

**SOBRE LOS DESLIZAMIENTOS DE LOS TERRENOS DE  
LABOR DE LA CAÑADA DE YAHUICHE, MUN. DE  
IXTLAN DE JUAREZ, OAX. ACAECIDOS EN EL AÑO  
DE 1937**

**Por el Dr. PAUL WAITZ, M. S. G. M.**

**S I T U A C I O N**

El pequeño pueblo de Santa María de Yahuiche, en cuyos terrenos se están desarrollando desde principios del año en curso, 1937, deslizamientos y hundimientos de cierta importancia, pertenece al Municipio de Ixtlán de Juárez y está situado en un contrafuerte de la sierra de Ixtlán arriba de una pequeña cañada que más aguas abajo se transforma en una profunda barranca afluyente del Río Grande. Este importante río desagua con sus numerosos tributarios el interior de la Sierra Juárez que es la continuación septentrional de la de Los Mijes y forma dos ramales, de los cuales el más austral es la Sierra de San Felipe que separa la cuenca del Río Grande de los valles de Tlacolula, Oaxaca y Etna, mientras que la Sierra de Ixtlán propiamente dicha limita la cuenca en el Norte.

La cañada del Río Grande es una incisión que corta profundamente el macizo de estas montañas. La pendiente hidráulica del cauce de su curso medio e inferior, es decir aproximadamente su tramo desde cerca de Calpulalpan hasta la confluencia del río con el de Tecomavaca (con el cual forma el río Papaloapan) es suave, y el lecho formado por acumulaciones de acarreo. Su curso superior en cambio es, como los cursos de casi todos sus tributarios, de pendiente muy fuerte encontrán-

dose en estas barrancas solo en casos excepcionales tramos más abiertos y menos inclinados.

Uno de estos ensanchamientos es la pequeña cañada de Yahuiche en que se están verificando los deslizamientos de que trata este estudio. La barranca de Xo Roaxela que viene de lo alto de la sierra de Ixtlán, se abre a unos 2 Km. al N del pueblo y forma esta cañada relativamente amplia y de poco declive. El arroyo que atraviesa este ensanchamiento en un cauce poco profundo se encajona aguas abajo de nuevo, y se precipita en barranca angosta y sumamente colgada al Río Grande que corre unos 200 m. más bajo en una cañada estrecha entre laderas muy empinadas.

El ensanchamiento de la cañada está limitado en el este (véase croquis adjunto) por un marcado escalón que principia en el arroyo Xo Roaxela y se extiende hasta el pueblo de Yahuiche para seguir después por el flanco noroeste del espolón del panteón (A del croquis). Desde el pie de este escalón se extienden las tierras de labor, al principio con una pendiente bastante considerable y con interposición de algunos escalones pequeños, hacia el fondo de la cañada cuya pendiente es más suave. Esta parte central de la cañada muestra actualmente ciertas ondulaciones irregulares debidas, como veremos adelante, a la compresión del terreno a causa de los deslizamientos de las laderas.

Al otro lado las tierras de labor donde suben las laderas en esta zona son más uniformes excepto en la parte donde se introduce hacia la cañada del promontorio del cerrito rocalloso B, como lo hemos designado en el croquis. Al lado sur de este cerrito se extiende la pequeña cañadita de Quetarúlala que es un ramal de la cañada de Yahuiche y que también ha sido afectada por los deslizamientos.

El camino real de herradura que viene de Guelatao desciende a la cañada por la hondanada al norte del cerrito rocalloso, atraviesa el arroyo en el puente (14 del croquis), y sigue al otro lado su ascenso por la ladera abajo del escalón hacia el pueblo de Yahuiche que está situado en la ladera arriba del promontorio del panteón y en la meseta que forma éste al pie de aquella ladera.

Todos estos terrenos de la cañada de Yahuiche delimitados

en los párrafos anteriores están intensamente cultivados por la gente de Yahuiche, viviendo en general los propietarios en el pueblo, pero algunos también en casas construídas en los mismos terrenos de labor. Aparte de estas tierras tiene el pueblo otros terrenos, unos de temporal en las laderas empinadas alrededor, y además cuenta con una faja de menor declive y dotada con agua para su riego, arriba del escalón mencionado del lado oriental de la cañada.

La población tiene actualmente unos 400 habitantes que viven del producto de sus tierras y de los jornales que los hombres ganan como trabajadores de la mina de La Natividad y de otras circunvecinas de menor importancia. El pueblo no tiene monte y los terrenos pastales son pobres y reducidos de extensión.

Los únicos cultivos a que dedican las tierras son los de maíz, algo de haba y muy pocos árboles frutales (manzanos y membrillos), siendo probable que éste último cultivo pudiera rendirles mayores ganancias que los otros, sobre todo si se mejoran las condiciones de transporte que actualmente son difíciles.

El pueblo está a una altura de unos 1800 m. sobre el nivel del mar. El clima es sano y agradable.

### DESAROLLO DE LOS ACTUALES MOVIMIENTOS

Los habitantes del pueblo de Yahuiche informan que el actual movimiento (1937) que está efectuándose en la cañada, se hizo notable a principios de este año. Pero personas que han transitado en los últimos años con cierta frecuencia por el camino que conduce de Guclatao a Yahuiche aseguran que ya desde 3 o 4 años habían observado en este camino, entre el puente y el pueblo (marcado con 15 en el croquis) que seguía abriéndose, porque varias veces había sido necesario llenarlo con piedras para poder pasar por este tramo del camino.

