



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

**“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIDAD  
DE TALUD, CON ANCLAS Y MALLAS, DEL CANTIL UBICADO  
EN LA COLONIA PALMITAS, DELEGACIÓN IZTAPALAPA,  
MÉXICO D.F.”**

### **TESIS PROFESIONAL** para obtener el título de **INGENIERO CIVIL**

**PRESENTAN:**  
**IGNACIO SANCHEZ DÍAZ**  
**OSCAR HERNÁNDEZ VENEGAS**  
**PEDRO VILLA MAYORAL**  
**RAFAEL VELÁZQUEZ IBAÑEZ**  
**RICARDO MARTÍNEZ RUÍZ**

**DIRECTOR DE TESIS**  
**Ing. Oscar E. Martínez Jurado**



Ciudad Universitaria, México, Noviembre 2012



## ÍNDICE

	Página
1. Generalidades	3
1.1 Antecedentes	16
1.2 Descripción del sitio	18
1.3 Estructura geológica de la zona	19
2. Estudios preliminares	24
2.1 Levantamiento topográfico	25
2.2 Clasificación de zonas	27
2.2.1 Zonas de bajo riesgo	30
2.2.2 Zonas de mediano riesgo	40
2.2.3 Zonas de alto riesgo	54
3. Análisis de estabilidad	66
3.1 Estabilidad de bloques para basalto masivo	71
3.2 Estabilidad del basalto brechoide	73
4. Especificaciones de estabilidad	87
4.1 Preliminares	110
4.2 Acciones	112
5. Procedimiento constructivo	119
5.1 Limpieza, desyerbe y amacice	119
5.2 Trazo topográfico	124
5.3 Perforación	126
5.4 Suministro, habilitado y colocación de anclas	129
5.5 Inyección para la generación del bulbo de anclaje	134
5.6 Proceso de estabilización durante la perforación	137
5.7 Drenes de penetración transversal	139
5.8 Suministro e instalación de mallas	140
5.9 Malla B-900	144
5.10 Construcción de zapatas y dados de reacción	147
5.11 Tensado en anclas	149
5.12 Demolición de rocas	149
5.13 Relleno de fluidos	153
5.14 Conformación de muros de mampostería	157
5.15 Lavadero	159
5.16 Aplicación de mezcla en la superficie del Cantil	161



5.17 Suministro y colocación de concreto lanzado de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$	162
6. Análisis de precios unitarios	165
6.1 Conceptos	165
6.2 Números generadores	179
6.3 Análisis de precios unitarios	189
6.4 Presupuesto final	237
6.5 Programa general de obra	270
7. Comentarios y conclusiones	274
Bibliografía	278
Apéndice y anexos. Se anexa archivo electrónico en CD.	

# Capítulo 1

## Generalidades



## 1. Generalidades.

En nuestro país existen zonas donde los cantiles, laderas y barrancas pueden tener problemas de estabilidad, se dice que estas zonas son inestables cuando se debilitan o pierden su equilibrio y se caen o deslizan por efecto de la gravedad, este fenómeno puede ocurrir de manera natural debido a la presencia de fuertes lluvias, lluvias continuas o la acción de sismos; así mismo el ser humano contribuye en gran medida para la manifestación de este fenómeno de inestabilidad: al deforestar debilita el terreno, al ejecutar mal excavaciones y cortes en zonas con riesgo de estabilidad, así como por la inapropiada explotación de bancos de materiales mediante el uso inadecuado de explosivos, propiciando zonas completamente inestables.

Anteriormente en nuestro país, cuando ocurrían estos accidentes ya sea por causas naturales o propiciadas por el hombre, generalmente se tenían noticias de lo ocurrido y de la ayuda que prestaba el gobierno o instituciones a las personas en desgracia, actualmente se han creado instituciones como CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) y la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal, quienes son las principales instituciones encargadas de velar por el bienestar de los ciudadanos afectados, estas instituciones están en coordinación con dependencias públicas y privadas como la SEDENA, UNAM, IPN y SCT, entre otros para actuar de manera rápida y eficiente cuando la situación así lo requiera.

Con la participación de estas instituciones actualmente la población en nuestro país tiene más posibilidades de ayuda en caso de caer en desgracia cuando se presentan estos fenómenos, sin embargo, a pesar de los esfuerzos y las medidas de prevención por parte de estas instituciones, las personas de bajos recursos económicos continúan asentándose en zonas de riesgo permanente, motivo por el cual la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal continúa asesorando y monitoreando estas zonas, así como también se ha encargado de estabilizar algunas zonas donde los asentamientos humanos se han desarrollado y no es posible desalojar a los pobladores por toda la infraestructura ya creada.

La inestabilidad de una ladera, talud o barranco provoca el movimiento pendiente abajo de suelos, rocas y vegetación así como de construcciones bajo la influencia de la

gravedad. Los materiales se mueven a través de diferentes mecanismos: caídos o derrumbes, deslizamientos y flujos, ver figura 1.

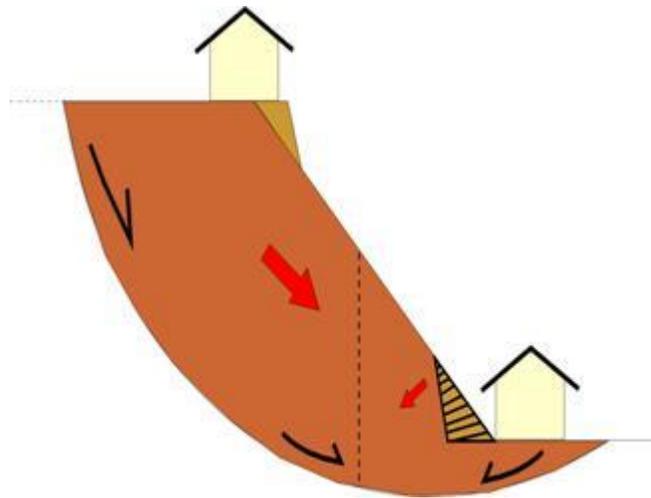


Figura 1. Diagrama de fuerzas actuantes en una inestabilidad.

Los caídos o derrumbes son desprendimientos violentos de suelo y de fragmentos aislados de roca que se originan en pendientes pronunciadas y acantilados, como se observa en la figura 2, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando creando un riesgo para la población aledaña.



Figura 2. Ejemplo de un derrumbe o caído.

Los flujos son movimientos de suelo y de fragmentos de roca pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas se mueven entre sí dentro del volumen que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser muy lentos, o incluso muy rápidos, la velocidad está determinada por la cantidad de agua existente en los materiales, ver figura 3.



**Figura 3. Flujo de material de una ladera.**

Como medida preventiva, es importante conocer algunas señales indicativas que nos permitan percibir a simple vista cuando se está iniciando o se encuentra en proceso algún movimiento de inestabilidad en las laderas, generalmente se perciben a simple vista el desplome de postes, edificaciones y árboles, ya que estos tienden a inclinarse en el sentido del desplazamiento del suelo, así mismo en la corona o parte superior se notan grietas en el suelo y en las construcciones, así como en los pisos y tuberías, también se notarán escalonamientos o terrazas en el suelo, en ocasiones se presentan de manera repentina afloramientos de agua y un incremento de humedad en el terreno.



Es necesario saber cuál es la intensidad de la velocidad de los movimientos de una inestabilidad de suelos, porque esto nos permite saber cuál es el posible grado de destrucción que puede causar en las comunidades cercanas para activar oportunamente los mecanismos de alerta y saber los volúmenes de materiales que impactarán a las comunidades.

**Tabla 1. Velocidad de desplazamiento de una inestabilidad de suelos.**

<b>Velocidad</b>	<b>Interpretación de la velocidad</b>	<b>Posible impacto destructivo</b>
180.0 a 300.0 m/min	Extremadamente rápido	Catástrofe de gran violencia
0.3 a 3 m/min	Muy rápido	Pérdida de algunas vidas, gran destrucción
0.001 a 0.0013 m/min	Rápido	Posible escape y evacuación de construcciones, posesiones y equipo destruidos
1.5 a 13 m/mes	Moderado	Estructuras bien construidas pueden sobrevivir
0.125 a 0.133 m/mes	Lento	Estructuras bien construidas y carreteras pueden sobrevivir con mantenimiento constante
0.005 a 0.0005 m/mes	Muy lento	Estructuras bien construidas no sufren daños y si los tuvieran son fáciles de reparar

En la tabla 1 para la velocidad de desplazamiento entre extremadamente rápido a rápido la unidad es el m/min y de moderado a muy lento es el m/mes, ya que no es posible manejar la misma unidad debido a que los desplazamientos son muy variados entre rápido y lento.

Como se ha mencionado, la inestabilidad en zonas de riesgo se presenta en los asentamientos irregulares, cuando estos se localizan en terrenos inclinados y los habitantes deterioran las características de resistencia de los materiales, al reblandecerlos con las descargas de los drenajes y la construcción de fosas sépticas así como por excavaciones mal ejecutadas; propiciando el inicio de un desastre considerable si no se tiene conocimiento de la problemática de estos terrenos.



Por otra parte, es necesario saber que una zona de este tipo con alto riesgo de falla resulta inapropiada para vivir, por lo que es aconsejable informarse con las autoridades (ver figura 4) y revisar de manera general la zona antes de tomar una decisión para asentarse formalmente y evitar todos los riesgos que contraen estos asentamientos irregulares; así mismo para las personas que viven en una zona de riesgo y no pueden cambiarse a un lugar más apropiado para vivir, la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal les recuerda constantemente que para prevenir desastres es muy importante la toma inmediata de decisiones por parte de las autoridades, especialistas e instituciones capacitadas, para poner en práctica los planes de evacuación y salvamento previamente diseñados para la localidad.

Como se describió anteriormente la inestabilidad en taludes es un problema real que afecta a gran parte de la población que ha construido y se ha asentado en estas zonas de riesgo inminente, por tal motivo, actualmente las autoridades en coordinación con la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal están adoptando procesos constructivos para estabilizar los taludes inestables en zonas densamente pobladas, los procesos más comúnmente utilizados están basados en las experiencias del comportamiento mecánico de los suelos utilizados en las carreteras principalmente, teniendo especial cuidado en la calidad, tiempo de ejecución y costo de los trabajos para garantizar a los ciudadanos su seguridad y la de su patrimonio.

En la tabla 2 se presenta un cuadro comparativo entre el sistema tradicional comúnmente utilizado (concreto lanzado), y el sistema de mallas de alta resistencia de triple torsión, con la finalidad de contemplar las ventajas y desventajas al proyectar y estabilizar físicamente un talud.

**Tabla 2. Comparativa de procesos constructivos.**

<b>Cuadro comparativo de procesos constructivos entre un concreto lanzado y el sistema de mallas de alta resistencia de triple torsión</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Sistema tradicional con concreto lanzado (a)</b>	<b>Sistema de mallas de alta resistencia triple torsión (b)</b>	<b>Observaciones</b>



1. Limpieza, desyerbe y amacize.	<ul style="list-style-type: none"><li>*Retiro de material vegetal.</li><li>*Retiro de capa de tierra vegetal.</li><li>*Retiro de estratos de basura en el talud.</li><li>*Retiro de bloques inestables.</li></ul> Estos conceptos son obligados a ejecutar para evitar que la capa de concreto lanzado quede sin apoyo al desintegrarse la materia vegetal originando oquedades en el contacto concreto – suelo, provocando agrietamientos y filtraciones de agua creando una presión hidrostática en el talud.	<ul style="list-style-type: none"><li>*Retiro de material vegetal.</li><li>*El retiro de basura no es necesario en todo el estrato o espesor.</li><li>*Retiro de bloques inestables.</li></ul> El concepto obligado es el retiro de bloques inestables, las mallas permitirán el florecimiento de las plantas y evitarán la erosión, por lo tanto se recomienda el sembrado de pastos donde el suelo lo permita y no haya presión hidrostática en el talud.	La volumetría y costo en el sistema (a) es mayor que el proceso (b). El tiempo de ejecución es mayor en el proceso (a) que en el proceso (b). El proceso (a) requiere de mayor supervisión al ejecutar la obra.
2. Trazo topográfico.	El trazo topográfico es simple, consiste en obtener los perfiles del talud y sus colindancias para calcular el volumen de material requerido y ubicar las zonas para realizar las perforaciones de anclas y drenes de sección transversal. En el trabajo de topografía se utiliza cinta métrica y nivel fijo; cuando se presentan taludes con un ángulo de inclinación igual o mayor a 60° se necesita además equipo de seguridad, o en casos extremos, el uso de estación total con prismas.	Idem (a).	En (b) se requiere mayor cuidado para ubicar las zonas de anclaje, ya que en este sistema las mallas deben colocarse teniendo el máximo contacto posible de su superficie con el talud; además es aconsejable el uso de una estación total, que reduzca el riesgo del personal encargado de los trabajos y aumente la rapidez y exactitud de los datos obtenidos del levantamiento.
3. Perforación.	La perforación se ejecuta con stenuick o trac drill dependiendo del ángulo de inclinación del talud. Al retirar el suelo vegetal o el espesor completo, la cara del talud queda con deformaciones, por lo cual se toma la parte más desfavorable para uniformizar la perforación.	El proceso de perforación es el mismo que en el concreto lanzado. Sin embargo, la ubicación de los barrenos es más uniforme, al no tener el peso del concreto lanzado.	En el proceso (b) se tiene un menor número de anclas y profundidad de perforación, presentando un ahorro en la actividad. El tiempo de ejecución varía poco.
4. Suministro, habilitado y colocación de anclas.	Las anclas pueden ser de acero corrugado o cables de acero presforzado (torones), están en función del tipo de ancla	El proceso de anclaje es el mismo que en el concreto lanzado, sólo que la ubicación de los barrenos	En el proceso (b) se tiene un número menor de anclas y profundidad de perforación, presentando



	<p>(fricción o tensión) así como de la profundidad y bulbo de anclaje.</p> <p>Al retirar el suelo vegetal o el espesor completo, la cara del talud queda con deformaciones, por lo cual se toma la parte más desfavorable para uniformizar el anclaje.</p>	<p>es más uniforme, al no tener el peso del concreto lanzado, disminuyendo así el número de anclas y la longitud de anclaje.</p>	<p>un ahorro en la actividad. El tiempo de ejecución varía poco.</p>
<p>5. Inyección para la generación del bulbo de anclaje.</p>	<p>Una vez colocada el ancla con sus mangueras de inyección se procede a inyectar una lechada agua-cemento mediante una bomba de presión (Moyno); en esta actividad se debe tener cuidado con la presión de inyección y dosificación de la mezcla.</p>	<p>Se inyecta igual que en el concreto lanzado, sólo que se utilizan tergalinos (funda para el ancla) con la finalidad de no desperdiciar lechada en el tramo libre del anclaje, debido a que se trabaja con basura o terreno vegetal.</p>	<p>La volumetría de inyección es la misma en ambos casos. Las mezclas y el tiempo de ejecución son los mismos.</p> <p>El uso de la tergalina en el proceso (b) es mínimo. No es significativo tanto en costo como en tiempo de colocación.</p>
<p>6. Proceso de estabilización durante la perforación.</p>	<p>Consiste en ademar las perforaciones cuando el material presenta caídos dentro del barreno; generalmente estos se producen por el movimiento y la vibración del equipo de perforación, además de la inestabilidad del mismo material. Arenas, tezontle y basalto fracturado se desprenden dentro del barreno y anillan la herramienta de perforación produciendo rendimientos bajos y reperforaciones; se soluciona aplicando lechadas (agua-cemento, agua-cemento-aserrín, agua-cemento-tepetate fino, gel base agua, espumas químicas) para formar una pared en la perforación y evitar los caídos.</p>	<p>El proceso es idéntico al sistema (a).</p>	<p>Este proceso de ademe es normal en las perforaciones; la utilización de las lechadas, gel o espumas siempre estará en función del tipo de material a perforar y de la pericia del perforista.</p>
<p>7. Drenes de penetración transversal.</p>	<p>Son indispensables los drenes de contacto, así como los drenes de sección transversal, para evitar la acumulación de agua en el talud y el empuje</p>	<p>Los drenes de contacto no existen, y los drenes de sección transversal son mínimos, la formación y colocación es la misma que</p>	<p>El costo impacta más en el proceso (a) ya que tiene un mayor número de drenes y perforaciones, por lo cual es relativamente más</p>



