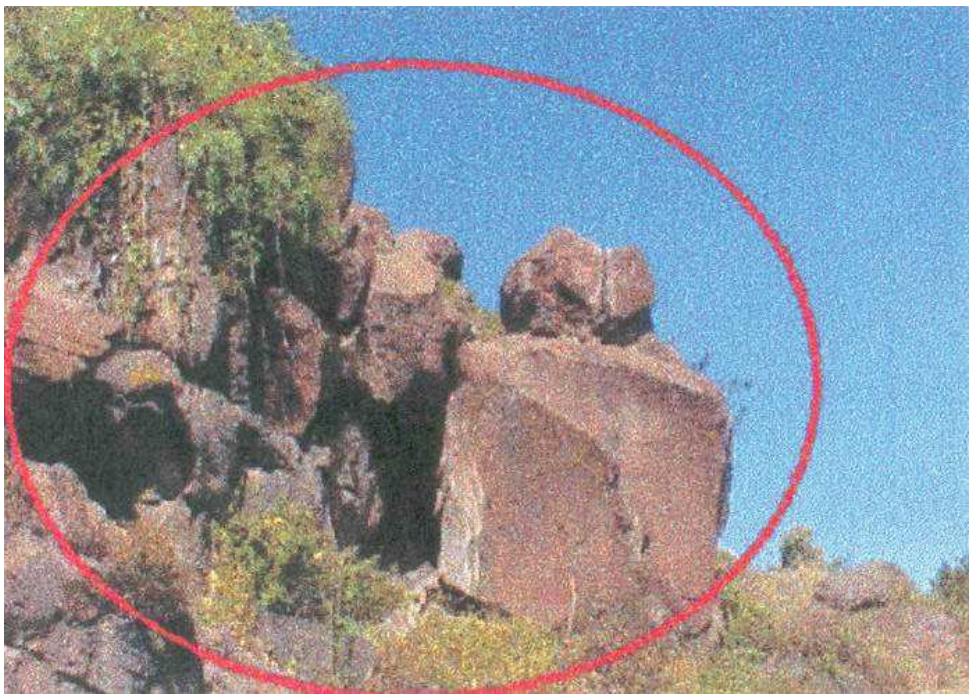


Foto 21. La imagen muestra los bloques rocosos identificados en la zona 3, los cuales se consideraron en riesgo de caída. Nótese el efecto de cuña que uno de los bloques menores ejerce sobre el bloque de mayor tamaño.

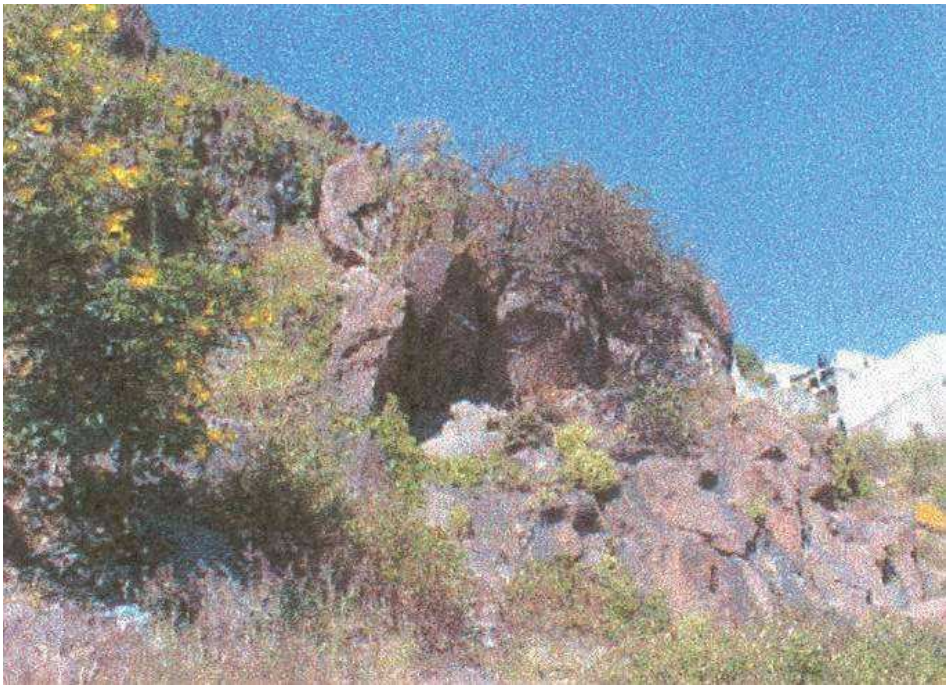


Foto 22. Bloques rocosos identificados en la zona 4, que se consideraron con riesgo de caída.