Este dato hace suponer que los movimientos fuertes que principiaron a causar daños en los terrenos y en algunas casas de Yahuiche en enero próximo pasado, se hayan iniciado con otros menos notables mucho antes, y no fuera de extrañarse que el

fuerte temblor del 14 de enero de 1931 haya dado origen al principio de los deslizamientos y que los fenómenos que entonces se produjeron en el terreno solo hubieran sido considerados como efectos de aquel temblor, sin acordarse de ellos a causa de los actuales movimientos.

Como los movimientos en los primeros años después del temblor se desarrollaron con gran lentitud no llamaron la atención, pero la apertura de la grieta mencionada que atraviesa el camino, y sobre todo, su continuo avivamiento, es decir su reapertura después de haber sido rellenado varias veces, deben considerarse como indicios de un progreso del movimiento iniciado con el temblor de 1931. El desarrollo del fenómeno se hizo más notorio al principio del año en curso, pero llegó a una intensidad alarmante en la tercera decena de julio, a causa de las prolongadas y abundantes lluvias que se desataron sobre la comarca en esta época. Desde entonces los movimientos han perdido poco a poco en intensidad pero siguen, y no sería de extrañarse que con el aumento de las lluvias en los próximos meses aumentarán de nuevo los deslizamientos y que se formarán nuevas grietas afuera del perímetro afectado por el movimiento en la actualidad.

### LOS EFECTOS EN EL TERRENO

Los deslizamientos rápidos que se iniciaron durante el período de lluvias torrenciales y prolongadas de fines de junio próximo pasado, pusieron en movimiento los terrenos aluviales que forman el suelo y subsuelo de la cañada de Yahriche. Desde luego desapareció la incisión del arroyo, cerrándose sus paredes con el resbalamiento de los trozos y fajas inmediatas, en dirección de la mayor pendiente cuya dirección era la resultante de la línea de mayor inclinación de las laderas, es decir en dirección más o menos perpendicular a la del arroyo, y de la pendiente de este mismo. La dirección de los deslizamientos formaba, por lo tanto, un ángulo con el rumbo del arroyo, resultando de esta circunstancia un movimiento general de las laderas hacia el arroyo, y combinándose con éste, otro en dirección hacia arroyo abajo. Por lo general predomina el primero

de estos movimientos y sus efectos borran los del segundo; pero en algunas zonas donde la pendiente de las laderas es menor y, en cambio, la del thalweg profundo del arroyo más pronunciada, se destacan perfectamente los fenómenos que prueban el resbalamiento de las masas hacia arroyo abajo. El día de nuestra visita (23 de julio) todavía eran visibles estos fenómenos en la ladera derecha de la cañada principal (marcado con 11 en el croquis) y en la depresión secundaria de Quetarúlala situada al W. de aquella (12 y 13 del croquis). En ambos lugares llamaba la atención, en primer término, la aparente inversión del movimiento, (figuras N<sup>o</sup> 1) pues el borde de la parte deslizada quedaba a mayor altura que el otro lado de la grieta que correspondía al terreno no afectado por el movimiento. En el primer lugar, situado al pie del cerrito rocalloso B formado por roca (12 del croquis), se notaba el fenómeno en un sembrado de maíz, en el cual la grieta que marca el límite del terreno puesto en movimiento, atraviesa los surcos perpendicularmente a su dirección. La pendiente del terreno no es muy pronunciada pero lo suficiente para que, por el desalojamiento horizontal o casi horizontal de la faja movida, se podía producir un pequeño escalón formado por el borde más elevado de esta faja como lo enseña la figura N<sup>o</sup> 1. (Por desgracia no se lograron las fotografías que se sacaron de estos interesantes fenómenos que naturalmente con la primera lluvia fuerte quedan borrados).

En este caso quedó demostrado el deslizamiento horizontal a lo largo de la grieta, por la posición en que se encontraron, a causa del movimiento, los surcos y las plantas de maíz a ambos lados de la falla. En la figura N<sup>o</sup> 2 se puede ver en una forma esquemática que, al moverse la faja a la derecha de la falla, a lo largo de ésta y por la distancia de un surco (acaso de tres o cinco surcos), resulta que a la primera vista los surcos del lado izquierdo parecen continuar en el lado derecho. Pero esto solo es aparente; pues el surco 2 de aquel lado corresponde ahora al surco 1 a la derecha, lo que no cabe duda porque las plantas de maíz quedan ahora a lo largo de la falla en el segundo, cuarto y sexto surco casi a la doble distancia de la original, y en primero, tercero y quinto, etc., surco a la mitad de la distancia original. En el campo el fenómeno no era

naturalmente tan preciso, pero en varios puntos muy bien marcado.

En la pequeña cuenca lateral de Quetarúlala, afectada especialmente por un deslizamiento de la masa central hacia cañada abajo, se observó el mismo fenómeno en un escalón del terreno atravesado por la grieta lateral. En este punto el monte de desalojamiento era algo más de medio metro. Este punto y otro del mismo fenómeno quedan señalados en el croquis con 12 y 13.