	hidrostático sobre el mismo; el dren es un tubo de PVC de diferentes diámetros ranurado en un 40% de su área transversal, forrado con malla geotextil para evitar el taponamiento, e introducido en una perforación previamente ejecutada.	en (a).	económico el proceso (b).
8. Suministro e instalación de mallas.	No existe.	<p>La malla alta resistencia triple torsión cubierta de PVC o galvanizada para zonas de bajo riesgo, tiene un costo de \$35.00 m<sup>2</sup> más la mano de obra por colocación, no requiere de mantenimiento y el fabricante garantiza su eficiencia estructural.</p> <p>La malla alta resistencia triple torsión sistema Tecco, tiene propiedades mecánicas para disipar la energía de caídos realmente grandes y tiene mayor resistencia estructural que las más comúnmente conocidas, el costo es de \$450.00 por m<sup>2</sup>, el fabricante la garantiza por 100 años libre de mantenimiento.</p> <p>La forma de instalar estas mallas es cortando los lienzos a las alturas correspondientes o bajando el rollo por el talud, se cosen entre sí en los bordes y se van pegando al talud. El rendimiento de colocación es bastante aceptable.</p> <p>Los malleros tienen menos riesgo de trabajo, en todo momento disponen donde sujetarse con un mínimo de</p>	<p>El uso de estas mallas resulta altamente recomendable ya que el costo por m<sup>2</sup> de concreto lanzado es de \$500.00, y el costo de la malla más cara y de mayor eficiencia mecánica es de \$450.00 m<sup>2</sup>, más la colocación que es de \$120.00 también m<sup>2</sup>, en cualquiera de los diferentes tipos de malla, además son libres de mantenimiento y su uso no ocasiona que se genere presión hidrostática en el talud, se puede ajustar al talud en cualquier situación mediante el uso de anclas cortas.</p>



		personal (brigada de 3 personas).	
9. Malla B-900.	No existe.	La malla alta resistencia reforzada con retícula de cable de acero de 5/16” de diámetro en sección 60x90 cm y cable perimetral de acero de ½” de diámetro tiene un costo de \$260.00 por m <sup>2</sup> , no requiere de mantenimiento y el fabricante la garantiza por 30 años, se utiliza en zonas de mediano y alto riesgo (moderado).	
10. Construcción de zapatas y dados de reacción.	Se realiza un labrado en cada ancla y se arma con acero estructural para distribuir las cargas al ser tensada dicha ancla, en este proceso constructivo es obligatorio la formación de la zapata de reacción y se cuela simultáneamente con el concreto lanzado.	En este proceso no es necesaria la formación de zapatas de reacción, éstas están en función de la capacidad de carga del terreno y el acomodo de las placas en la malla.	En el proceso (a) es obligado la formación de zapatas, en el proceso (b) no necesariamente, representando un ahorro en la ejecución de la obra.
11. Tensado de anclas.	El tensado se ejecuta con equipo hidráulico (bomba hidráulica, gato hidráulico de émbolo hueco y manómetros calibrados), se debe tener cuidado al aplicar la carga y al leer el alargamiento para no hacer fallar el ancla de acero o torón, se debe llevar un registro en campo de su gráfica esfuerzo-deformación, se tensan las anclas y al año, o el tiempo que defina el proyectista, se vuelve a revisar el relajamiento del ancla (si lo hubo).	Es el mismo proceso que en el concreto lanzado, salvo que se puede observar físicamente el comportamiento del terreno del talud; al aplicar las cargas de tensado se puede tensar y destensar las veces que se requiera. Cuando haya hundimientos en el terreno del talud, provocados por las cargas de tensado será necesario colocar una zapata de reacción en dicha ancla.	En el caso de concreto lanzado se recomienda realizar una revisión después de haber tensado, ya que de no estar bien respaldada el ancla fractura el concreto provocando los daños ya mencionados; si existe hundimiento en la malla se hace una zapata de reacción como ya se indicó, y se vuelve a tensar. El costo y rendimiento en ambos casos es el mismo.
12. Demolición de rocas.	Por tratarse de áreas urbanas y debido a la existencia de construcciones, tanto en la corona como al pie del talud aunados a la inestabilidad del	El proceso es el mismo que en el sistema (a).	En ambos casos es necesario el uso de expansores químicos, y la colocación previa de mallas o sistemas elásticos de



	<p>Cantil, no se permite bajo ninguna circunstancia el uso de equipo neumático (martillo) o de explosivos.</p> <p>La demolición se ejecutó con expansores químicos (Dexpan) y se retiraron los bloques inestables, fracturados y salientes que presentaran riesgos eminentes, para la ejecución de estos trabajos previamente se colocaron mallas elásticas para evitar el rebote y caída libre de los bloques de material en cuestión evitando así daños a las construcciones cercanas.</p>		<p>retención de materiales producto de la demolición.</p>
13. Relleno de fluidos.	<p>En el caso particular de este Cantil, en las zonas donde se aplicó el relleno fluido, la función básica es no permitir el intemperismo y desgrane de los estratos de arena en la base del talud, así mismo se aprovechó para hacerlo funcionar como muro de retención, el proceso consistió en cimbrar por módulos en la base del talud y colar con el relleno fluido premezclado bombeable <math>f'c=18 \text{ kg/cm}^2</math> hasta tapar los estratos de arena.</p>	<p>El requerimiento de relleno fluido es por especificación, en este caso en particular fue para ambos procesos.</p>	<p>Originalmente el relleno fluido era una mezcla de cemento-tepetate, sin embargo, al no producir el volumen necesario las empresas concreteras se optó por un relleno fluido cemento-arena de <math>18 \text{ kg/cm}^2</math>.</p>
14. Conformación de muros de mampostería.	<p>La conformación de mampostería se realizó únicamente en las oquedades y cavernas bajo el macizo basáltico, las escorias y el basalto brechoide; el material a utilizar es de la zona, con mortero cemento-arena-cal. Estas mamposterías no son sustituibles por concreto lanzado y se requiere la colocación de drenes de contacto para evitar empujes hidráulicos.</p>	<p>La conformación de mampostería (en el caso de las mallas) es conveniente, provoca que la malla se adhiera más al talud apoyándose en la mampostería; al igual que en (a) es indispensable la colocación de drenes de contacto.</p>	<p>En ambos casos es necesario rellenar las cavernas y oquedades, como apoyo de estratos de basalto brechoide y cenizas en el talud.</p>



15. Lavadero.	Los escurrimientos de lluvia principalmente convergen a la calle donde se realizó el lavadero, por tal motivo la estructura que originalmente se proyectó de mampostería se cambió su diseño a concreto reforzado asentado sobre mampostería; la función principal del lavadero, en este caso particular es la de disipar la energía del agua de lluvia de varias calles, mediante reductores de velocidad y encauzar el flujo de agua a un pozo de visita y alcantarillado.	El lavadero se ejecutó como se menciona en (a).	En ambos sistemas es necesario el lavadero para evitar la erosión del talud por el flujo de agua.
16. Aplicación de mezcla en la superficie del cantiliver.	Se aplica una lechada $f'c=100$ kg/cm <sup>2</sup> en la cara del talud con una bomba Moyno, donde se tiene material fino: escoria volcánica. Con el movimiento de las máquinas de perforación se va desgranando, se presentan caídos de piedras pequeñas. Básicamente es una capa de lechada de cemento aplicada en el talud para tener el menor desprendimiento de material fino posible.	El proceso es el mismo que en el sistema (a). La finalidad es la misma.	Es aplicable en los dos sistemas, exclusivamente en tramos donde el material fino, en la cara del talud, sea muy inestable.
*Colocación de malla electrosoldada.	Se coloca en la cara del talud anclada con escarpas de varilla para mantener su posición al lanzar el concreto, se aplican de una a dos lechadas dependiendo del espesor del concreto lanzado. Generalmente para capas de 10 cm se utiliza una malla y para espesores de 12.0 a 20.0 cm de espesor se utilizan 2 capas de malla electrosoldada. La malla trabaja estructuralmente y a temperatura.	No existe	Se debe tener cuidado con los agrietamientos del concreto lanzado y las posibles filtraciones de agua a causa de estos. Pueden oxidar la malla y ésta perder sus propiedades mecánicas. *Esta actividad es una parte del método tradicional para la estabilización de taludes, no pertenece a la nueva técnica aquí presentada.
**Colocación de concreto lanzado.	Se lanza el concreto mediante el uso de una aliva y compresor, así como de una bomba de	No existe	Este concepto se paga por m <sup>3</sup> , tiene un 15% de desperdicio, el tiempo de



	<p>agua para formar la mezcla cuando es vía seca; en vía húmeda se usa una bomba de concreto. Hay que tener cuidado con el uso de andamiaje y grúas, además con la dosificación de agua principalmente.</p> <p>Los taludes tienen ángulos de 60 a 90°, por lo que se debe trabajar con cuidado, con las reglas de seguridad correspondientes para evitar accidentes.</p> <p>Se ejecuta con una brigada de 7 personas, tres de ellas son personal calificado.</p>		<p>ejecución es de 15.0 a 20.0 m<sup>3</sup> por jornal (150.0 a 200.0 m<sup>2</sup> por jornal), se utiliza gran cantidad de personal y el costo es de \$5,000.00 (m<sup>3</sup>).</p> <p>**Esta actividad es una parte del método tradicional para la estabilización de taludes, no pertenece a la nueva técnica aquí presentada.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Como se ha explicado, el proceso de estabilización de taludes con el método tradicional de concreto lanzado resulta más caro, menos eficiente y se ejecuta en más tiempo comparado con el uso de mallas, aclarando que existen taludes que por su naturaleza es necesario el uso de concreto lanzado, independientemente de su costo y tiempo de ejecución (por ejemplo, en cimentaciones profundas).

El uso de mallas para estabilizar taludes se debe a su alta resistencia estructural, a la forma de disipar la energía producida por caídos repentinos de grandes masas de material inestable, así como la facilidad para ser instaladas y, en su caso, si fuera necesario ampliar el área o reparar algún daño sufrido durante su vida útil.

Con la finalidad de reducir el peligro por inestabilidad en zonas de riesgo, en particular laderas, taludes, barrancos así como zonas inclinadas, CENAPRED y la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal hace las siguientes recomendaciones:

- No cortes los árboles, ni destruyas la vegetación de la región.
- No excaves las laderas. Evita especialmente excavar al pie de éstas.
- No permitas que el agua de los drenajes se infiltre en el terreno. En caso de que detectes alguna fuga de agua, deberás dar aviso inmediato a las autoridades de la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal, para que ellos

se encarguen de agilizar los trabajos de reparación, así evitarás que se reblandezca el terreno.

- Estés atento a las indicaciones de las autoridades de la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal de tu comunidad, sobre todo durante la temporada de lluvias.
- Revises constantemente las paredes, pisos y techos en busca de posibles grietas, hundimientos, expansiones del terreno y formación de escalonamientos. Si se presentan, avisa inmediatamente a la autoridad de la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal de tu comunidad.
- Estés alerta sobre la inclinación de postes y árboles en las laderas.
- Antes de iniciar alguna construcción, hacer una excavación o instalación, consultes a las autoridades de la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal.
- Si encuentras alguna grieta en la superficie del terreno, sobre la ladera en donde vives, en la parte superior del cerro o al pie de éste, avisa de inmediato a las autoridades de la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal de tu localidad.



Figura 4. Distribución de pláticas.



Para cualquier proyecto es importante la estabilidad, calidad y durabilidad de cada uno de sus elementos, ya que todos trabajan en conjunto para la buena funcionalidad del mismo.

En este caso se hace referencia en particular a la problemática en cuanto a la estabilización de los taludes.

Es de gran importancia contar con las soluciones adecuadas para cada problema que se presenta, diseñadas de acuerdo a estudios previos y en conjunto con la geología, geofísica, hidrología, geotecnia e ingeniería.

### **1.1. Antecedentes.**

La sierra de Santa Catarina comenzó a formarse después del inicio del vulcanismo de la sierra del Chichinautzin, hace unos 500 mil años en la región centro-sur de la cuenca de México; en algún momento ambas sierras debieron haber presentado actividad simultánea, ya que los productos eruptivos de ambas se intercalan junto con los depósitos lacustres jóvenes; lo anterior debió ser un evento extraordinario, para la zona entre Chalco y Xochimilco, que se extendió hasta muy avanzado el Pleistoceno.

La sierra de Santa Catarina (ver figura 5) está formada por unos 10 cuerpos volcánicos monogenéticos (formados en un sólo ciclo de eventos volcánicos), relativamente pequeños y alineados en una orientación WSW-ENE. Las altitudes de estos conos volcánicos aumentan de oeste a este y alcanzan en su porción más elevada unos 2,820 msnm, mientras que su base se encuentra al nivel de la planicie lacustre a 2,240 msnm, con lo cual la altura relativa máxima de uno de estos cuerpos volcánicos alcanza los 580.0 m.

En el orden en que se fueron formando, de poniente a oriente, se observa al *Yuhualixqui* cuya forma original de trapecio casi perfecto ahora se encuentra prácticamente destruida debido a la intensa explotación a la que ha sido objeto; enseguida está el *Xaltepec* cuyo cono regular aún prevalece; después el *Tetecón*, en cuyo cono, con forma de herradura abierta hacia el poniente, da lugar a un cono adventicio menor; más hacia el oriente está el *Mazatepec*, un cono algo irregular en cuyo borde oriental se observa otro cuerpo adventicio que muy posiblemente se formó sobre una fisura, ya que su cráter presenta forma alargada en el mismo sentido

que toda la sierra; al norte de este último se observa una prominencia redondeada pero de superficie irregular, se trata del *Tecuatzin* o mamelón de Santiago, un domo volcánico cuyas corrientes de lava andesítica fluyeron principalmente hacia el norte chocando con otro cuerpo dómico más antiguo el *Xalpa*, que ahora se encuentra cubierto totalmente por la mancha urbana; en el extremo este encontramos al *Santa Catarina*, el cuerpo volcánico más elevado y joven de la sierra, que consta de tres cuerpos principales, sobre el oriental que es el más antiguo se formó el gran cono estratificado que alcanza la mayor altura del cuerpo y de la sierra, en la base oriental también se observa otro pequeño cono adventicio que dio origen a los malpaíses que cubren todo el flanco oriental de este volcán.

Al parecer el vulcanismo extendió su actividad hasta muy avanzado el cuaternario, originando importantes volúmenes de tezontle y cenizas, también fueron expulsadas significativas cantidades de lavas basálticas y en una proporción reducida tobas.

Las vulcanitas que forman la sierra de Santa Catarina cubren un área aproximada de 75.0 km<sup>2</sup>, su composición es fundamentalmente basáltica y basáltico-andesítica.

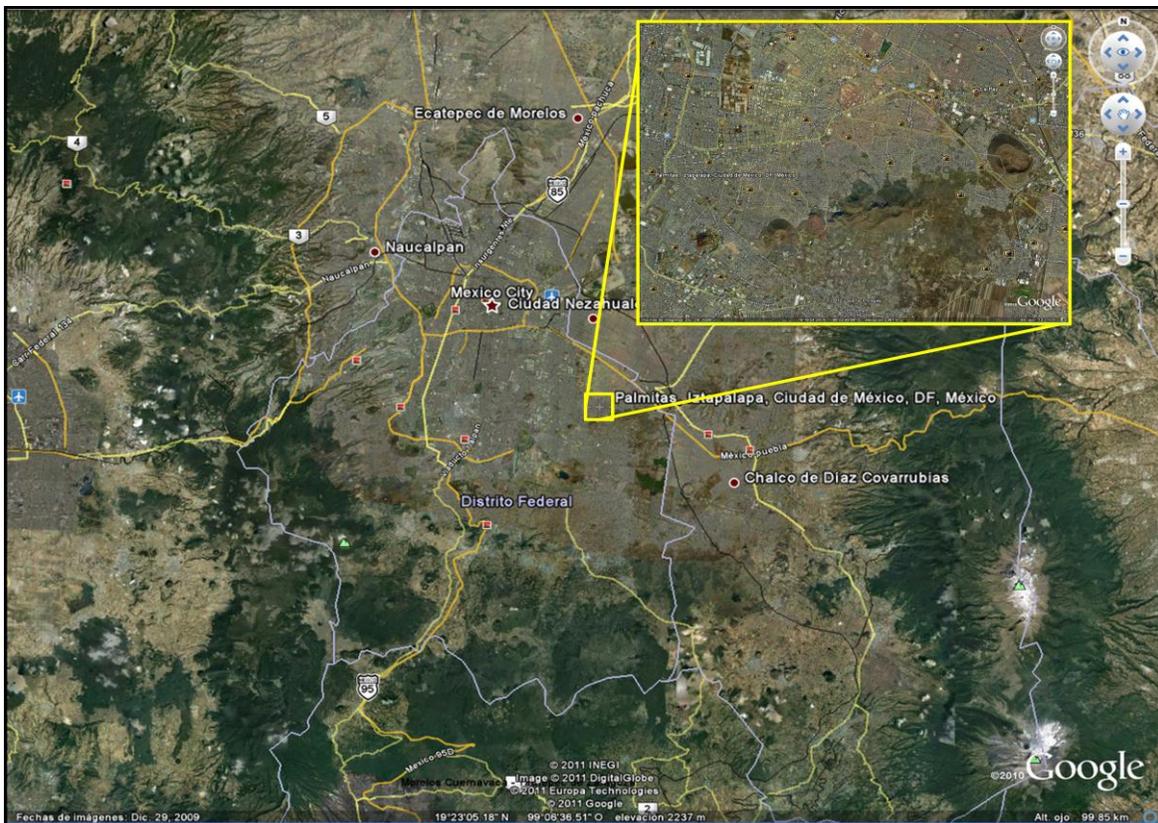


Figura 5. Localización de la Sierra de Santa Catarina en el Distrito Federal.