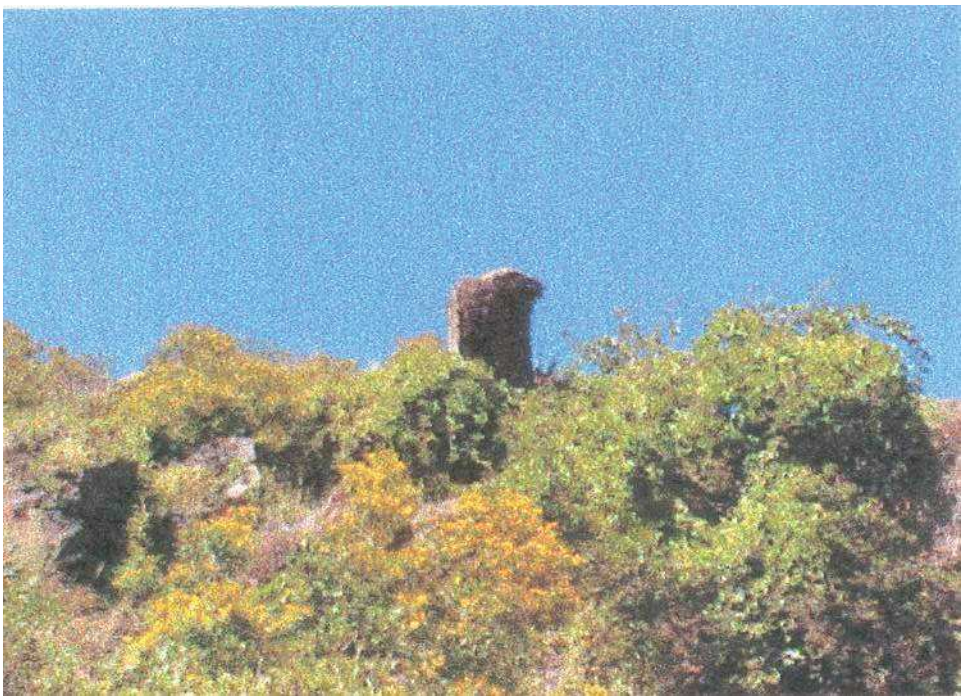


Foto 23. Bloque rocoso identificado en la zona 5, que se consideró con riesgo de caída.

Lo anterior, aunado a las fuertes precipitaciones que se presentan en la zona durante la temporada de lluvias, ha dado origen a la caída de seis bloques rocosos en los últimos 15 años, según información de los vecinos de esta colonia donde afortunadamente no ha habido pérdidas humanas que lamentar.