Mucho más frecuentes y más notables eran los fenómenos de deslizamientos en el sentido de la pendiente de las laderas. Una serie de grietas alineadas más o menos perpendicularmente a la mayor pendiente del terreno marcan especialmente bien la parte limítrofe de la zona afectada por el movimiento de tensión y, en cambio, se observan en la parte céntrica de la zona fenómenos de compresión.

Las grietas de la zona marginal dividen a ésta generalmente en varias y a veces numerosas fajas angostas y alargadas, dispuestas en forma de escalones, en los cuales el total del resbalamiento, que en algunos puntos alcanzará probablemente unos 5 a 8 m., se reparte en una serie de hundimientos diferenciales de trozos cuniformes (véase figuras Nos. 3, 4 y 5). En la cercanía de la casa destruída del Sr. Atenógenes Luis (7 del croquis), un terreno sembrado de maíz ha sufrido un agrietamiento especialmente intenso de tal manera, que cierta zona de la labor se parece a una escalera, en que cada surco de la milpa está transformado en un pequeño escalón.

Los fenómenos de tensión, agrietamiento y deslizamiento que se observan en la parte marginal de la zona afectada por el movimiento, tienen el mismo origen y las mismas apariencias que presenta la zona marginal de un ventisquero en el "circo glacial", donde nace el ventisquero. La gran masa de nieve granular (névé), que en la cuenca del circo se acumula, se transforma en éste a causa del fenómeno de la "regelación" lentamente en hielo de ventisquero. Este proceso está acompañado de una disminución del volumen de la masa que, impulsada al mismo tiempo por la gravedad, principia a moverse hacia cañada abajo desprendiéndose la parte superior de la masa de las laderas, donde se forma continuamente de nuevo la "grieta

marginal", tan característica en los ventisqueros. Zonas agrietadas se forman en éstos, además, en aquellas partes donde existen en el subsuelo, es decir en el lecho rocalloso del ventisquero, eminencias sobre las que toma su curso el glaciar, y a causas semejantes deben probablemente su origen también algunas de las zonas de fuerte agrietamiento de tensión que se presentan en la parte central de los terrenos de Yahuiche afectados por los movimientos; en algunos puntos, sin embargo, tales zonas agrietadas y escalonadas más bien deben su origen a deslizamientos producidos en épocas anteriores, y ahora revividos y ampliados por los actuales movimientos, figura N° 5.

En la zona baja de la parte central de la cañada, los deslizamientos de las laderas han originado fuertes compresiones de los aluviones y una ondulación de su superficie, en la que ligeras hondonadas, transformadas en pantanos, alternan con suaves elevaciones formadas por la supresión concentrada en estos puntos. Estos fenómenos se presentan con gran intensidad especialmente en la porción central de la cañada principal entre el pueblo de Yahuiche y la pequeña depresión central de Quetarúlala y se extiende todavía algo cañada abajo, pero disminuye poco a poco en esta dirección, y sus efectos desaparecen en la zona donde se profundiza el arroyo, lo que indica que el drenaje efectivo que ejerce aquí ya la barranca ha contribuído grandemente para la conservación de la mayor resistencia del terreno no impregnado con agua. En la zona afectada por el movimiento, en cambio, el drenaje es completamente deficiente pues no solo se observan pequeñas acumulaciones de agua en las hondonadas de la parte central comprimida, sino también en las zonas marginales de las laderas, donde las fuerzas más bien son de tensión, se puede ver el agua estancada en las grietas a corta profundidad lo que prueba además la saturación y la impermeabilidad del subsuelo arcilloso de toda la masa puesta en movimiento.

### EFFECTOS EN LAS CONSTRUCCIONES

Por suerte existen en la zona afectada relativamente pocas casas u otras construcciones, figurando entre las últimas

solo el camino de Guelatao a Yahuié en su tramo correspondiente, y el pequeño puente (14 en el croquis) en el que se pasa el arroyo de Xo Roaxela. Las casas situadas en la zona de fuerte agrietamiento como las de la orilla de la población, han sufrido daños sumamente serios como es de comprenderse y algunas ya han quedado completamente destruidas, mientras que otras están de tal manera averiadas que pueden caerse de un momento a otro, sobre todo si el movimiento continúa, como es el caso.

Esta zona principia al pie de la ladera norte del promontorio A en cuya punta está situado el panteón. Abarca toda esta ladera incluyendo la porción del pueblo que queda al lado NW de la calle principal y de la plaza enfrente del edificio de la Delegación Municipal, y continúa por la falda, pasando por la casa del Sr. Anacleto Ramírez, hasta la hondouada de Lixtáh, donde quedó completamente destruida la casa de Aténógenes Luis (marcada con 7 en el croquis).

En las zonas más centrales del terreno afectado, las destrucciones han sido de menor importancia, en primer término porque existen en cada zona pocas casas, y en segundo, porque algunas de las construcciones solo han participado en conjunto del movimiento del suelo donde éste sufrió únicamente un desalojamiento parejo, más o menos horizontal.

Un ejemplo magnífico de las fuerzas de compresión que obran en esta zona central del terreno movido, se puede observar en el pequeño puente sobre el que pasa el camino real, pues el arco de esta construcción ha sufrido una rotura en la clave, habiéndose abierto en ella una grieta en forma de cuña, como lo demuestran las figuras Nos. 6 a y b. En esta parte superior de la cañada la compresión lateral no ha sido hasta la fecha tan fuerte que se cerrara el arroyo, mientras que aguas abajo, al parecer, las presiones laterales lo han cerrado por completo y en un tramo grande ha desaparecido su antiguo cauce.