## 1.2. Descripción del sitio.

Los asentamientos humanos en la delegación Iztapalapa se han extendido al sur hasta subir a las estribaciones de la sierra de Santa Catarina y al poniente hasta rodear al volcán *Yuhualixqui*, esto tiene implicaciones geológicas y geotécnicas en la seguridad de las viviendas, desarrollos habitacionales e instalaciones municipales a lo largo de los casi 13.0 km de las laderas de esa sierra; actualmente éste es un problema grave consecuente del desorden y hasta descuido con el que se extrajeron rocas y arenas de los taludes naturales y dejaron numerosos cortes y cantiles en equilibrio poco estable que en conjunto suman muchos kilómetros.

El Cantil que confina a la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa (ver figura 6), tiene un perímetro en la orilla superior o corona de unos 1,050 m y se reduce a casi 850.0 m al pie, las alturas están comprendidas entre 8.0 y 18.0 m; en cuanto a su inclinación, varía entre 45 y 90° y en algunos casos presenta pendiente negativa. La configuración de este asentamiento humano se asemeja a un socavón que se empezó a poblar después de 1970 y desde su nacimiento se han presentado varios caídos de bloques de roca, enfrentándolos mediante la construcción de muros de concreto reforzado y algunos de mampostería para proteger a los habitantes y sus viviendas; sin embargo, el último y grave accidente ocurrió el 22 de enero de 2009 en donde se desprendieron del Cantil casi vertical bloques de roca basáltica desde unos 10.0 m de altura con un peso de 500.0 t, el impacto causó la falla al muro de protección de concreto reforzado, y la masa de rocas y concreto cayó sobre una vivienda provocando la muerte a dos personas, con lo que se demostró la ineficiencia de dichos muros para la seguridad de los habitantes.

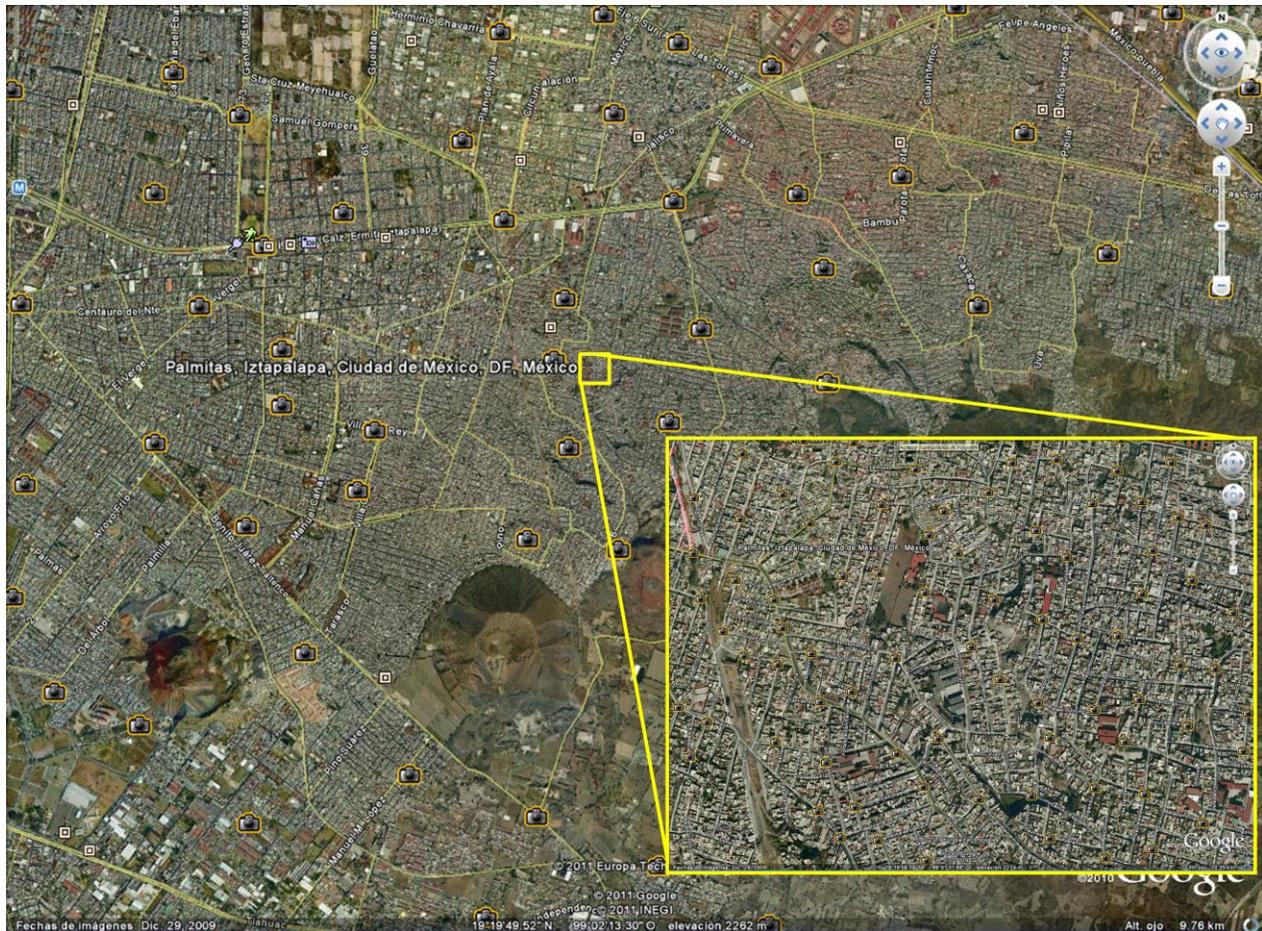


Figura 6. Vista aérea de la colonia Palmitas, delegación Iztapalapa.

La Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal además de atender la emergencia de inmediato, como parte de las actividades elaboró un levantamiento geológico que divide al Cantil en 18 tramos peculiares. Por otra parte la Secretaría de Obras Públicas del Distrito Federal indicó las recomendaciones pertinentes para la estabilización de los casi 1,050.0 m de la corona y longitud de pie de 850.0 m de dicho Cantil.

### 1.3. Estructura geológica de la zona.

En general los volcanes de la sierra de Santa Catarina, mientras se fueron desarrollando de oeste a este, expulsaron importantes volúmenes de cenizas, tezontles y lavas de composición básica hacia la periferia de la sierra de tal manera que estas emisiones se fueron superponiendo y formaron relieves irregulares, así las

corrientes de lava más jóvenes fluyeron por los costados de las coladas previas y en ocasiones llegaron a cubrir las parcialmente.

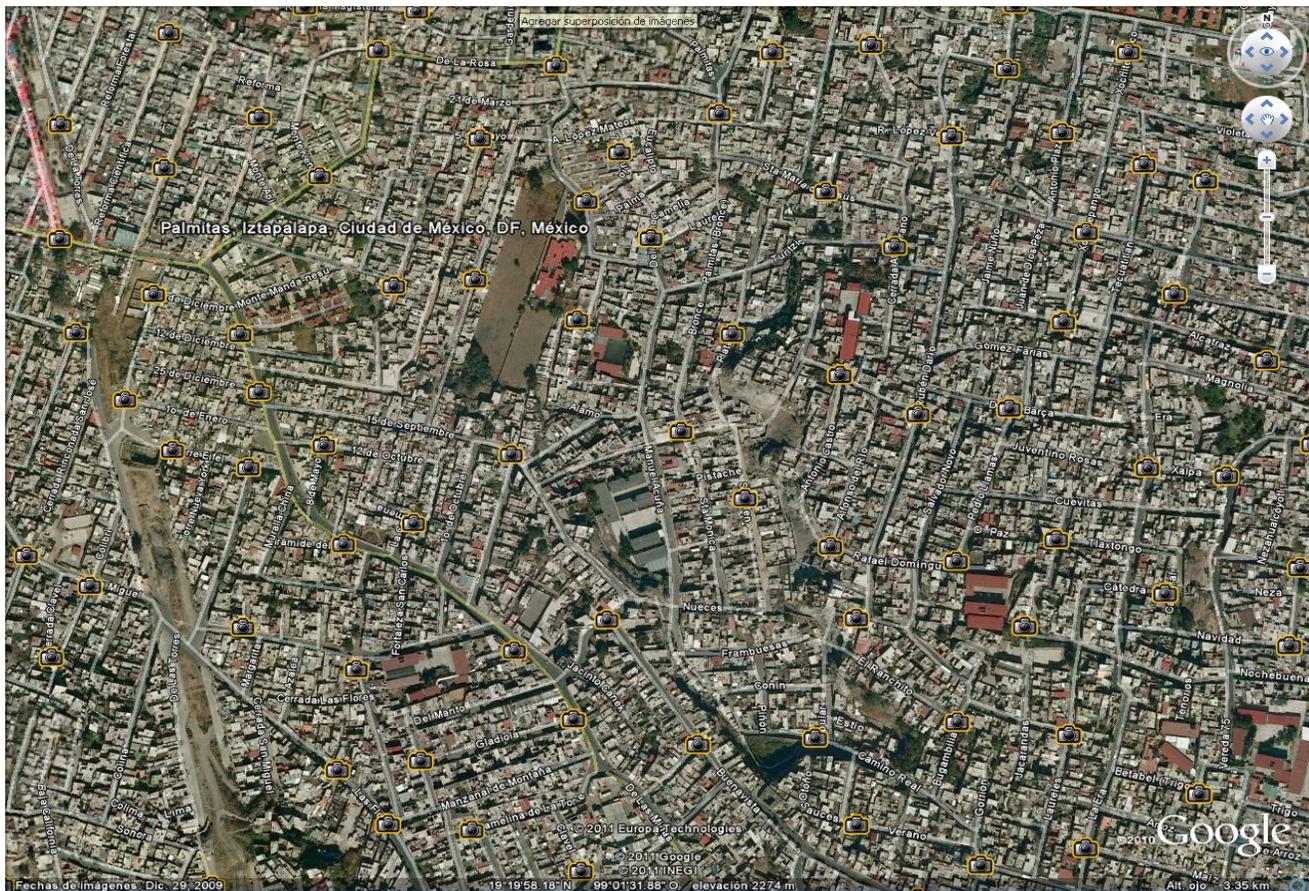


Figura 7. Vista aérea de la colonia Palmitas.

La colonia Palmitas (ver figura 7) se desarrolló en un hueco en forma de herradura originado por dos coladas de basalto, que la extracción de roca y arenas transformó en un Cantil, el sitio topográficamente se puede asemejar a un socavón de 130.0 m de ancho medio y de 350.0 m de penetración.

La colonia Palmitas, al norte de la sierra de Santa Catarina, se asentó sobre una zona cubierta por emisiones basálticas de cenizas y lavas que fluyeron prácticamente de sur a norte provenientes del *Mazatepec*, ubicado en la parte central de la sierra. Estas emisiones emanaron de dos eventos volcánicos:

***Emisión de cenizas.*** Es el evento más antiguo y formó una capa cuyo espesor expuesto es mayor a 7.0 m, constituida por horizontes de cenizas negras, pómez mezclada con



bombas de basalto de 50.0 cm de diámetro aproximadamente, y lapilli mezclada con cenizas negras; esta secuencia se correlaciona con tres exhalaciones diferentes.

**Colada basáltica tipo aa.** Posteriormente a la emisión de cenizas se presentó la siguiente: colada basáltica tipo *aa*, que se caracteriza por presentar una superficie irregular resultante de la pérdida rápida de gases, de manera que esta superficie quedó compuesta por bloques fragmentados y porosos de lava que presentan caras ásperas, desiguales y muy rugosas. Las coladas de lava *aa* avanzan lentamente favoreciendo que su superficie expuesta se enfríe, pero internamente se mantiene el calor que permite el flujo de lava, lo cual produce empujes que fragmentan la superficie enfriada y forman bloques caóticos, este reacomodo de la superficie enfriada favorece la salida de gases formando numerosos poros y vesículas que le dan un aspecto poroso y frágil, en el caso de Palmitas a esta parte de la colada se le denominó basalto brechoide; la parte inferior de la colada que fue fluyendo sobre las cenizas también se enfrió rápidamente por la diferencia de temperaturas, esta capa continuamente se reacomodó y se mezcló con algunos fragmentos provenientes del frente de la colada, estos se enfriaron, se hundieron y fueron cubiertos por la colada, este dinamismo originó en Palmitas al material denominado escoria volcánica; la parte central de la lava que se mantuvo caliente y siguió fluyendo al enfriarse formó el basalto macizo. En general, la colada proveniente del *Mazatepec* originó tres unidades: en la parte superior un basalto brechoide, en la parte central un basalto macizo y en la base una escoria.

En la zona de la colonia Palmitas, la colada basáltica se bifurcó para formar una bahía de cuyos márgenes se explotaron basalto, escoria y cenizas que aunado a los efectos de la erosión, han favorecido la formación de cantiles casi verticales, algunos incluso con pendiente negativa, con alturas del orden de 10.0 m, que dejan expuestos bloques potencialmente inestables.

A continuación se mencionan los rasgos físicos de los materiales de la secuencia geológica de la colonia Palmitas:

**Cenizas.** Se presentan en pseudo-estratos delgados (no rebasan los 5.0 cm de espesor individualmente), en general el material arenoso que las forma presenta cierta adherencia, sin embargo algunos horizontes con arenas menos adheridas presentan



menor resistencia a la erosión favoreciendo la formación de oquedades, dejando eventualmente en cantiliver a los materiales superiores.

**Escorias.** Son materiales de apariencia porosa formados por material ígneo que se enfría rápidamente proveniente de magmas muy fluidos que contienen cantidades importantes de gases. Constituyen generalmente capas de forma irregular. Su consistencia porosa permite que se fragmente y desprenda con facilidad cuando están expuestas a la intemperie, lo que forma oquedades de dimensiones variadas.

**Basalto macizo.** Proviene de una masa fundida líquida que fluyó hacia el N NW, alcanza su máximo espesor entre los tramos 4 a 8, su consistencia es maciza con textura áspera ligeramente vesicular. Forma una capa sólida irregular que está afectada por al menos cinco familias de fracturamientos o discontinuidades. La combinación de estas familias forma bloques que al estar expuestos a la intemperie eventualmente podrían ser inestables.

Las principales familias de fracturamientos están orientadas al NS y WE, las secundarias al NW y NE, y la quinta familia está asociada con el lajeamiento observado principalmente en la base del basalto que ocasionalmente coincide con el contacto entre este último y la escoria volcánica. La mayoría de estos fracturamientos están asociados con procesos de enfriamiento de la lava volcánica que conservó más tiempo el calor ígneo hasta que eventualmente se enfrió y fracturó para formar al basalto.

Los planos que definen estas fracturas son irregulares y ligeramente alabeados, éstas se encuentran generalmente abiertas (5.0 mm o más) y están rellenas con carbonato de calcio y algunos óxidos.