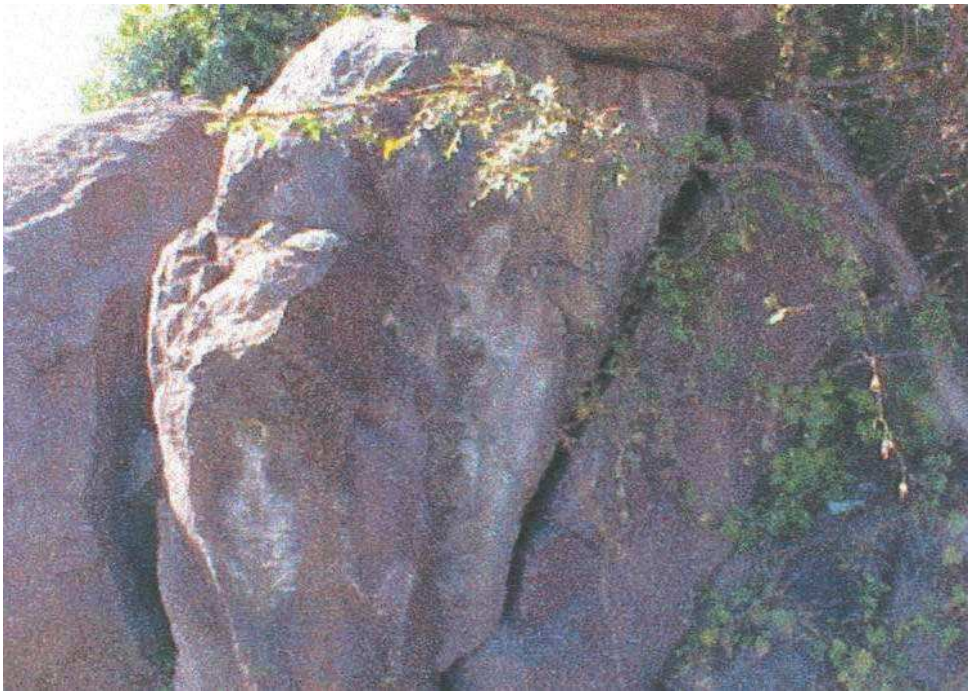


Foto 24. Detalle del fracturamiento que presentan todos los bloques rocosos. Asimismo, se puede observar el efecto de cuña que ejercen las raíces de los arbustos que han crecido en estas fracturas de los bloques rocosos considerados con riesgo de caída. Este detalle corresponde a uno de los bloques rocosos identificados dentro de la zona 3.

Cabe señalar que el Ayuntamiento de Ecatepec, a través de su Dirección de Protección Civil y Bomberos, ha puesto en marcha el PROGRAMA DE DISGREGACIÓN DE ROCAS CON RIESGO DE DESPRENDIMIENTO EN LAS PARTES ALTAS DE LA SIERRA DE GUADALUPE (1a. parte).

Este programa surgió del estudio titulado EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTO EN LAS LADERAS DE LA SIERRA DE GUADALUPE, ESTADO DE MÉXICO, que fue realizado conjuntamente entre el Instituto de Protección Civil del Estado de México y el Servicio Geológico Metropolitano, perteneciente al Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En el estudio se detectaron diversos sitios de riesgo que ponen en peligro la integridad física de los habitantes y sus viviendas que se establecen en las cercanías de los mismos.

De esta manera, y como se puede observar en la figura 5, la zona evaluada en el presente reporte se ubica muy cerca de los puntos PM11 y PM12, definidos como zonas de riesgo en el estudio de la Sierra de Guadalupe.