Adelante del puente, en la subida hacia Yahuié, atraviesa el camino la grieta fuerte que, como ya hemos dicho, se ha tenido que llenarla con piedras ya varias veces en el curso de los últimos 3 o 4 años.



**ORIGEN DE LOS DESLIZAMIENTOS,****MOVIMIENTOS DE UNA EPOCA ANTERIOR Y FUTURO  
DESARROLLO DE LOS ACTUALES**

Ya hemos indicado que parece probable que los actuales movimientos se hayan iniciado en 1931 a causa del temblor del 14 de enero de aquel año. El movimiento telúrico que entonces conmovió intensamente la parte central del Estado de Oaxaca (Véase Ing. Tomás Barrera: "Temblor del 14 de enero de 1931", Universidad Autónoma de México, Instituto de Geología), se sentía también muy fuerte en el pueblo de Yahuiche y causó allá muy serios desperfectos en la antigua iglesia, en el curato anexo y en varios otros edificios. El estado de destrucción en que se encuentra desde entonces el templo no nos debe servir, por supuesto, para deducir que aquel temblor haya sido excepcionalmente intenso pues, en primer término, es de suponerse que ya anteriormente la antigua construcción haya sido maltratada por otros sismos, tan frecuentes y fuertes en esta región. Esto parece más probable porque las condiciones del terreno sobre el que está construido esta iglesia, son muy malas y dificultaron seguramente una cimentación en forma debida. El templo está situado en la parte inferior de la ladera de donde ésta sale la meseta del espolón A, en cuyo punto se encuentra el panteón mencionado ya arriba. El presbiterio del templo está situado en la ladera, donde quedó cimentado sobre roca, mientras que los cimientos de la nave, del atrio y de las torres, ubicados sobre la parte más plana de la meseta, están sentados en terreno aluvial, que por su poca coherencia está expuesto a asentamientos. La diferencia de la resistencia de la roca maciza y del terreno aluvial ha sido desastrosa para el edificio, habiendo sufrido la nave, el atrio y las torres resquebrajamientos muy fuertes, mientras que el presbiterio propio, aparte de su desprendimiento de la nave, ha sufrido relativamente poco. Iguales efectos se observan en la pequeña capilla situada al lado sur de la iglesia y comunicada con ella.

El estado ruinoso en que quedó la iglesia a consecuencia del temblor de 1931, fué causado por este sismo, que ha origi-

nado nuevos asentamientos en la cimentación causando estos movimientos las destrucciones que muestra el templo. No obstante, el movimiento telúrico debe haber sido, sin duda, de una fuerza considerable, lo que prueban también los desperfectos que causó en el curato y en el edificio de la Delegación.