**Basalto brechoide.** Forma una capa de material fragmentado que se encuentra sobre el basalto macizo, constituida por una mezcla caótica de bloques de basalto con escoria volcánica. Su origen se debe a que la colada de lava avanzó lentamente favoreciendo que su superficie expuesta se enfriara, pero internamente se mantenía el calor que permitía el flujo de lava, lo cual produjo empujes que fragmentaron la superficie enfriada y formaron bloques caóticos que se fueron mezclando con el flujo de lava mientras se eliminaban gases de ésta que formaron numerosos poros y vesículas que le dan un aspecto poroso y frágil. La consistencia porosa y frágil de esta



masa caótica e irregular favorece su desprendimiento cuando está expuesta a la intemperie.

Con base en los numerosos recorridos de campo efectuados se logró establecer que la secuencia eruptiva que predomina en la colonia Palmitas, proveniente del *Mazatepec*, consta de lo siguiente:

- Superficialmente se encuentra una capa delgada de suelo de 20.0 a 30.0 cm de espesor, de color café, con granulometría limo-arenosa.
- Enseguida una capa de espesor variable, desde 50.0 cm hasta varios metros, constituida por bloques irregulares extremadamente porosos, que debido a su naturaleza fragmentada se designaron como basalto brechoide.
- Debajo se observó una capa también de espesor variable, de 1.0 a 5.0 m, de basalto macizo de color gris a gris oscuro, de textura masiva y vesicular, se encuentra afectado por al menos cinco familias de fracturamiento.
- Subyaciendo se observó una capa de escoria volcánica, de consistencia porosa, con espesor variable que generalmente es menor a un metro pero en algunas zonas puntuales es mayor, ocasionalmente esta capa está mezclada con bloques de basalto macizo.

Finalmente, la secuencia expuesta yace sobre una sucesión de material arenoso de granulometría variable compuesto por tres capas correlacionales con tres exhalaciones volcánicas que originaron diferentes materiales: la capa inferior constituida por horizontes de cenizas negras cuyo espesor expuesto alcanza los 4.0 m, la capa intermedia formada por una mezcla de pómez gris clara con bombas de basalto de 50.0 cm de diámetro aproximadamente, y la capa superior está formada por una mezcla de horizontes de cenizas negras y lapilli cuyo espesor es del orden de 3.0 m.

# Capítulo 2

## Estudios preliminares



## 2. Estudios preliminares.

Las recomendaciones para la estabilización se basaron en la inspección de las condiciones geológicas y geotécnicas del Cantil a través de los diversos recorridos, en el levantamiento topográfico, en el estudio geológico y en las soluciones geotécnicas adoptadas para aumentar la estabilidad del Cantil.

Se efectuaron diversos recorridos de inspección durante los meses de enero a junio de 2009, en los cuales se colectaron datos geológico-geotécnicos que inicialmente sirvieron como base de los estudios y posteriormente permitieron precisar la propuesta de estabilización.

Como acciones prioritarias se recomendaron las siguientes actividades:

- a) Inspección de las viviendas ubicadas en la corona y pie del Cantil para evaluar lo que se conoce como “los pequeños detalles geológicos” en la roca; las viviendas de la corona se catalogaron como peligrosas cuando están sobre áreas inestables o presenten debilidades estructurales, por su parte las del pie se calificaron como peligrosas cuando están amenazadas por la caída de bloques.
- b) Limpieza y amacice de la superficie del Cantil.
- c) Retiro de todos los bloques sueltos con ayuda de herramienta neumática complementada con agentes químicos expansivos, en cualquier caso se deberán cortar piedras que por su volumen generen riesgos.
- d) Instalación de mallas metálicas de acero trabajando de manera activa, sujetas con anclas de 6.0 y 12.0 m de longitud con refuerzo interior constituido por una varilla corrugada de acero de resistencia  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , con el extremo roscado para colocar una tuerca que se apretará contra una placa de acero.
- e) Relleno de cavidades y protección de los materiales erosionables con mampostería para evitar que los bloques de basalto queden formando voladizos que sean potencialmente inestables. En este relleno deberá inyectarse mortero a presión para incrementar su efectividad.



- f) Instalación de drenes de penetración transversal en las zonas donde se advierte flujo de agua que aflora en las arenas.

### 2.1. Levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico, altimétrico y planimétrico de los 18 tramos del Cantil se efectuó tomando como referencia un banco de nivel arbitrario BN-1 ubicado en la calle Cerrada de Plata. En la planta topográfica del plano PG-01 se muestra la ubicación del banco y sus coordenadas se indican en la tabla 3.

El levantamiento topográfico, altimétrico y planimétrico fue efectuado por la empresa TGC Geotecnia S.A. de C.V. en su totalidad.

**Tabla 3. Coordenadas del banco de nivel.**

	X	Y	Z
<b>BN-1</b>	1,000	1,000	100

En el Anexo A de este informe se presentan los planos correspondientes a la planta topográfica del tramo con curvas de nivel y las secciones transversales correspondientes.

**Descripción del equipo.** En la tabla 4 se describe el equipo que se empleó para llevar a cabo los trabajos de topografía; como se observa en la figura 8.

**Tabla 4. Equipo empleado.**

Cantidad	Descripción	Modelo	Marca
1	Estación total	TCR 703	LEICA
1	Estación total	TCR 705	LEICA
3	Trípode	GST 20	LEICA

1	Nivel electrónico	NA 2002	LEICA
4	Bastón		
4	Prisma	GEB 20	LEICA
2	Estadal		GINPRO
2	Cinta métrica	S-30	GINPRO
2	Flexómetro	KN 8308	KNOVA



Figura 8. Equipo que utilizó la brigada de topografía.



## 2.2. Clasificación de zonas.

Como parte de las actividades de la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal, además de atender la emergencia de proteger a la ciudadanía, elaboró un levantamiento geológico que divide al Cantil en 18 tramos peculiares. En los cuales se identifican para cada tramo y subtramo; la longitud, el número de anclas a utilizar, tipo de malla, número de drenes y el riesgo de cada uno, dividiéndolos en tres zonas: bajo riesgo, mediano riesgo y alto riesgo (ver tabla 5). Por otra parte la Secretaría de Obras del Gobierno del Distrito Federal elaboró las recomendaciones pertinentes para la estabilización de los casi 1,050.0 m de la corona del Cantil y longitud de pie de 850.0 m.

El propósito fundamental de las recomendaciones que se concluyeron fue la de proteger a los ciudadanos primeramente, sus viviendas y la infraestructura actual.

Como se mencionó anteriormente por la extensión propia del Cantil así como por su diversidad geotécnica y sus problemas particulares, se procedió a subdividirlo en 18 tramos en función de su estudio geotécnico, estratigrafía, construcciones aledañas y riesgo de deslizamientos y/o desprendimientos de material; por otra parte una vez catalogado en sus 18 zonas se procedió a unificar un criterio de análisis para estas zonas en tres clasificaciones:

- Zonas de bajo riesgo
- Zonas de mediano riesgo
- Zonas de alto riesgo

En la tabla 5, se hace una descripción resumida de la división de zonas o tramos así como de la solución para la estabilización del Cantil.

**Tabla 5. División de los tramos.**

Tramo	Resolución recomendada
<p><b>1</b> Longitud 50.0 m Riesgos: Alto y Medio</p>	<p>Este tramo está subdividido en 3 subtramos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar anclas de 6.0 y 12.0 m de longitud.</li> <li>• Instalar malla de triple torsión reforzada con cables (dos subtramos de 15.0 m).</li> <li>• Instalar malla de alta resistencia (un subtramo central de 20.0 m).</li> <li>• Instalar malla sombra en la parte baja (estrato de arenas).</li> <li>• Inyectar la escoria volcánica en 35.0 m (zona central y derecha).</li> </ul>
<p><b>2</b> Longitud 20.0 m Riesgo: Medio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuar drenes de contacto e inyectar en la escoria volcánica.</li> <li>• Perforar drenes de 9.0 m de longitud en la parte baja.</li> <li>• Colocar anclas de 6.0 m de longitud a cada 2.5 m.</li> <li>• Colocar malla triple torsión reforzada con cables.</li> <li>• Conformar un dentellón en la parte baja del concreto lanzado.</li> </ul>
<p><b>3</b> Longitud 25.0 m Riesgo: Bajo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rellenar con mampostería la cavidad bajo una de las viviendas ubicada en la corona.</li> <li>• Inyectar en 6.0 m de profundidad la escoria volcánica bajo la otra vivienda ubicada también en la corona.</li> <li>• Colocar anclas de 6.0 m de longitud a cada 2.5 m.</li> <li>• Instalar malla triple torsión simple con protección de PVC.</li> <li>• Anclar el muro de concreto en alto riesgo mediante anclas de 12.0 m de longitud a cada 3.0 m.</li> </ul>
<p><b>4</b> Longitud 20.0 m Riesgo: Alto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retiro de un gran bloque inestable y algunos menores, se recurrió al empleo de explosivos expansores.</li> <li>• Rellenar cavidad con mampostería e inyección con mortero.</li> <li>• Colocar anclas de 12.0 m de longitud a cada 3.0 m.</li> <li>• Instalar malla de acero de alta resistencia y cables.</li> <li>• Inyectar en la escoria volcánica en barrenos de 6.0 m.</li> </ul>
<p><b>5</b> Longitud 25.0 m Riesgo: Medio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retiro de bloques inestables.</li> <li>• Colocar anclas de 6.0 y 12.0 m de longitud.</li> <li>• Instalar malla de acero de alta resistencia.</li> <li>• Instalar malla triple torsión reforzada con cables.</li> <li>• Instalar malla sombra en la zona de arenas.</li> </ul>
<p><b>6</b> Longitud 30.0 m Riesgo: Medio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rellenar cavidad con mampostería e inyección con mortero.</li> <li>• Efectuar drenes de contacto e inyectar la escoria volcánica.</li> <li>• Perforar drenes de 9.0 m de longitud en la parte baja.</li> <li>• Colocar anclas de 6.0 m de longitud a cada 2.5 m.</li> <li>• Colocar malla de triple torsión reforzada con cables.</li> <li>• Conformar un dentellón en la parte baja del concreto lanzado.</li> </ul>



<b>7</b> Longitud 35.0 m Riesgos: Bajo y Medio	<p>Este tramo se subdivide en dos subtramos de 25.0 y 10.0 m de longitud.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Colocar anclas de 6.0 m de longitud en ambos subtramos.</li><li>• Instalar malla de triple torsión con protección de PVC (25.0 m).</li><li>• Instalar malla de triple torsión reforzada con cables (10.0 m).</li><li>• Instalar malla sombra en la zona de arenas.</li><li>• Perforar drenes en la corona de 6.0 m de longitud a cada 3.0 m.</li></ul>
<b>8</b> Longitud 60.0 m Riesgo: Alto	<ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro de bloques inestables y basura por parte de la Delegación Iztapalapa.</li><li>• Encauzar los escurrimientos pluviales al sistema de drenaje.</li><li>• Colocar anclas de 12.0 m de longitud a cada 2.5 m.</li><li>• Instalar malla de acero de alta resistencia y cables.</li><li>• Inyectar la escoria volcánica y colocación de drenes de 9.0 m de longitud a cada 4.0 m en las arenas.</li></ul>
<b>9</b> Longitud 20.0 m Riesgo: Alto	<ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro de bloques inestables con ayuda de explosivos expansores.</li><li>• Colocar anclas de 12.0 m de longitud a cada 2.5 m.</li><li>• Instalar malla de acero de alta resistencia y cables.</li><li>• Inyectar la escoria volcánica.</li><li>• Perforar drenes de 9.0 m de longitud a cada 4.0 m en las arenas.</li></ul>
<b>10</b> Longitud 15.0 m Riesgo: Alto	<ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro de bloques inestables.</li><li>• Colocar anclas de 12.0 m de longitud.</li><li>• Instalar malla de acero de alta resistencia y cables.</li><li>• Perforar drenes de 9.0 m de longitud en las arenas.</li><li>• Conformación de muro de concreto lanzado y ajustar anclas.</li></ul>
<b>11</b> Longitud 35.0 m Riesgo: Alto	<ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro de bloques inestables.</li><li>• Colocar anclas de 12.0 m de longitud a cada 2.5 m.</li><li>• Instalar malla de acero de alta resistencia y cables.</li><li>• Perforar drenes de 9.0 m de longitud en las arenas.</li><li>• Conformar un muro de concreto lanzado y ajustar anclas.</li></ul>
<b>12</b> Longitud 25.0 m Riesgo: Alto	<p>En este tramo se encuentra una vivienda de cuatro niveles bajo un gran bloque de roca.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro de dos bloques inestables.</li><li>• Colocar anclas de 12.0 m de longitud.</li><li>• Instalar malla de acero de alta resistencia complementada con cables de acero envolviendo al bloque de roca sobre vivienda.</li><li>• Inyectar la escoria volcánica.</li><li>• Perforar drenes de 9.0 m de longitud en arenas.</li></ul>
<b>13</b> Longitud 55.0 m Riesgo: Bajo	<p>Este tramo se subdivide en dos subtramos de 45.0 y 10.0 m de longitud.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro de material suelto y basura.</li><li>• Colocar anclas de 6.0 m de longitud.</li><li>• Instalar malla de triple torsión simple con protección de PVC (45.0 m).</li><li>• Instalar malla de triple torsión reforzada con cables de acero (10.0 m).</li><li>• Colocar drenes en la parte baja del muro de concreto.</li></ul>



<p><b>14</b> Longitud 50.0 m Riesgo: Bajo</p>	<p>Este tramo se estabilizó con gaviones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perforar drenes en la parte alta del talud, para captar el agua infiltrada desde las viviendas.</li> <li>• Retiro de rocas sueltas y perfilar saliente.</li> </ul>
<p><b>15</b> Longitud 80.0 m Riesgo: Bajo</p>	<p>En este tramo se encuentra un tanque de tormentas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perforar drenes de 6.0 m de longitud en la corona.</li> <li>• Instalar malla triple torsión reforzada con cables de acero en la parte superior (zona de basaltos brechoides).</li> </ul>
<p><b>16</b> Longitud 100.0 m Riesgo: Medio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retiro de bloques inestables.</li> <li>• Colocar anclas de 6.0 m de longitud.</li> <li>• Instalar malla triple torsión reforzada con cables de acero.</li> <li>• Conformación de un muro de concreto lanzado anclado.</li> </ul>
<p><b>17</b> Longitud 95.0 m Riesgo: Medio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retiro de bloques inestables.</li> <li>• Colocar anclas de 6.0 m de longitud.</li> <li>• Instalar malla triple torsión reforzada con cables de acero.</li> <li>• Conformar muro de concreto lanzado anclado.</li> </ul>
<p><b>18</b> Longitud 95.0 m Riesgo: Medio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retiro de bloques inestables.</li> <li>• Rellenar cavidad bajo bloque con mampostería.</li> <li>• Colocar anclas de 6.0 m de longitud.</li> <li>• Instalar malla triple torsión reforzada con cables de acero.</li> <li>• Conformar muro de concreto lanzado anclado.</li> </ul>
<p>Escuela Ramiro Sánchez López</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retiro de bloques inestables.</li> <li>• Rellenar cavidades con mampostería.</li> <li>• Instalar malla triple torsión simple en la parte frontal del promontorio ubicado dentro de la escuela.</li> <li>• Conformar muro de apoyo y anclaje de los bloques inestables ubicado tras el promontorio.</li> </ul>
<p>Escuela Macuil Xóchitl</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rellenar cavidad bajo muro de la colindancia poniente con mampostería.</li> <li>• Perforar drenes de 6.0 m de longitud al pie del muro de contención del lindero sur.</li> </ul>
<p>Escuela Símbolos Patrios</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perforar drenes de 6.0 m de longitud al pie del muro.</li> </ul>

### 2.2.1. Zonas de bajo riesgo.

De acuerdo a la clasificación ejecutada se tiene que los tramos 3, 7, 13 y 14 (ver figura 9), están catalogados como sectores de bajo riesgo y se recurrió a la colocación de mallas de triple torsión, así mismo en los tramos con basura se utilizaron mallas con cobertura de PVC para protegerlas contra la corrosión.