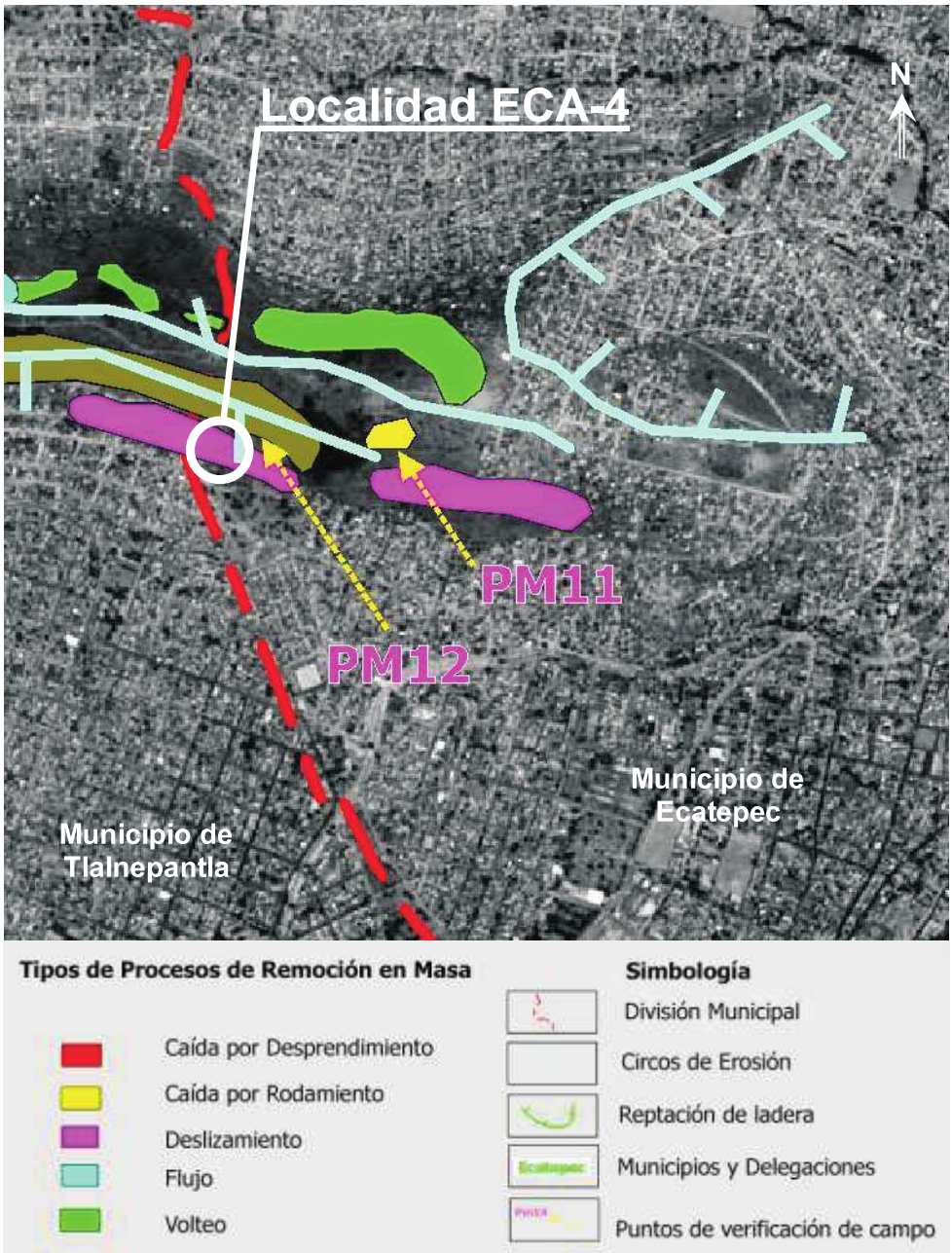


Figura 5. Imagen tomada del estudio [15]Evaluación y zonificación de los peligros geológicos por deslizamiento en las laderas de la Sierra de Guadalupe, Estado de México. Aquí se muestra un panorama general del riesgo determinado en dicho estudio, específicamente en las colonias aledañas a San Pedro Xalostoc, municipio de Ecatepec, Estado de México.

Por tanto se hacen las siguientes

Recomendaciones de prevención de riesgo:

1. Que el Ayuntamiento de Ecatepec evite que la mancha urbana crezca hacia la zona de reserva ecológica, específicamente hacia la parte alta de la falda sur del cerro Benito Juárez, perteneciente a la Sierra de Guadalupe, pues el riesgo podría crecer por la acción humana y propiciar mayor peligro hacia la zona urbana de la colonia Piedra Grande.

2. Realizar un censo detallado tanto de las casas como de sus ocupantes, a fin de elaborar un Plan de Contingencias para este caso particular de riesgo.

3. Notificar por escrito a los habitantes de este sector de la colonia Piedra Grande que se encuentran establecidos en zona de alto riesgo.

4. Respecto de los bloques rocosos señalados en las cinco zonas identificadas, se recomienda demolerlos y/o disgregarlos, dependiendo cada uno de su situación en el terreno.

5. Será necesario que el Ayuntamiento de Ecatepec comience a realizar las gestiones necesarias ante las autoridades correspondientes a fin de obtener los recursos económicos que le permitan contratar los servicios de un particular, especialista en este tipo de trabajos de demolición y/o disgregación.

6. Será necesario que el Ayuntamiento realice las obras necesarias para que todas las casas se conecten al sistema de drenaje municipal, con la finalidad de evitar la contaminación del suelo y aire.

7. Realizar un programa de conciencia social y conservación ambiental, debido a que gran parte de los habitantes de la zona arrojan sus desechos domésticos a las calles y barrancas, generando la proliferación de roedores, así como olores nauseabundos.

8. Se recomienda elaborar un plan intensivo de reforestación en toda la zona, a fin de incrementar la capacidad de filtración del agua de lluvia y así ayudar a la recarga de acuíferos, además de que los mismos ayudarán a evitar la erosión del terreno. De preferencia tendrán que ser árboles y arbustos propios de la zona.