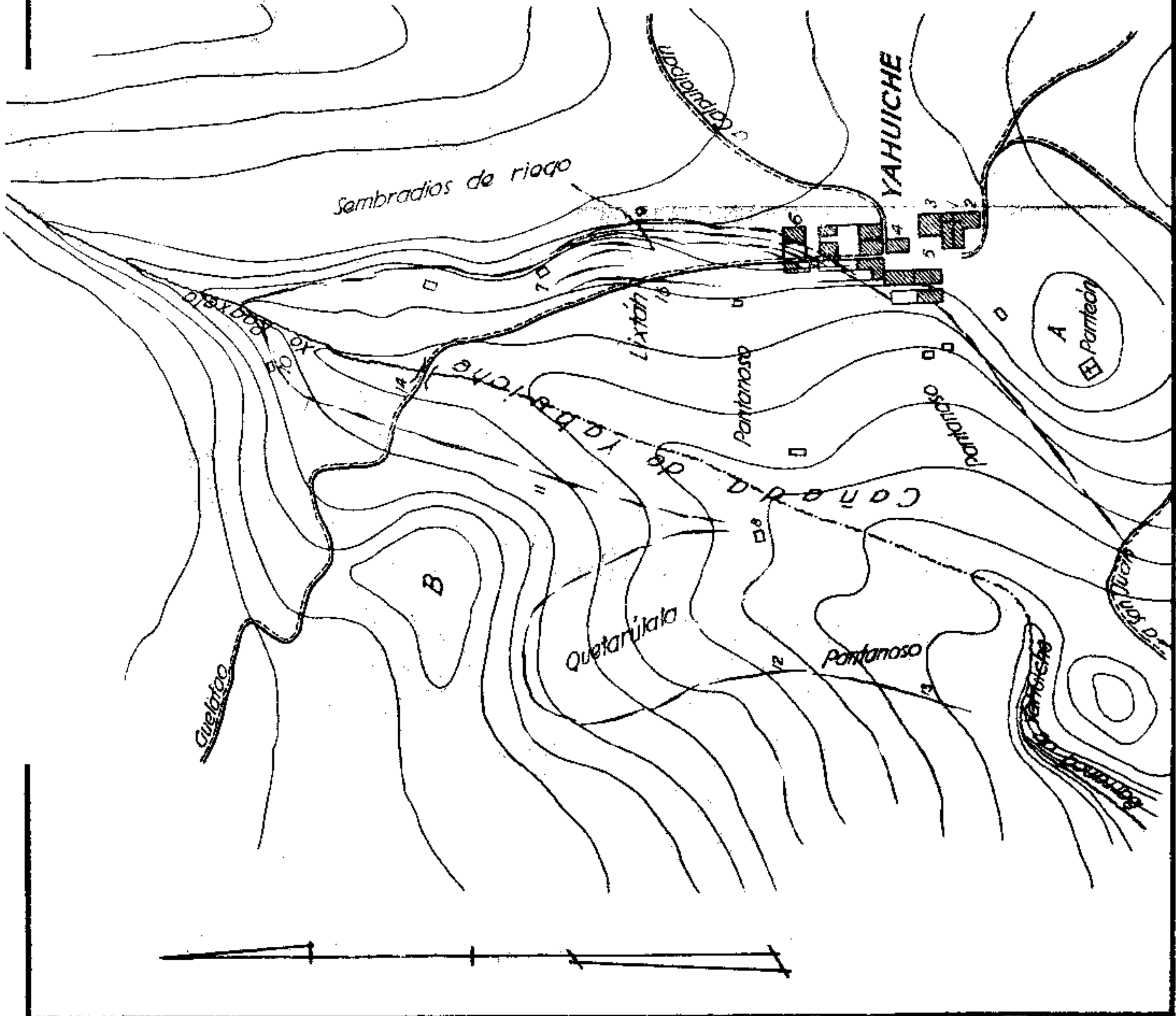
A causa de este temblor se han producido probablemente algunas pequeñas grietas, y estas grietas del terreno facilitaron la infiltración de aguas hacia el subsuelo, sea que estas aguas hubieran provenido de las tierras de riego arriba del pueblo, o de lluvias que se presentaron en el curso de los años de 1931 y 32. En 1933 la impregnación del subsuelo arcilloso e impermeable de esta zona era ya suficiente para producir en ella ligeros deslizamientos que causaron la apertura de la grieta que atraviesa el camino real entre la población y el puente, con lo cual se abrieron nuevos conductos para la infiltración de las aguas. El proceso seguía su curso, abriéndose y prolongándose más esta grieta con lo cual se disminuía el apoyo de los terrenos más arriba de la ladera, hasta que, al principio del año en curso (1937), quedaba finalmente ya delimitado todo el terreno afectado por el actual movimiento por una zona marginal de grietas, en que las abundantes aguas de la tercer decena de junio próximo pasado (el torrente de lodo marcado con 9 en el croquis), podían penetrar y completar la saturación del subsuelo. Con el aumento del peso, originado por la impregnación del terreno con agua, y con la consiguiente transformación de las masas arcillosas, coherentes y duras mientras que estaban secas, en una masa coloidal semifluida con poca fricción interior, el deslizamiento de ciertas fajas tomó incremento y se propagó rápidamente a toda la zona, sin que estos movimientos hasta la fecha hayan llegado a su término, pues se puede observar que las grietas de la parte marginal siguen todavía abriendo y prolongándose aunque lentamente.

Los movimientos, iniciados por las causas arriba indicadas, han sido favorecidos por las condiciones de poca coherencia que caracteriza todo el terreno afectado, pues se trata de una masa de aluviones que ya en épocas anteriores ha sufrido fuertes resquebrajamiento y deslizamientos. A este respecto se observa, en primer término, que el terreno actualmente en movimiento está limitado en toda su margen oriental y sureste,

- 1 Iglesia de Yahuique.
  - 2 Capilla.
  - 3 Curato.
  - 4 Edificio de la Delegación Municipal.
  - 5 Plaza.
  - 6 Casa del Sr. Anacleto Ramirez.
  - 7 Casa de Atenógenes Luis. } Completamente destruidas
  - 8 Casa. }
  - 9 Torrente de lodo y piedras formado durante los aguaceros de fines de junio de 1937.
  - 10 Galería del Ocotál.
  - 11-12 y 13 Puntos donde se observaron los efectos de deslizamientos horizontales.
  - 14 Puente.
  - 15 Grieta en el camino formada hace 3 o 4 años, que desde entonces sigue abriéndose de tiempo en tiempo.
- A Espalón o contrafuerte del panteón  
B Cerrito rocoso.

ESCALA APROX = 1:10,000

COMISION NACIONAL DE IRRIGACION DE PTO. CONSULTIVO.	
Croquis de la Cañada de <b>YAHUICHE</b>	
Municipalidad de Ixtlán de Juárez Oax.	
Conforme: JEFE DEL DEPTO.	DEPTO. CONSULTIVO
CONTROL TECN. YADM.	Aprobado: VOCAL EJECUTIVO
MEXICO: VIII-1937.	1700-C-6