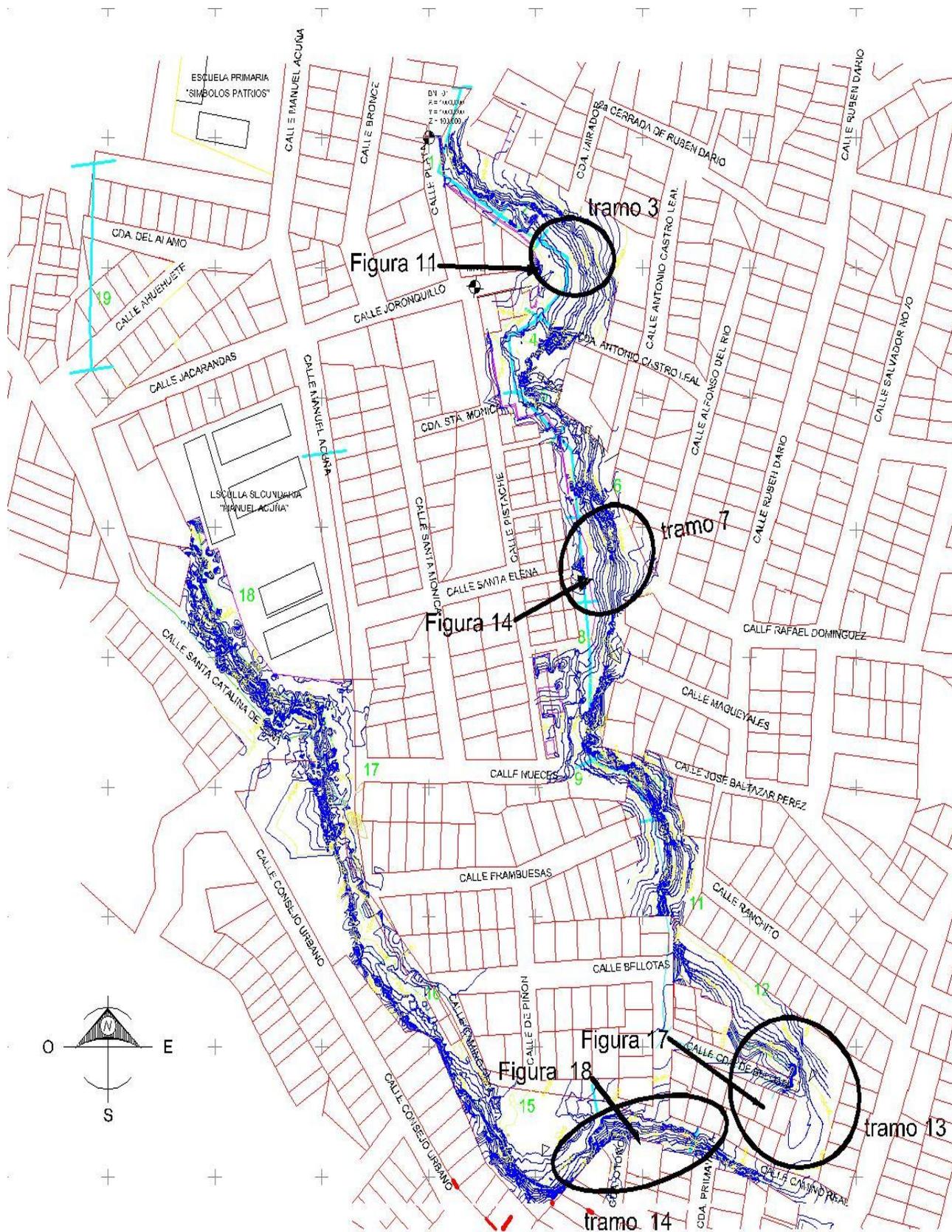


Figura 9. Localización de las zonas de bajo riesgo en el tramo.

### Tramo 3.

El tramo 3 se localiza en la cabecera de la calle Joronquillo, colindando con las últimas dos viviendas de la calle, tiene una longitud aproximada de 25.0 m y una altura de 15.0 m, como se observa en la figura 10.

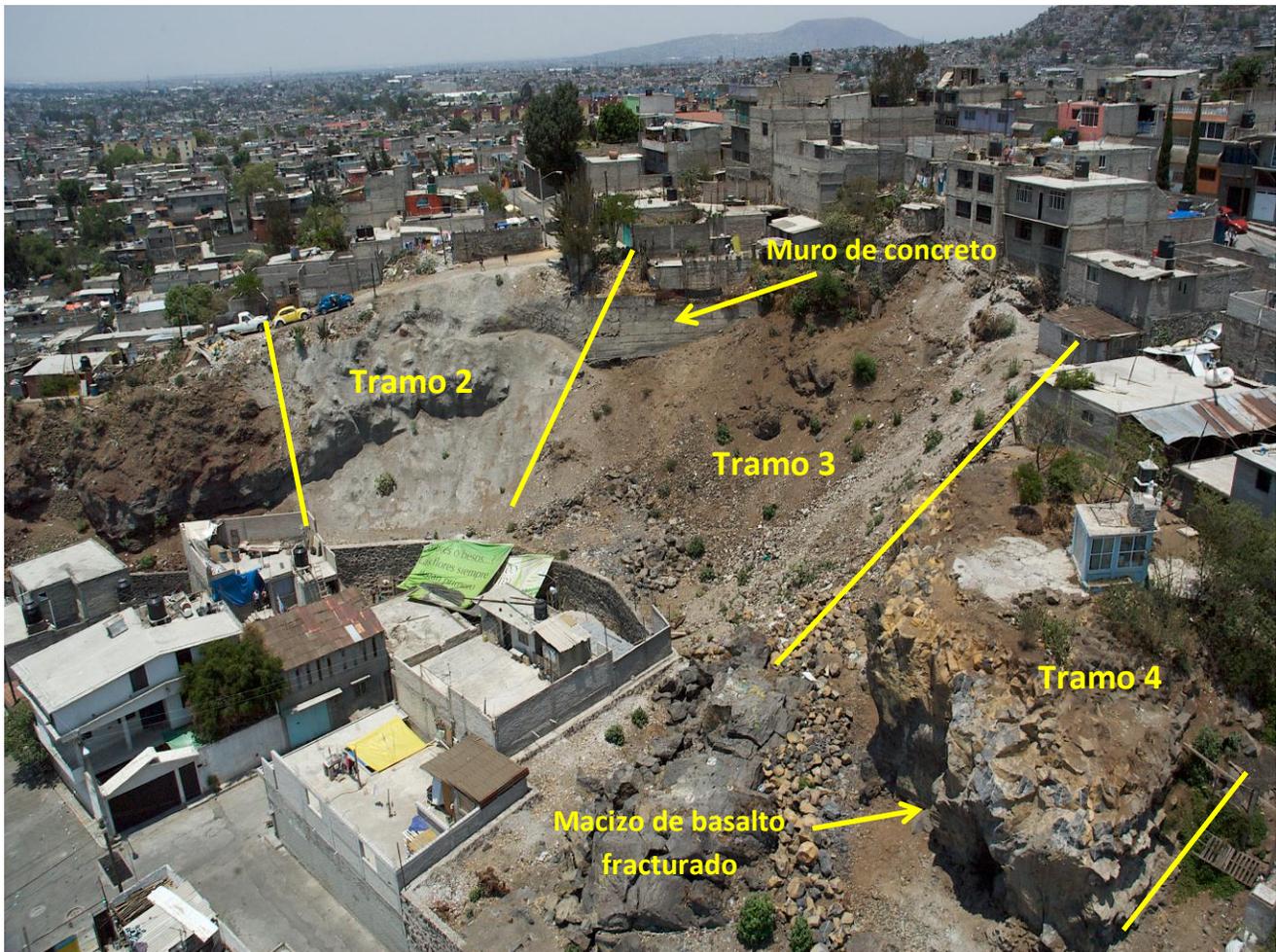


Figura 10. Vistas frontales del tramo 2, 3 y 4.

Esta zona se encuentra constituida por un basalto brechoide en la parte izquierda, y basura cubriendo el brechoide en la parte central donde se tiene una descarga de agua en la corona y basalto fracturado en la parte derecha, el espesor del volumen de basura varía de 4.0 a 6.0 m, el basalto brechoide tiene un espesor de 5.0 a 7.0 m, para continuar con un estrato de cenizas volcánicas de 2.0 a 3.0 m y continua un basalto brechoide con lentes de basalto macizo, como se puede observar en la figura 11.

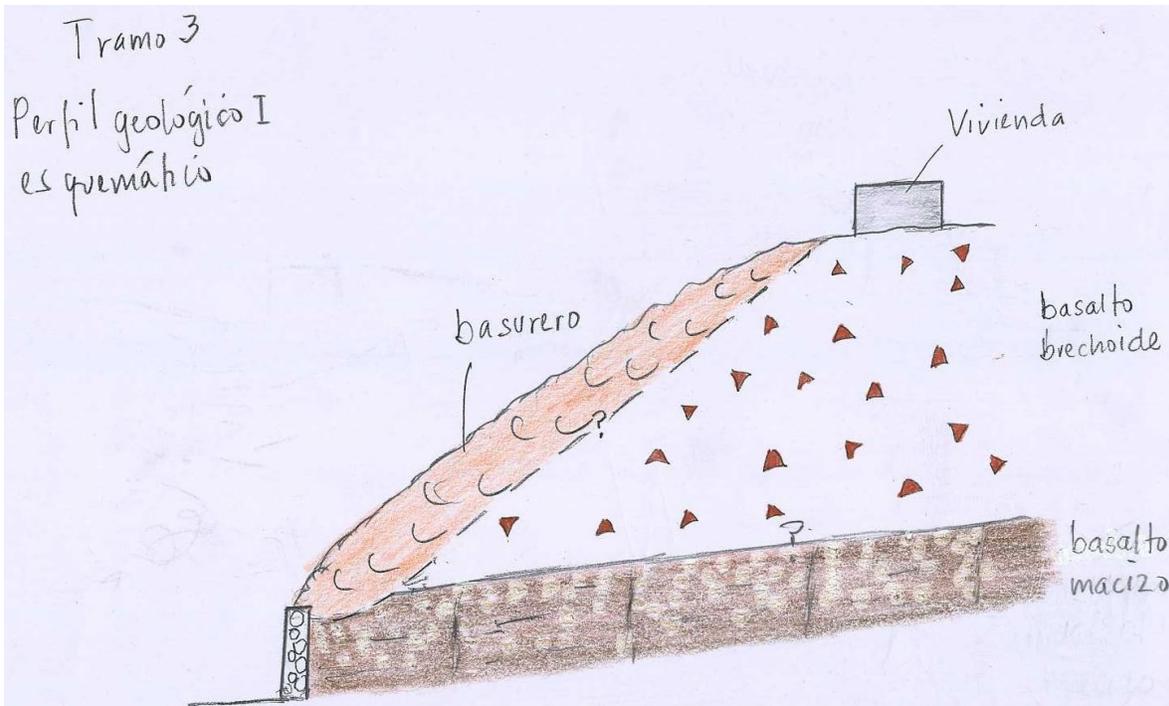


Figura 11. Perfil geológico observado en el tramo 3.

En la corona se tiene un muro de concreto desplantado sobre mampostería pobremente cementada, estando en riesgo dos viviendas, una sobre una oquedad y otra sobre escoria volcánica que se está erosionando, como se observa en la figura 12.



Figura 12. Detalle del apoyo del muro de concreto tramo 3.

En el tramo 3 la erosión del basalto brechoide y de la escoria volcánica favorece su desprendimiento y la eventual caída de bloques y fragmentos; la erosión también está formando oquedades en los desplantes de las viviendas de la corona del Cantil y en el muro de concreto que colinda con el tramo 2.

La descarga de agua pluvial proveniente de la calle Cerrada Antonio Castro Leal se deberá encauzar al sistema de alcantarillado, ya que la eventual infiltración de escurrimientos podría generar empujes hidrostáticos sobre el Cantil, reduciendo así su estabilidad.

### Tramo 7.

El tramo 7 se ubica a espaldas de la manzana delimitada por las calles de Pistaches, 2ª Cda. de Pistaches y 3ª Cda. de Pistaches, tiene una longitud aproximada de 35.0 m y una altura promedio de 17.0 m, ver figuras 9 y 13.



Figura 13. Vistas frontales del tramo 5, 6 y 7.

Localmente se tienen en esta zona depósitos de basura que cubren parcialmente a los basaltos brechoides que sobreyacen a la escoria volcánica y las arenas.

Este tramo está ocupado en gran porción por otro basurero (parte izquierda de aproximadamente 25.0 m de longitud), en la mitad superior del Cantil se encuentra el basalto brechoide con un espesor de 3.0 a 5.0 m y protuberancias en forma de cuernos, algunas de las cuales son inestables en el extremo norte del tramo, debajo de él se observa una delgada capa de basalto macizo de un metro de espesor, que cubre una capa de escoria de 0.5 m de espesor, que descansa sobre una capa de ceniza de 1.0 a 2.0 m de espesor, ver figura 14.

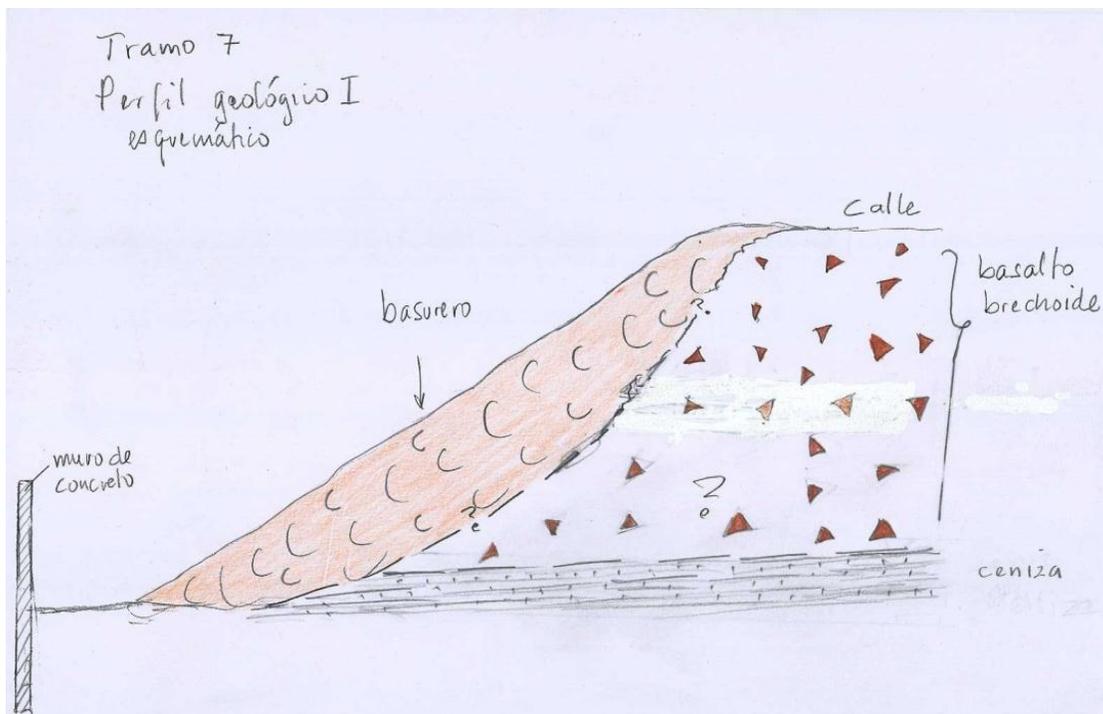


Figura 14. Perfil geológico del tramo 7.

### Tramo 13.

Se localiza en la parte sureste del Cantil, en el pie del Cantil se encuentran las viviendas de la calle Cda. Bellota, el límite de las viviendas con el Cantil está definido por un muro de concreto; mientras que en la corona se encuentra la parte posterior de las viviendas de la calle Ranchito, separadas más de 5.0 m del hombro del Cantil, como se observa en la figura 9.

El tramo tiene una longitud aproximada de 45.0 m, una altura entre 6.0 y 18.0 m y su pendiente se suaviza. La superficie del Cantil está cubierta con basura y cascajo, sin embargo se observaron algunos afloramientos de roca. Sobre la corona del Cantil se encuentran algunos árboles.

La secuencia geológica observada, a pesar de la cantidad de basura que se ha arrojado, está constituida en la parte superior por un basalto brechoide con espesor de 3.0 a 5.0 m aproximadamente, el cual yace sobre una capa de basalto macizo que aflora en algunas porciones de la superficie del Cantil. En la parte inferior se detectaron las cenizas volcánicas cuyo espesor visible es del orden de 2.0 m, ver figura 15.