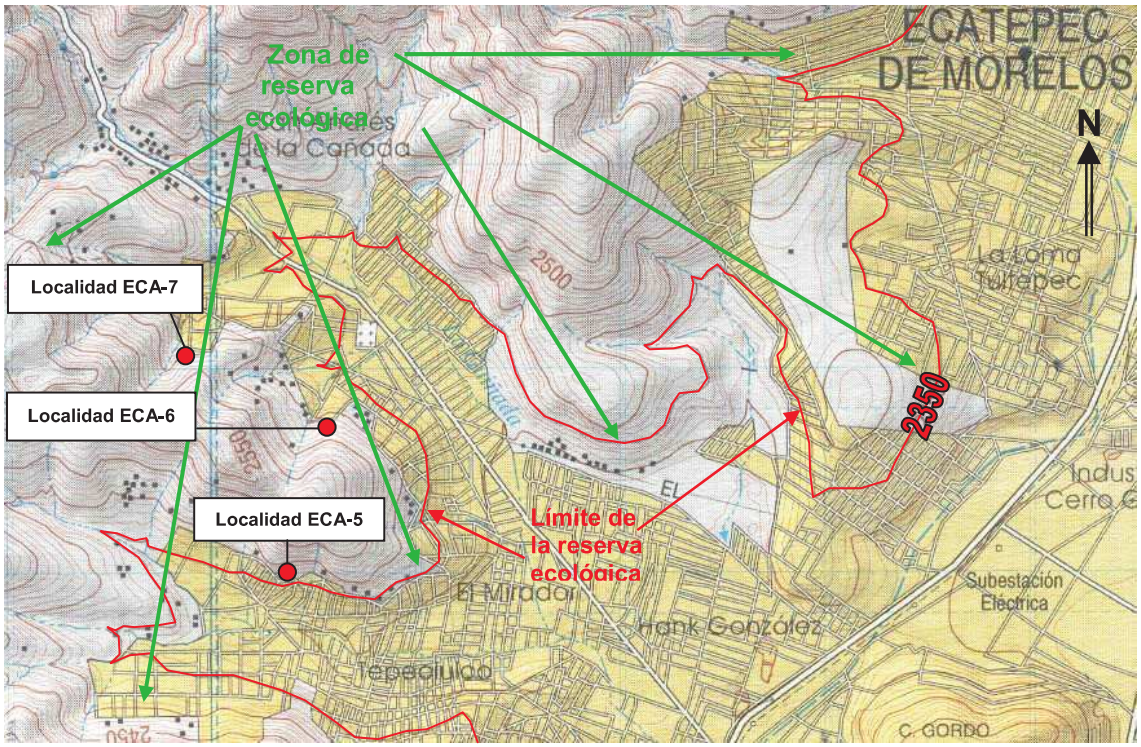
9. Construir pequeñas obras para retención de agua y sedimentos en todos los arroyos de la zona. Estas obras deberán ser de mampostería, debido a que los gaviones no retienen el agua, que será necesaria para la recarga de acuíferos.

Dichas obras se deberán construir desde la parte alta donde nace cada arroyo, de forma escalonada y con drenes a partir de 1 ó 2 metros de altura en cada presa, dependiendo de sus dimensiones. El material para las obras se tomará de cada lugar, ya que existen suficientes rocas (piedras) y sólo se requerirá arena, cemento y algo de varilla. En este aspecto debe considerarse que dichas presas necesitarán de mantenimiento periódico (desazolve).

Localidad ECA-5: [6]colonia Tablas del Pozo
Ubicación: Aproximadamente a 6.75 km al suroeste de la presidencia municipal
Localización: Latitud: 19° 33' 14.0" N
Longitud: 99° 05' 28.6" W
Altitud: 2 377 msnm

Descripción de la localidad evaluada

Durante la evaluación de campo realizada en la colonia Tablas del Pozo (plano 3), se determinó que el principal riesgo está representado por una serie de bloques rocosos, que pudieran desprenderse y rodar pendiente abajo (entre 30° y 40°) sobre un sector de la colonia y por ende, resultar dañadas unas 10 viviendas en las que habitan alrededor de 60 personas (foto 25).



Plano 3. Ubicación de las localidades ECA-5, ECA-6 y ECA-7, municipio de Ecatepec, Estado de México.