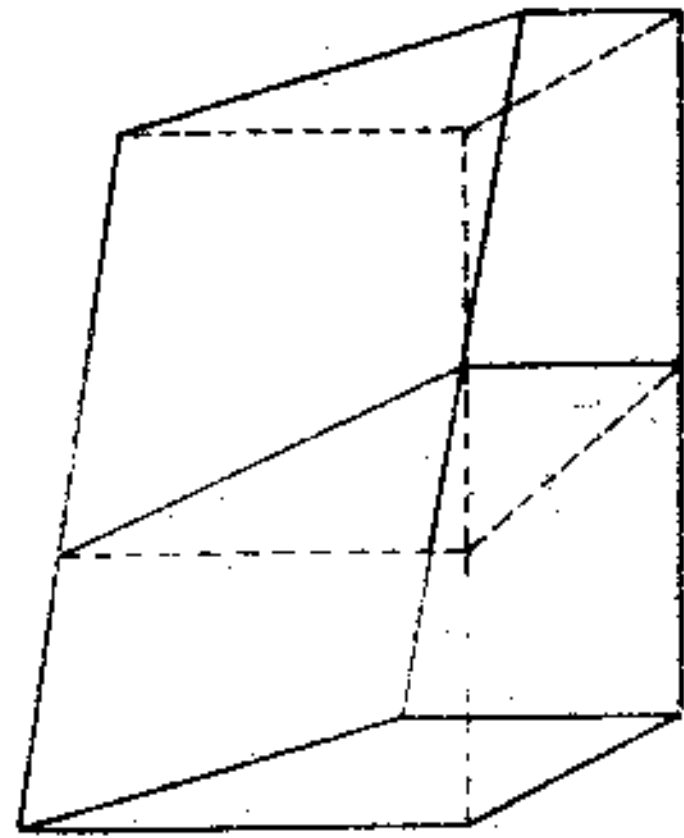


FIG. N°1

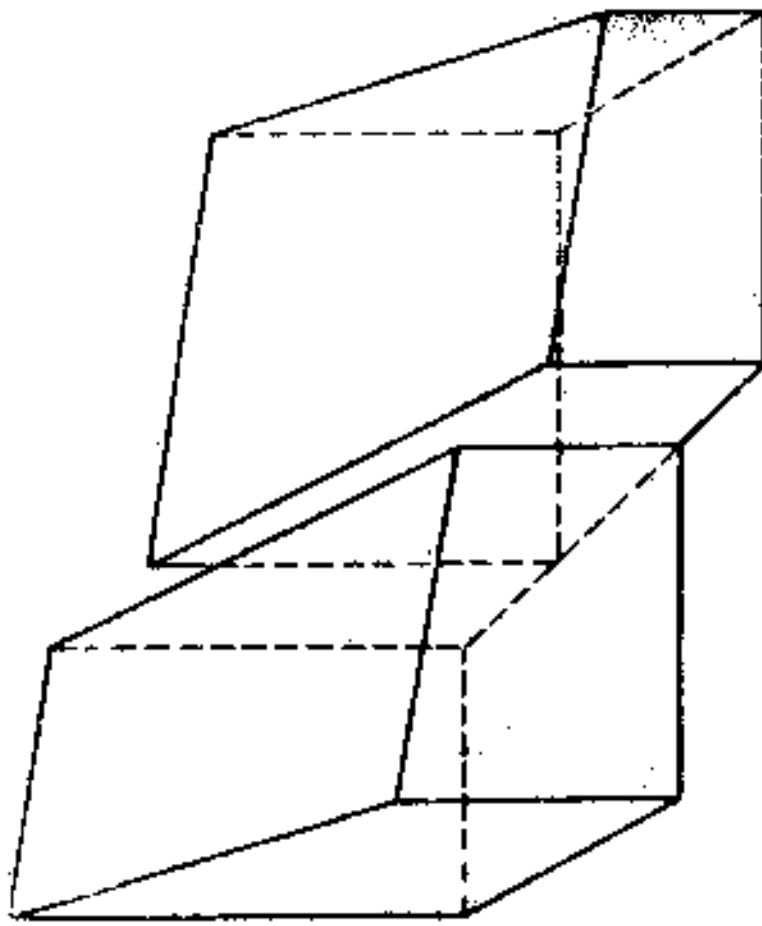


FIG. N°2

1	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	2
3	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	0	0	4
5	0	0	0	0	0	5
6	0	0	0	0	0	6

1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	2
3	0	0	0	0	3
4	0	0	0	0	4
5	0	0	0	0	5
6	0	0	0	0	6

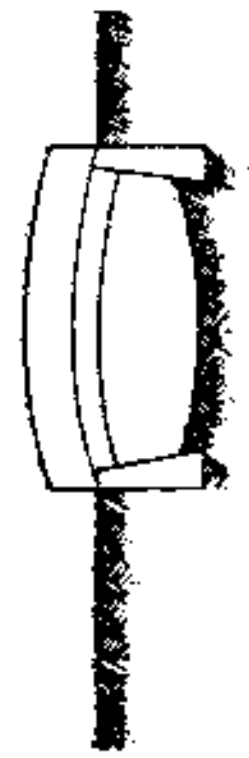


FIG. N°3a



FIG. N°3b



FIG. N°4



FIG. N°5



FIG. N°6

Formó: ..... Calcó: .....  
 Verificó: ..... Revisó: JEFE DE

COMISION NACIONAL DE IRRIGACION  
 DEPTO. CONSULTIVO.  
 DETALLE DE LOS DESLIZAMIENTOS  
 EN LA CANADA DE  
 YAHIUCHE, OAX.  
 Conforme: JEFE DEL DEPTO. DEPTO. CONSULTIVO.  
 CONTROL TECN. ADM. Aprobó: VIGIL. EJECUTIVO.  
 MEXICO D.F. VIII-1937 1700-C-7

es decir, desde el arroyo de Xo Roaxela hasta el punto donde desaparecen las grietas al pie del promontorio del panteón, por un marcado escalón del terreno que corresponde a un plano antiguo de resbalamiento (figuras Nos. 4 y 5), a cuyo pie se han abierto las grietas nuevas. En el interior de la masa deslizada se observan otros escalones en el terreno (figuras N<sup>o</sup> 5), que corresponden también a otros planos de ruptura y de deslizamiento de la parte inferior en épocas anteriores. Parece existir todavía un vago recuerdo, casi legendario, de tales acontecimientos que, según opinión de persona ilustrada del pueblo, deberían haber sucedido hace unos 200 a 250 años y que, además, parecen haber afectado entonces ya la iglesita. Pero, como queda dicho, son tan vagos estos datos que no tienen valor histórico ninguno mientras que no se encuentre una documentación más fidedigna.