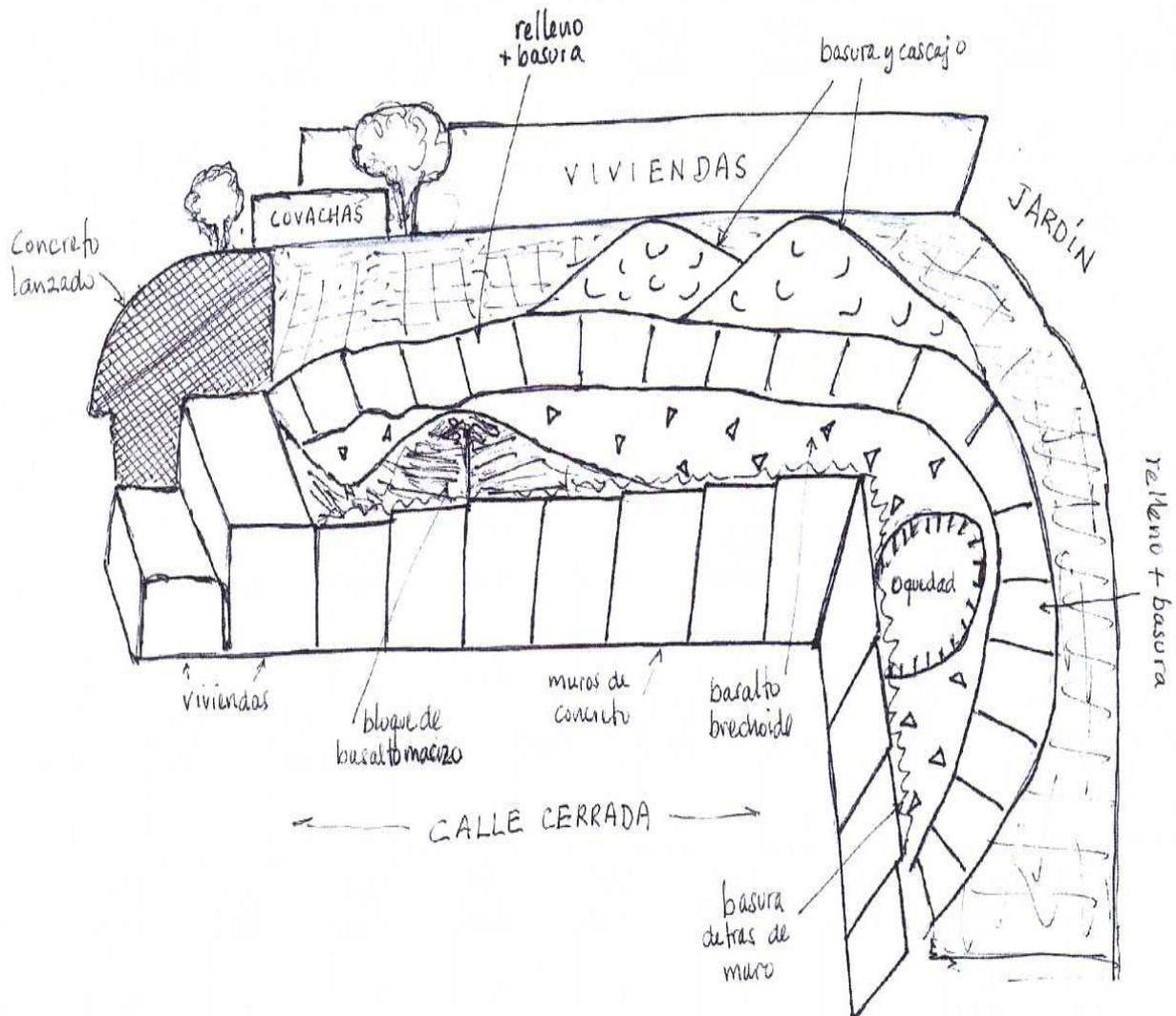


Figura 15. Perfil geológico observado físicamente en el tramo 13.

Las inestabilidades en el Cantil se identifican por la presencia de frentes rocosos con pendiente negativa así como bloques o cuñas sostenidos por la fricción entre planos de fracturamiento, que pueden presentar deslizamiento, volteo, desprendimiento o un mecanismo combinado. En ocasiones existen bloques sueltos sobre la cara del Cantil, con rodamiento potencial y proyección pendiente abajo.

El Cantil, en general, está sometido a un mecanismo de falla que consiste en la caída de bloques de roca como consecuencia de la falta de sustento como ocurre cuando se erosionan las cenizas volcánicas, como se observa en las figura 16.



Figura 16. Vista frontal del tramo 13.

#### Tramo 14.

Se localiza en la parte sureste del Cantil. En el pie del Cantil se encuentra la calle Camino Real; mientras que en la corona se encuentran las viviendas del final de las calles Cerrada de Otoño y Cerrada de Primavera, ver figuras 9 y 17.



Figura 17. Vista aérea del tramo 14.

El tramo tiene una longitud aproximada de 48.0 m, una altura promedio de 12.0 m. La superficie del Cantil, en su mitad inferior, está cubierta con gaviones de 1.0 ó 1.5 m<sup>3</sup> en su porción oriental y con un muro de mampostería del lado poniente; sobre los gaviones se encuentra una franja cubierta con zampeado que se observó fracturado; en la corona se observa el macizo rocoso con algunas salientes.

En la calle Cerrada de Otoño el agua pluvial carece de encauzamiento hacia el drenaje y descarga directamente sobre la superficie del Cantil; por su parte en la calle Cerrada Primavera el agua pluvial es dirigida hacia el drenaje de la calle Camino Real a través de dos tubos verticales sobre la superficie de los gaviones.

La secuencia geológica está constituida en la parte superior por una capa de basalto brechoide con espesor de 3.0 m aproximadamente, sobre una capa de basalto macizo fracturado con espesor del orden de 3.0 m, se detectó que yace sobre una capa delgada de escoria de 50.0 cm de espesor aproximadamente que se encuentra

cubierta por el zampeado, finalmente las cenizas volcánicas están protegidas con los gaviones, como se observa en la figura 18.



**Figura 18. Muro gavión del tramo 14.**

El Cantil está sometido a un mecanismo de falla que consiste en la caída de bloques de roca como consecuencia de la falta de sustento, como ocurre cuando se erosionan las cenizas volcánicas, ver figura 19.

De acuerdo a las observaciones geológicas y las morfologías de estos tramos se aprecia que básicamente tienen congruencia en su formación y alcance de riesgo: desprendimientos menores, taludes suaves y con construcciones alejadas razonablemente de la corona del talud, o con algunos trabajos previos para evitar el desprendimiento de material que forma el talud, por lo que se catalogaron como zonas de bajo riesgo. En capítulos posteriores se define a detalle las actividades y trabajos ejecutados así como los materiales utilizados y el criterio estructural utilizado.

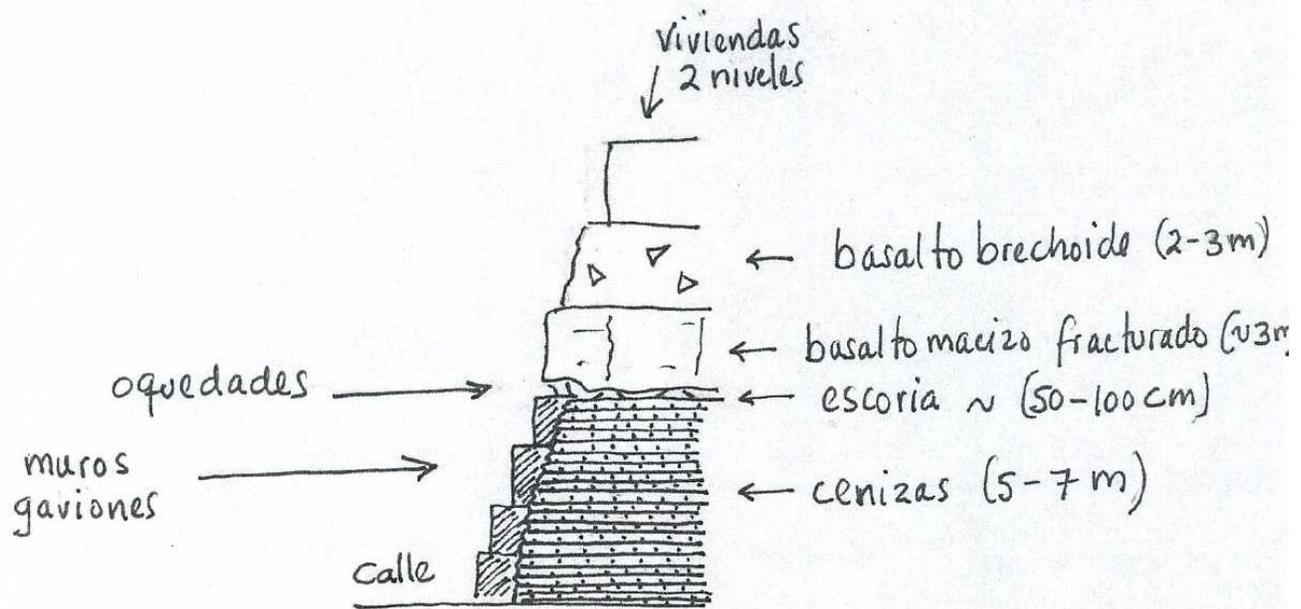


Figura 19. Perfil geológico observado en el tramo 14.

### 2.2.2. Zonas de mediano riesgo.

En estas zonas se encuentran principalmente con problemas de desprendimiento de material relativamente grande de basalto macizo y de materiales sueltos de tamaño considerable, los cuales afectan directamente a la población, vehículos y el patrimonio de los colonos.

Los tramos considerados como de mediano riesgo son: 1, 2, 5, 6, 7, 15, 16, 17 y 18, como se observa en la figura 20.

En estas zonas (mediano riesgo) se colocaron mallas de triple torsión con cables de acero galvanizado integrado (malla tipo Maccaferri) que incrementan la capacidad de retención de los materiales sueltos, tanto los de tamaño ligero como los de tamaño mediano.



## Tramo 1.

El tramo 1 se localiza en la cara oriente del talud, como se observa en la figura 20, colindando con la calle Cerrada de Plata y 3 viviendas particulares, tiene una longitud aproximada de 50.0 m y una altura promedio de 11.0 m.

En la figura 21, se muestran 2 de las 3 zonas en las que se ha dividido el tramo 1, que corresponden a la parte posterior de la casa que se encuentra en la cabecera de la Cda. de Plata, zona izquierda; la parte que se encuentra al fondo de la calle, donde se observa el muro de contención y donde no se tienen viviendas, parte central.



Figura 21. Vista frontal del tramo 1.

El tramo 1 se caracteriza por una secuencia de basaltos brechoides, basaltos masivos fracturados, escoria volcánica que ha sido erosionada en algunos tramos y arena, presentando el tramo algunos bloques inestables. Por las condiciones locales se ha subdividido en tres subtramos, siendo la zona central la más crítica, ya que se observa que la base del macizo de basalto se encuentra con una inclinación desfavorable, ver figuras 22 y 23.

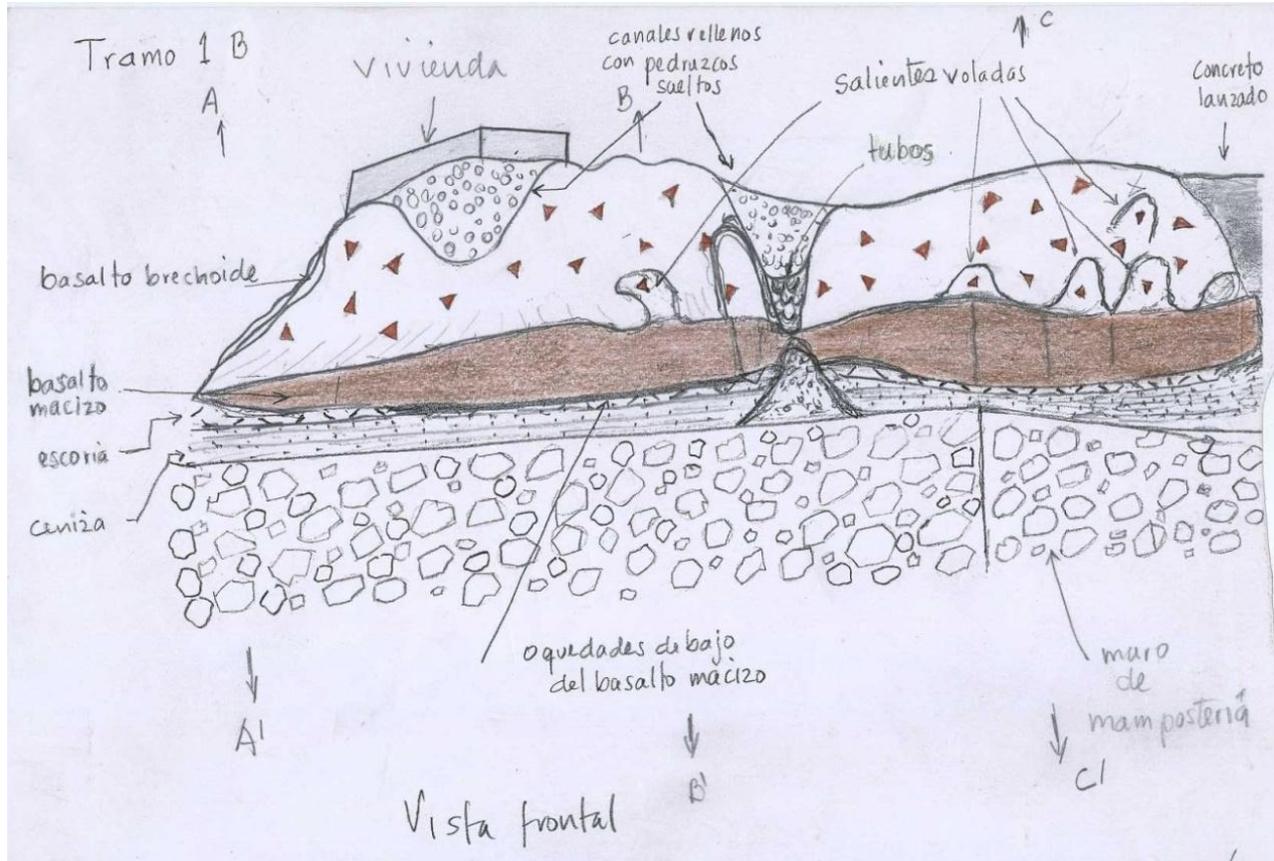


Figura 22. Distribución de los 3 subtramos observados físicamente en el tramo 1.

Este tramo se encuentra formado por una capa de 2.0 a 3.0 m de espesor de basalto brechoide con protuberancias, una capa de 1.0 m de basalto macizo fracturado, y una capa delgada de escoria volcánica de 0.5 m de espesor, a lo largo de la cual se pueden ver algunas oquedades producto de la caída de fragmentos de escoria y, finalmente, debajo de esta capa se tiene una ceniza volcánica de 2.0 m de espesor.