Dichas casas y rocas se encuentran dentro de la Reserva Ecológica de la Sierra de Guadalupe, la cual según informó el personal de la Coordinación General de Conservación Ecológica de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México, está delimitada por la cota 2 350 (ver línea roja en el plano 3).

Por otra parte, a lo largo de unos 600 metros en dirección oriente-poniente, existen una serie de estacas o señalamientos que pudieran indicar la subdivisión de una serie de nuevos lotes (aproximadamente 20), por lo que en un futuro cercano, de ocuparse aquellos, agravarían la situación de riesgo que actualmente presenta la zona.

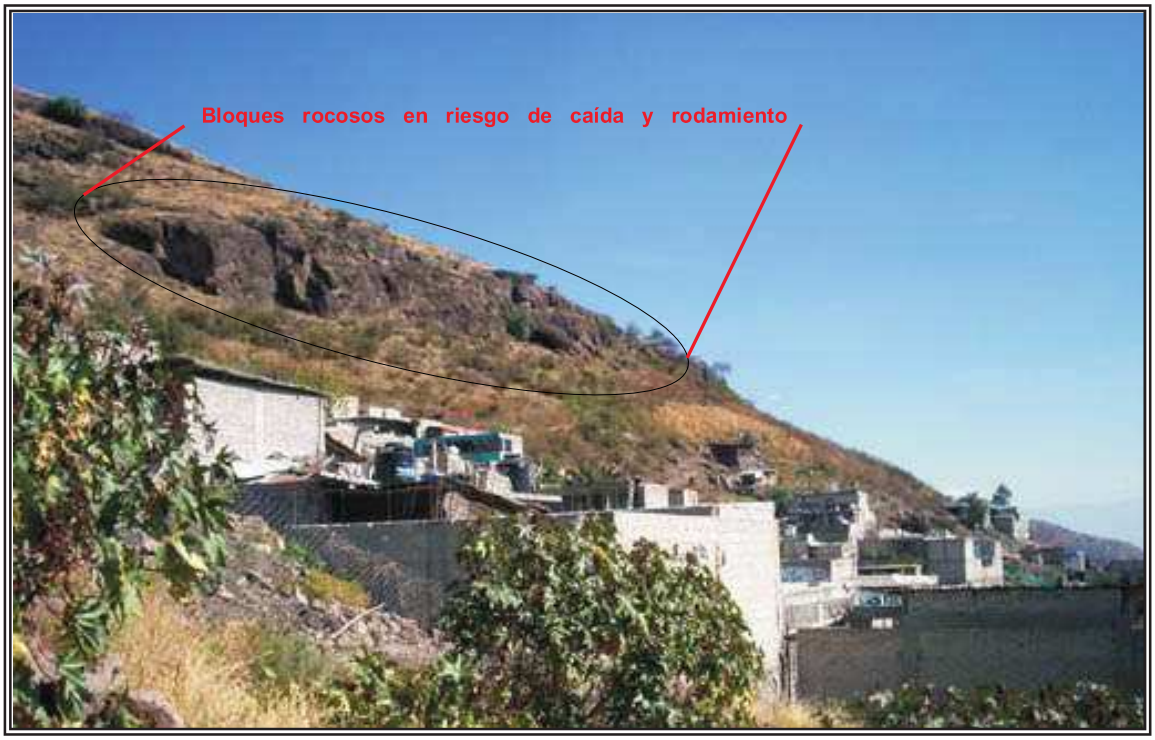


Foto 25. Panorama general de las casas pertenecientes a la colonia Tablas del Pozo, que se encuentran en riesgo por caída y rodamiento de bloques rocosos. La imagen fue tomada viendo hacia el noreste.

Estos bloques rocosos de origen volcánico (andesita) se encuentran afectados en menor o mayor grado, por un fuerte fracturamiento, en cuyas aberturas han crecido una serie de arbustos, donde sus raíces hacen el efecto de cuña entre los planos de fractura de los mismos. Esta situación aunada a las fuertes precipitaciones que se presentan en la zona durante la temporada de lluvias, favorecerían la posible caída y rodamiento de algún bloque rocoso.

Otro factor que pudiera "disparar" la caída de rocas es algún sismo de magnitud moderada, que aunado a la pendiente de la ladera, daría como resultado la caída y rodamiento de los bloques desde la parte alta.