Como ya repetidas veces se ha indicado en párrafos anteriores el movimiento actual no ha terminado aún, y se nota que las grietas siguen abriéndose, aunque últimamente de una manera lenta. No obstante hay que temer que lluvias fuertes y prolongadas reaviven los movimientos y que se formen entonces nuevas grietas más o menos paralelas y arriba de las marginales formadas últimamente, con lo que se afectarán terrenos que actualmente todavía no han sufrido deslizamientos. Este peligro es más serio en la zona donde las grietas ya han invadido terrenos de la población, porque quedarían expuestos a la destrucción entonces, en primer término, las casas, al E y N. del edificio de la Delegación Municipal y este mismo. Era de temerse que aumentarían los movimientos del nuevo reajuste de las masas, si ahora que éstos todavía no hayan terminado, la zona fuera sacudida por un fuerte temblor, como fué el del 25 de julio. Hasta la fecha no se han recibido las noticias correspondientes que a este respecto se han pedido a personas caracterizadas de la comarca.

Deslizamientos de la naturaleza de los que se están presentando en los terrenos del pueblo de Yahuiché no son fenómenos raros en toda esta región accidentada del Estado de Oaxaca. Su origen es debido a una serie de circunstancias geológicas, topográficas y climatológicas, y directa o indirectamente a las actividades del hombre.

Abundan en esta región, al lado de rocas ígneas intrusivas preferentemente de carácter riolítico, las pizarras y esquistos metamórficos que por su alto contenido en silicatos de alúmina, al descomponerse se transforman en arcillas y producen suelos y acumulaciones de sustancias arcillosas en las laderas y en los bajíos de las cañadas.

La enérgica erosión a que ha estado sujeta la Sierra de Juárez en los últimos períodos geológicos, ha formado en ella un relieve joven con profundas cañadas y laderas altas y de fuerte declive, en las cuales la delgada cubierta de terrenos sueltos, formada por la descomposición de las rocas del subsuelo, simplemente a causa de las fuerzas de gravedad, está expuesta a deslizamientos.

Las condiciones climatológicas que reinan en lo alto de las sierras, sobre todo las fuertes, abundantes y prolongadas lluvias que a veces se presentan, favorecen naturalmente en alto grado estos deslizamientos, que con frecuencia se efectúan espontáneamente, mientras que en otros casos son originados por los fuertes movimientos sísmicos que suelen asolar la comarca.

En tiempos anteriores toda la sierra ha estado cubierta por densos bosques, como todavía los hay en la región alta, donde el clima frío e inclemente ha impedido el desarrollo de la agricultura. En cambio se ha apoderado ésta de los terrenos en la ladera más baja de las montañas en donde el clima es favorable ya que en el fondo de las cañadas grandes no existen vegas amplias, por ser su cauce estrecho y ocupado o por lo menos frecuentemente acosado por las avenidas de los caudalosos ríos.

El desmonte de las laderas, su preparación y su uso para la agricultura, han contribuido naturalmente muchísimo en hacer los terrenos de fuerte declive más propensos para deslizamientos, y en facilitar el deslave y la destrucción de la tierra vegetal en los terrenos menos inclinados.

En algunos tramos de las cañadas secundarias, en los que la pendiente hidráulica es menos fuerte, se ha podido acumular cierta cantidad de masas aluviales que se cultivan con éxito, sobre todo cuando se dispone de agua para su riego. Pero la fuerte erosión que ejercen las aguas broncas en el cauce de los arroyos que atraviesan estos aluviones, abre en ellas profun-

das barrancas que como sucedió en la cañada de Yahuiche, vienen a disturbar la estabilidad de los terrenos al lado y a originar, en consecuencia, su deslizamiento cuando, a causa de fuertes y prolongadas llovias, el suelo y el subsuelo han quedado impregnados de grandes cantidades de agua.

En el caso de la cañada de Yahuiche, ha sido iniciado este fenómeno, al parecer, por el temblor del 14 de enero de 1931, y la profunda erosión en los terrenos afectados ahora por el deslizamiento, ha sido favorecido por la fuerte pendiente del curso inferior del arroyo. En realidad, la cañada de Yahuiche muestra como muchas otras cañadas secundarias de la comarca, las formas características de los así llamados "valles colgantes", debiéndose esta forma a la circunstancia que la erosión del río principal ha sido siempre mucho más enérgica que la de los arroyos laterales, que por esta razón no podían profundizar su cauce con la rapidez y al paso que lo hizo el Río Grande.