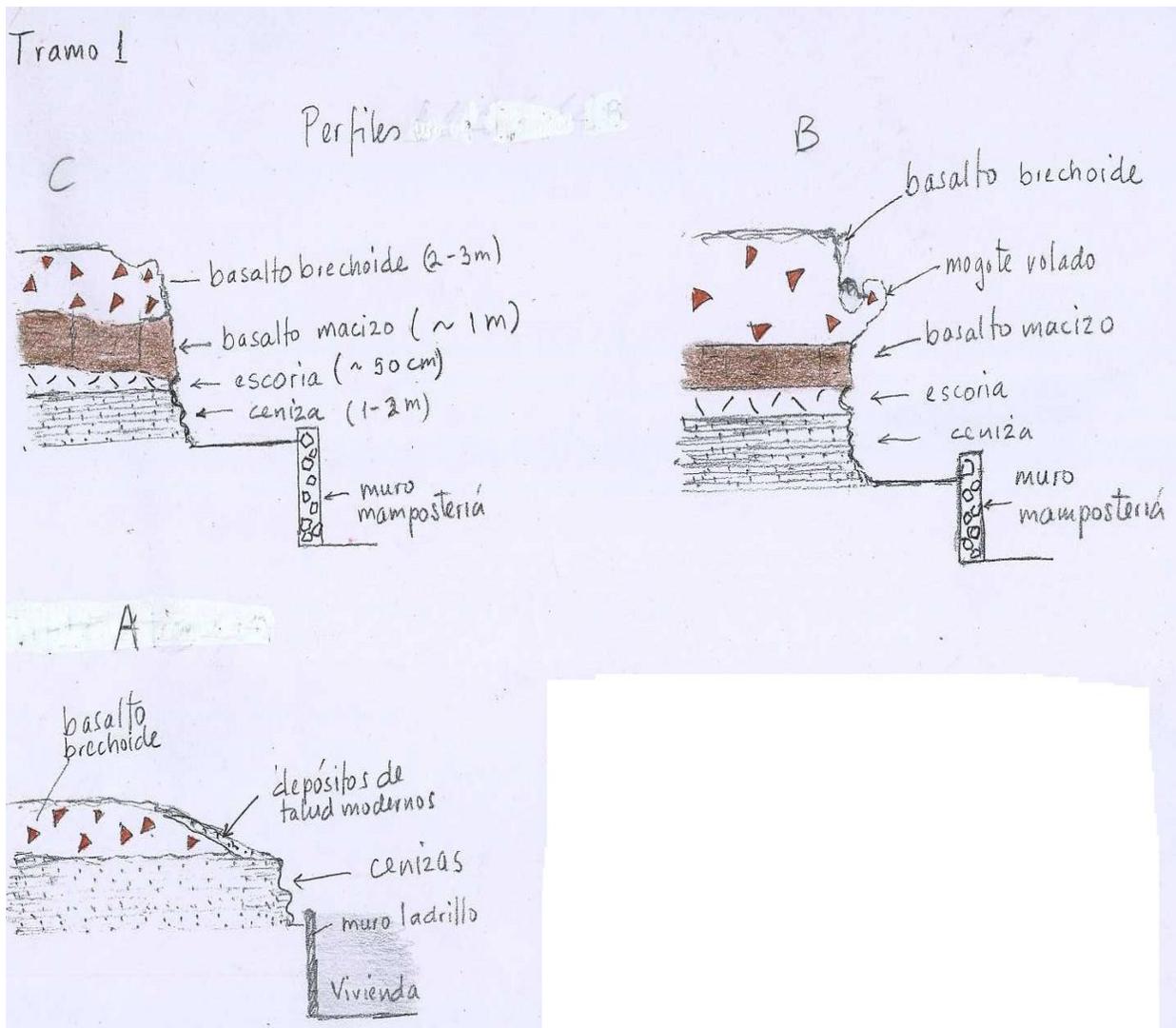


Figura 23. Perfiles geológicos de los 3 subtramos, observado en el tramo 1.

## Tramo 2.

El tramo 2 se ubica en el costado de las 3 viviendas que se localizan en la esquina formada por las calles Joronquillo y Pistaches, tiene una longitud aproximada de 20.0 m y una altura promedio de 15.0 m, como se puede observar en la figura 20.

El tramo 2 se encuentra cubierto por concreto lanzado, ver figura 10, con la misma secuencia geológica que el tramo 1, siendo la diferencia el concreto lanzado con malla electro soldada que confina los materiales del talud, sin embargo, bajo el concreto lanzado hay separación entre el contacto de uno y otro material.

En la figura 24, se presenta el perfil geológico del sitio.

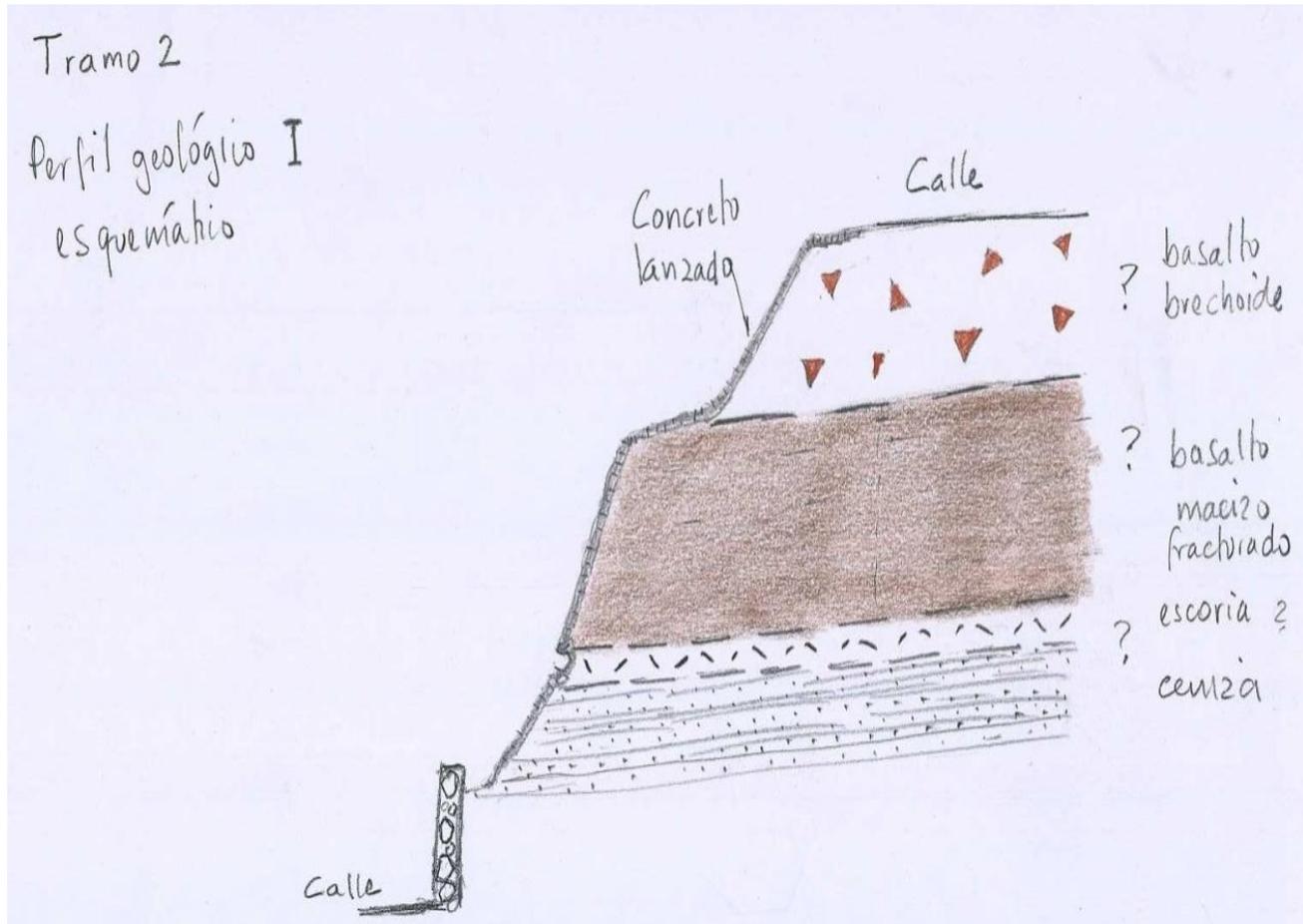


Figura 24. Perfil geológico observado físicamente en el tramo 2.

### Tramo 5.

El tramo 5, como se observa en las figuras 13 y 20, se localiza en la parte posterior de la última casa de la 1ª Cda. de Pistaches y la cabecera de la misma calle, tiene una longitud aproximada de 25.0 m y una altura promedio de 14.0 m.

Esta zona se caracteriza por un macizo basáltico fracturado en la parte superior con bloques potencialmente inestables, que sobreyace al basalto brechoide y a la arena.

Del macizo rocoso se aprecia sólo el extremo norte formado por basalto macizo de 3.0 a 3.5 m de espesor, cubierto por cenizas volcánicas mayores de 2.0 m de espesor y hacia el sur se encuentra cubierto por basalto brechoide, ver figura 25.

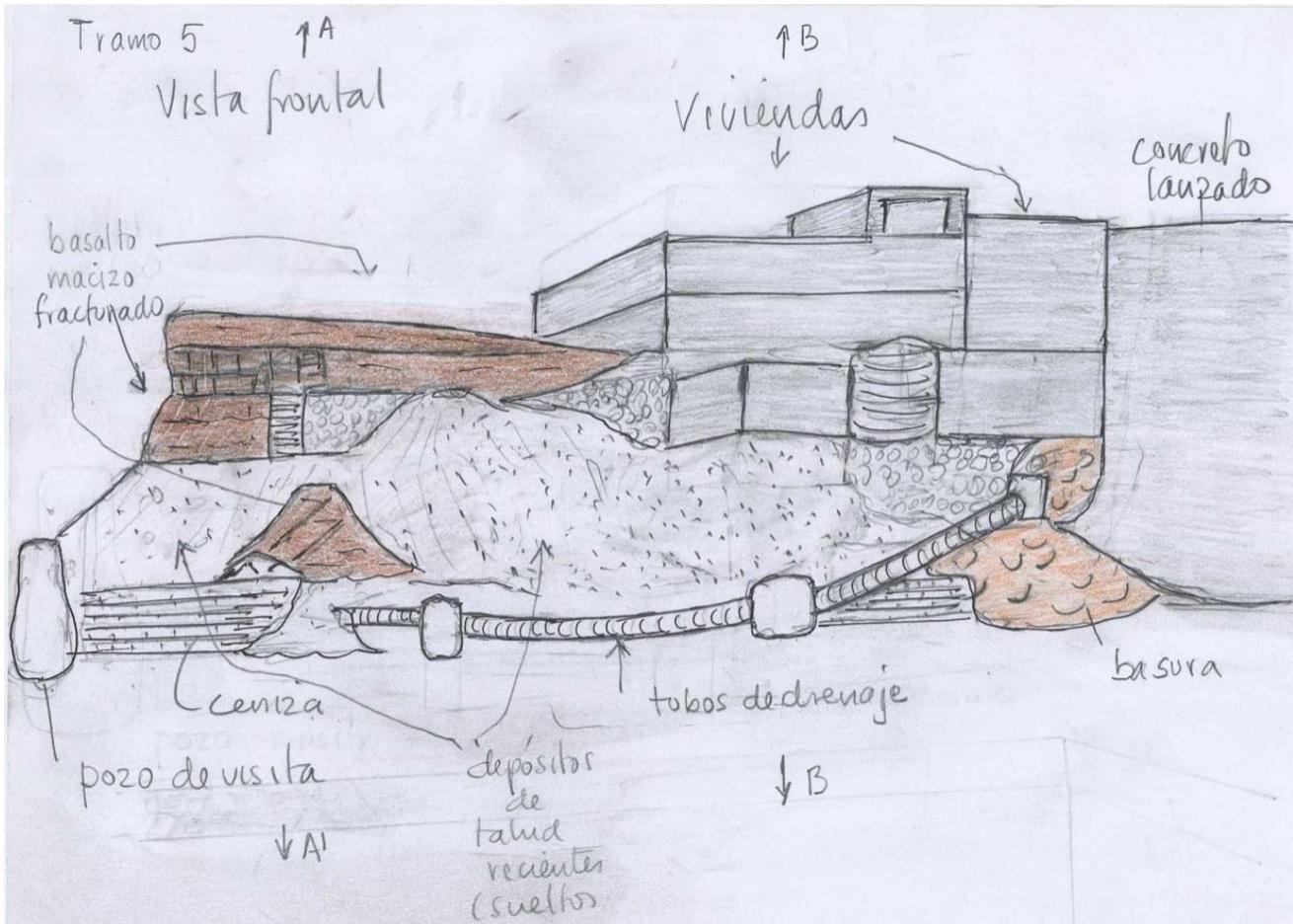


Figura 25. Perfil geológico observado físicamente en el tramo 5.

Entre los problemas detectados en el tramo 5, destacan los bloques inestables del macizo basáltico, que ponen en riesgo a las viviendas localizadas al pie del talud.

### Tramo 6.

El tramo 6 se ubica a espaldas de la manzana delimitada por las calles de Pistaches, 1ª Cda. de Pistaches y 2ª Cda. de Pistaches, tiene una longitud aproximada de 30.0 m y una altura promedio de 14.0 m, ver figuras 13 y 20.

Esta zona presenta concreto lanzado en la parte superior cubriendo el basalto brechoide de 5.0 m de espesor con una pendiente poco pronunciada, basalto macizo de 2.0 m de espesor, capas de escoria volcánica en la parte baja y un estrato de

cenizas volcánicas en la base del talud, así como la acumulación de basura en la parte inferior, ver figura 26.

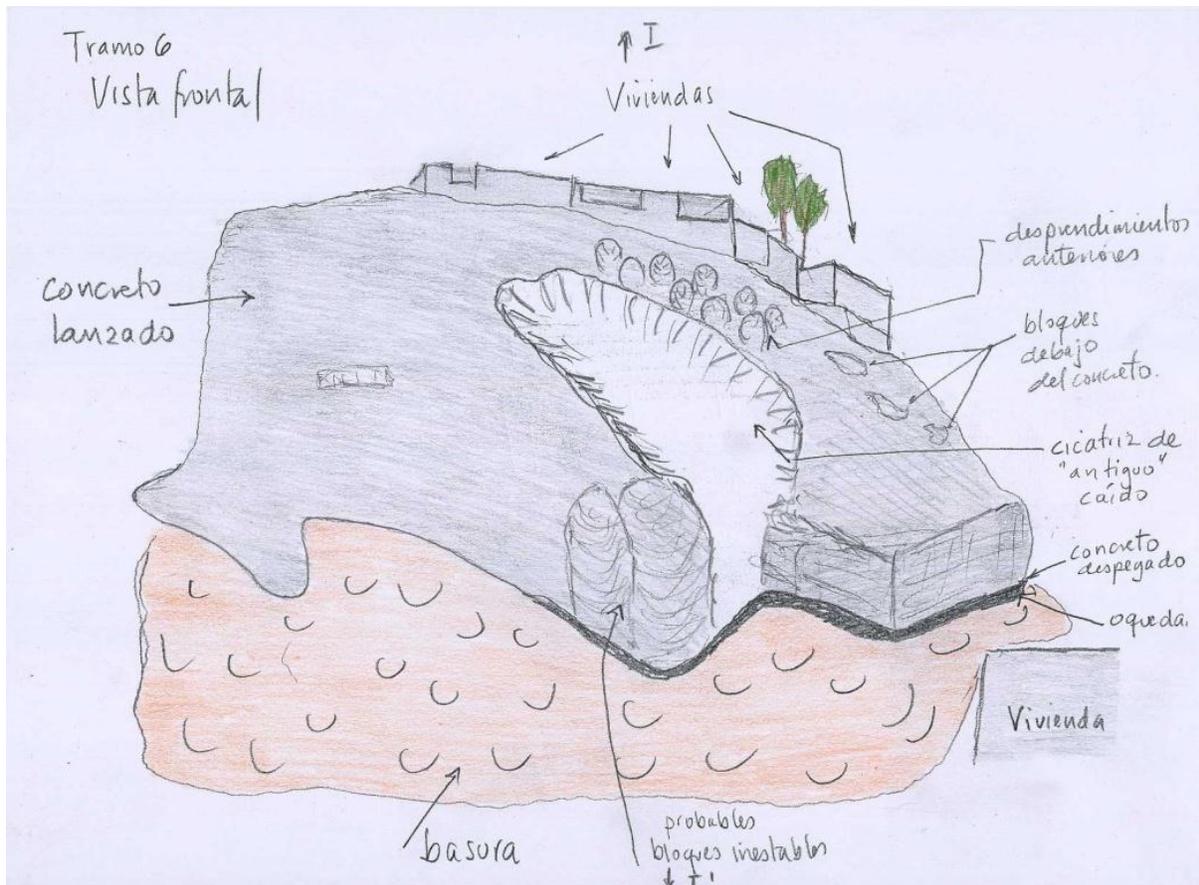


Figura 26. Vista frontal del tramo 6.

### Tramo 7.

Los datos de ubicación y geológicos de esta zona están remitidos en la clasificación de bajo riesgo. Este tramo se consideró igualmente en riesgo medio debido a su estratigrafía y condiciones actuales, pero no se repite la información en este apartado, ver figura 13.

### Tramo 15.

Se localiza en la parte sur del Cantil. En el pie del Cantil se construyó un vaso regulador de agua pluvial cuyo acceso es por la calle Camino Real. Mientras que en la corona se encuentran las viviendas de la calle Consejo Urbano, del lado sur poniente; y en el lado suroriente, las viviendas de la calle Cerrada de Otoño, ver figura 20.

El tramo tiene una longitud aproximada de 100.0 m y altura promedio de 16.0 m, ver figura 27. Se caracteriza por presentar un macizo de roca fracturada en la corona que yace sobre estratos erosionables con espesor de más de 7.0 m.