#### PROVIDENCIAS QUE DEBEN TOMARSE PARA IMPEDIR EN LO POSIBLE FUTUROS DAÑOS

La circunstancia de que el movimiento de los terrenos y la apertura y prolongación de las grietas que se han formado en la cañada de Yahuiche todavía están progresando, aunque en forma lenta y en escala pequeña, así como la de que actualmente todavía estamos en plena temporada de lluvias, hacen por el momento inútil todo intento de impedir con cualquier obra, el progreso del fenómeno. La apertura de zanjas de drenaje profundo, único medio que eliminaría las causas de los deslizamientos, es impracticable en esta época, porque en el material impregnado y saturado con agua como está actualmente, cualquier dren profundo se cerraría rápidamente y originaría solamente nuevos y más fuertes deslizamientos sin que se obtuviera el objeto de que es el de desaguar el subsuelo. Un drenaje superficial no tiene naturalmente este resultado pero evitaría por lo menos el estancamiento del agua en las grietas y en las hondonadas del terreno y su infiltración en el subsuelo. Es de aconsejarse por lo tanto que desde luego se haga este drenaje superficial.

Una vez que se hayan retirado las aguas, entonces conviene iniciar las obras de drenaje profundo que se tendrán que hacer poco a poco, procurando que las zanjas sigan la pendiente natural del terreno y que nunca (hasta donde sea posible), corten el terreno en sentido oblicuo a su pendiente, que es al mismo tiempo el sentido en que la tendencia de deslizamiento es mayor, por lo que zanjas trazadas en una dirección que forme un ángulo con la pendiente, favorecerían los movimientos del terreno arriba y se cerrarían rápidamente. Únicamente en la zona de las grietas más altas que señalan el límite de la porción de terrenos afectados por el actual movimiento, los drenes deben aprovechar las grietas más elevadas, pero debe darse a su plantilla siempre una pendiente fuerte hacia un dren principal, con el objeto de facilitar al agua de lluvia una salida rápida e impedir que su estancamiento en la grieta le proporcione la oportunidad de penetrar al subsuelo.

El arroyo de Xo Roaxela, que actualmente está borrado en un gran tramo entre el puente y la barranca profunda abajo de la zona de los terrenos deslizados, necesita una regularización y algunas obras de protección que impidan su rápida profundización. Estas obras necesitan un estudio detallado de un ingeniero familiarizado con obras de esta naturaleza.

Por último debe mejorarse el sistema de riego con que se reparte el agua de que dispone el pueblo para sus usos agrícolas, procurando evitar la infiltración de las aguas en sus canales de conducción, su uso exagerado en los riegos y su derrame en zonas donde pueden penetrar al subsuelo de la zona de los terrenos propensos a deslizamientos.

La mayor parte de las casas perjudicadas por los movimientos actuales han sido abandonadas ya por sus habitantes; pero es necesario que se siga vigilando el progreso del agrietamiento, sobre todo en la zona poblada de Yahuiche, es decir, alrededor del edificio de la Delegación, y debe impedirse la reconstrucción de casas en el terreno afectado por el movimiento. Se ha discutido la conveniencia que las personas que han tenido que abandonar sus casas en la zona movida, construyan sus nuevas casas con ayuda del Gobierno del Estado y de la Federación en la meseta que corona el promontorio rocalloso B enfrente de Yahuiche al otro lado de la cañada; pero esto pa-



rece inconveniente porque la nueva fracción quedaría separada y lejos del antiguo pueblo, y además se dispone en lo alto de la loma al E. de suficiente terreno firme para construir aquí las nuevas casas al lado de la población antigua.

### CONCLUSIONES

Los habitantes del pueblo de Yahuiche han sufrido por los deslizamientos que se han producido en sus terrenos de la cañada y en la orilla de la población, pérdidas bastante considerables, que son más lamentables por la pobreza en que vive la gente, pues fuera de las entradas eventuales que obtienen como trabajadores de las minas de Natividad y de algunas otras de menor importancia, solo cuenta con los productos del cultivo de sus tierras, que no son muy buenas y solo son susceptibles al riego en una zona bien limitada.

Los daños han sido causados tanto por la destrucción de regular número de casas, como por la de las siembras, pues una parte de éstas se ha perdido por el aniego causado por el estancamiento de las aguas en las depresiones formadas en la parte central de los terrenos movidos, y otra parte no se logrará porque las matas de maíz de las siembras en las zonas laterales, han sufrido daños en sus raíces por el intenso agrietamiento que ha experimentado esta zona.

Hay que tener presente además, que aparte de estos daños directos, el pueblo tendrá que emprender en los próximos años trabajos que difícilmente podrá ejecutar sin ayuda de los Gobiernos, pues es necesario que se construyan nuevas casas, que se abran drenes y que se proceda al emparejamiento del terreno cuya configuración ha sufrido grandes modificaciones, por lo que será necesario que se emprendan trabajos laboriosos para acondicionarlos de nuevo para la agricultura.

Mientras que no pase la estación de lluvias, no pueden hacerse las obras definitivas cuyo objeto debe ser el de drenar el subsuelo, pero se recomienda la desecación superficial de los terrenos abriendo paso a las aguas acumuladas de los pantanos que se han formado en las hondonadas de la parte central de la

cañada y a las aguas estancadas en las grietas, para evitar que estas aguas se infiltren en el subsuelo. Una vez que se hayan retirado las lluvias debe procederse a construir un sistema de drenaje profundo bajo la dirección de un ingeniero experto en estos trabajos.