Figura 27. Vista frontal del tramo 15.

Se observó que el espacio entre el Cantil y el muro de concreto es utilizado como tiradero de basura.

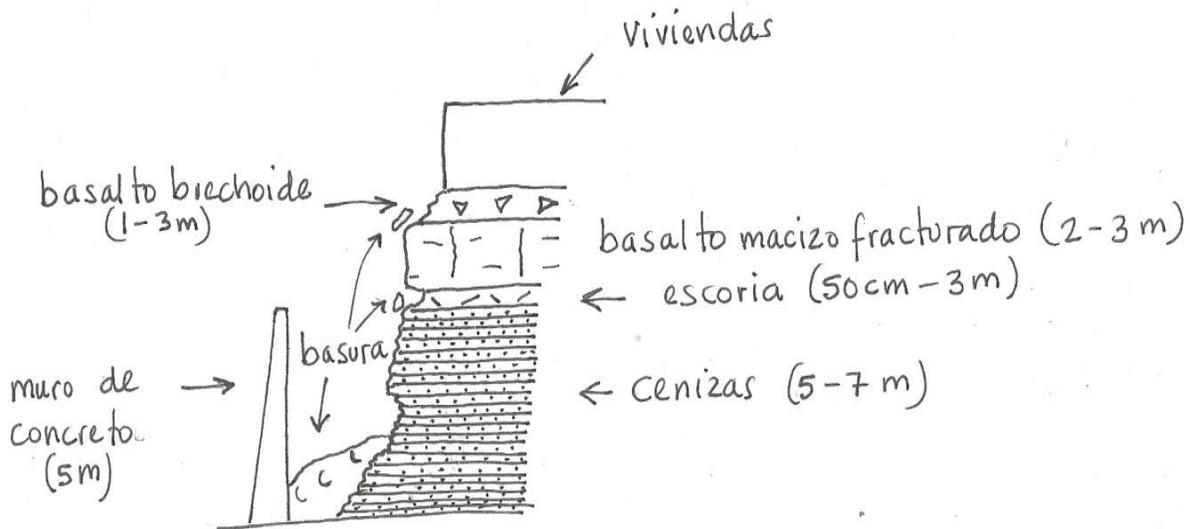
La secuencia geológica observada está constituida en la parte superior por una capa de basalto brechoide con espesor de 1.0 a 3.0 m, debajo una capa de basalto macizo con espesor de 2.0 a 3.0 m, que yace sobre la escoria volcánica cuyo espesor es de 1.0 a 3.0 m, que a su vez se encuentra sobre las cenizas volcánicas cuyo espesor visible es hasta de 7.0 m.

Además de lo escarpado del Cantil en esta zona, se tiene la problemática que existen casas en la corona, pegadas al talud y apoyadas directamente sobre la escoria volcánica.

Este tramo se encuentra en la parte más baja, por lo que aquí llega una cantidad de agua residual y de lluvia considerable hasta una pequeña represa formada por unos muros de concreto armado de 5.0 m de altura.

El problema en este tramo son las cenizas volcánicas en la base, las cuales al tender a erosionarse restan soporte a la secuencia superior del basalto macizo y brechoide.

Las inestabilidades en el Cantil se identifican por la presencia de frentes rocosos con pendiente negativa, así como bloques o cuñas sostenidos por la fricción entre planos de fracturamiento, que pueden presentar deslizamiento, volteo, desprendimiento o un mecanismo combinado, como se observa en la figura 28. En ocasiones existen bloques sueltos sobre la cara del Cantil, con rodamiento potencial y proyección pendiente abajo.



Tramo 15. Perfil geológico I

Figura 28. Perfil geológico observado en el tramo 15.

El Cantil, en general, está sometido a un mecanismo de falla que consiste en la caída de bloques de roca como consecuencia de la falta de sustento como ocurre cuando se erosionan las cenizas volcánicas. En el tramo 15 la erosión de la escoria y de la ceniza eventualmente podría dejar sin sustento a los bloques superiores de basalto.

### Tramo 16.

El tramo 16 se inicia en la esquina de Camino Real y Frambuesa y termina en donde dobla la calle y principia el Vaso de Regulación, donde se ubican 8 viviendas en la corona del Cantil y dos más en su pie, tiene una longitud aproximada de 100.0 m y una altura promedio de 16.0 m, ver figuras 20 y 29.



Figura 29. Vista frontal del tramo 16.

Localmente se tienen en esta zona basaltos brechoides con espesores de 2.0 a 3.0 m, subyacidos por bloques de basalto masivo fracturado con espesores de 3.0 a 5.0 m que se apoyan sobre un estrato de escoria volcánica de 1.0 a 3.0 m de espesor que sobreyacen a las arenas ligeramente cementadas (ceniza volcánica), que tienen de 5.0 a 7.0 m de altura en el Cantil, teniéndose en su pie, depósitos de basura que cubren

parcialmente a la escoria volcánica y las arenas. Las viviendas en este tramo son las más rudimentarias y por lo tanto las más vulnerables, los estratos geológicos se observan en la figura 30.

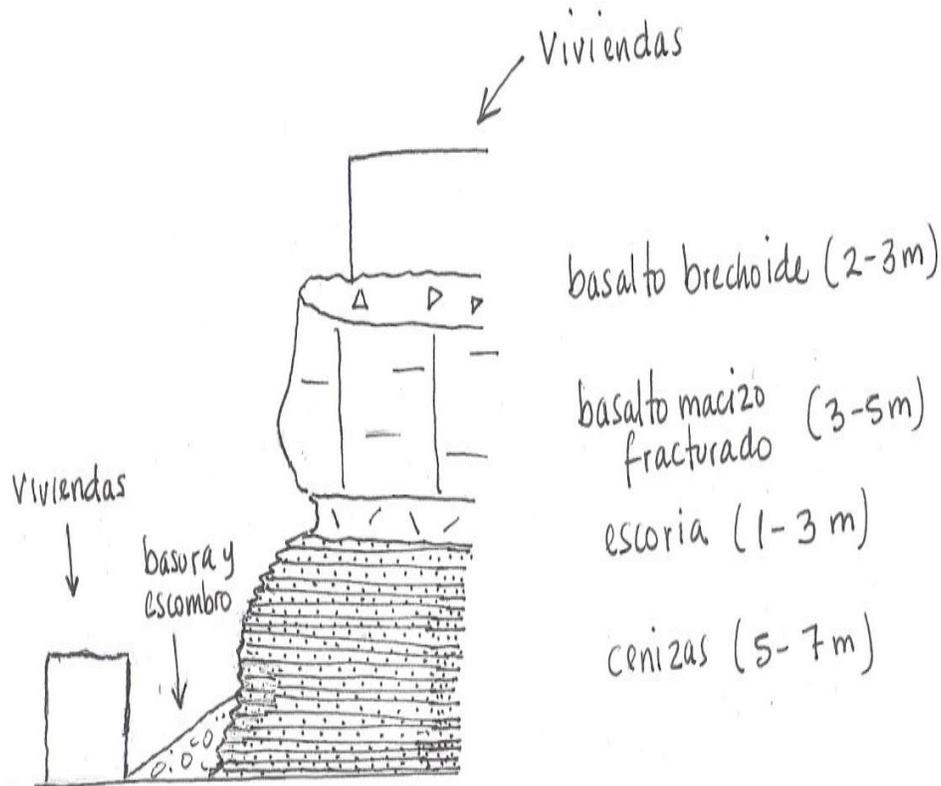


Figura 30. Perfil geológico observado en el tramo 16.

### Tramo 17.

El tramo 17 se ubica sobre la calle de Manuel Acuña, entre la Secundaria N° 306 y la esquina con la calle de Frambuesa, a la altura de las escaleras que comunican la parte alta con la parte baja del Cantil, tiene una longitud aproximada de 95.0 m y una altura promedio de 11.0 m, ver figuras 20 y 31.

Localmente se tienen en esta zona depósitos de basura que cubren parcialmente a los basaltos brechoides que sobreyacen a la escoria volcánica y las arenas, existiendo un bloque potencialmente inestable en forma de laja de aproximadamente 3.0 x 2.0 x 1.5 m, se observa una delgada capa de basalto brechoide de 1.0 m de espesor en la cima, debajo de un basalto macizo fracturado de 3.0 m de espesor, descansando éste sobre una capa de basalto lajeado que se intercala con escorias, las cuales subyacen a una capa de ceniza volcánica de 5.0 m de espesor, ver figura 32.



Figura 31. Vista frontal del tramo 17.

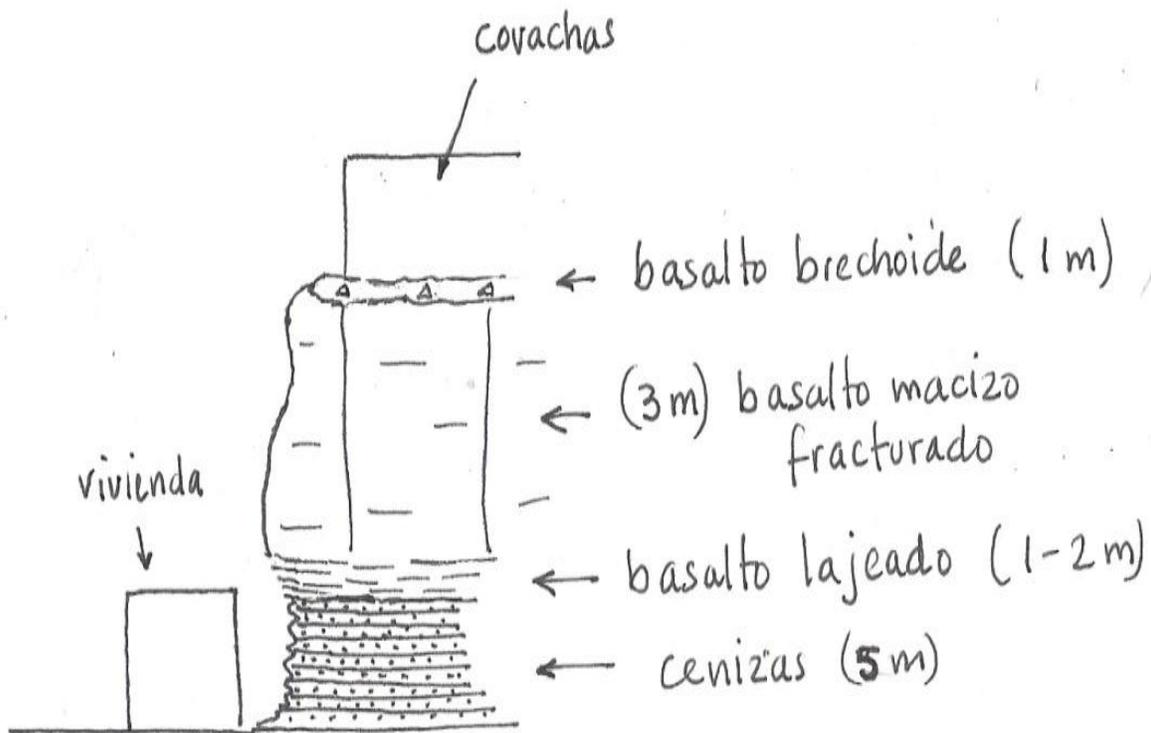


Figura 32. Perfil geológico en el tramo 17.

## Tramo 18.

El tramo 18 es sobre la calle de Manuel Acuña, frente a la Secundaria N° 306 “Manuel Acuña”, tiene una longitud aproximada de 90.0 m y una altura promedio de 12.0 m, en la corona se tiene una barda de concreto de 75.0 m de longitud y altura de 2.0 m, como se observa en las figuras 20 y 33.



Figura 33. Vista frontal del tramo 18.

En algunas zonas presenta depósitos de basura que cubren parcialmente a los basaltos brechoides que sobreyacen al basalto masivo fracturado, a la escoria volcánica y a las arenas, en la escoria volcánica presenta una fuerte erosión en la zona derecha que ha ocasionado cavidad de aproximadamente 3.0 x 2.0 x 2.0 m, así como tres caídos (fallas locales de talud) con ancho de 7.0, 5.0 y 3.0 m, en el pie del talud se tienen muros de mampostería como barreras de protección de la escuela. La capa superior de basalto brechoide tiene un espesor de 3.0 m cubierta por una capa irregular de basura y cascajo, esta capa de basalto brechoide cubre a una capa de 3.0 m de basalto macizo fracturado, la cual descansa sobre el estrato de escoria volcánica de 2.0 m donde finalmente se tiene un estrato de arena de 5.0 m de espesor, ver figura 34.

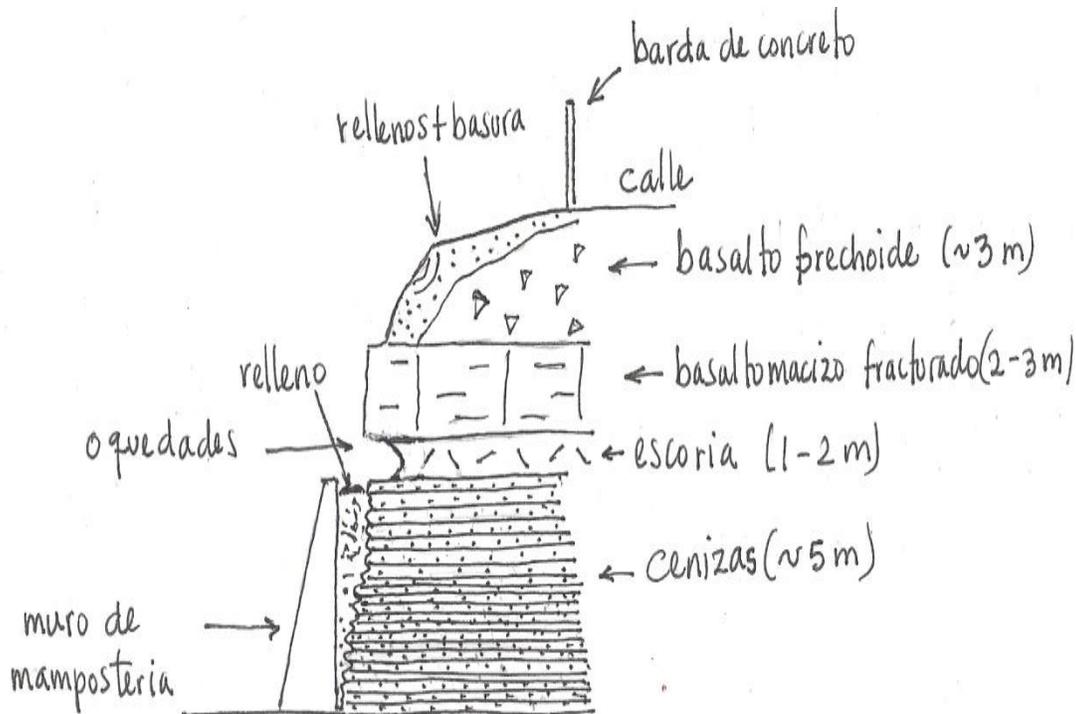


Figura 34. Perfil geológico observado en el tramo 18.

Las inestabilidades en estos tramos del Cantil se identifican por la presencia de frentes rocosos con pendiente negativa así como bloques o cuñas sostenidos por la fricción entre planos de fracturamiento, que pueden presentar deslizamiento, volteo, desprendimiento o un mecanismo combinado. En ocasiones existen bloques sueltos sobre la cara del Cantil, con rodamiento potencial y proyección pendiente abajo. Como ya se mencionó en repetidas ocasiones, el Cantil, en general, está sometido a un mecanismo de falla que consiste en la caída de bloques de roca como consecuencia de la falta de sustento como ocurre cuando se erosionan las cenizas volcánicas.

### 2.2.3. Zonas de alto riesgo.

Por último, en lo que se clasificó como alto riesgo se instalaron mallas de alta resistencia con protección contra la corrosión y, en algunos sectores se reforzaron con cables galvanizados (malla tipo Geobrugg). Estas zonas tienen una falla de inestabilidad en los bloques macizos de mayor dimensión, así como deslizamientos mayores que fueron los que dieron pie a la estabilización de todo el Cantil. Así mismo en estos tramos se tienen construcciones en la corona y en la base de los mismos, lo cual representa un riesgo eminente para la población y las estructuras existentes.

Los tramos considerados dentro de esta clasificación son el 1 (parcial), 4, 8, 9, 10, 11 y 12. Los cuales se describen en la figura 35.

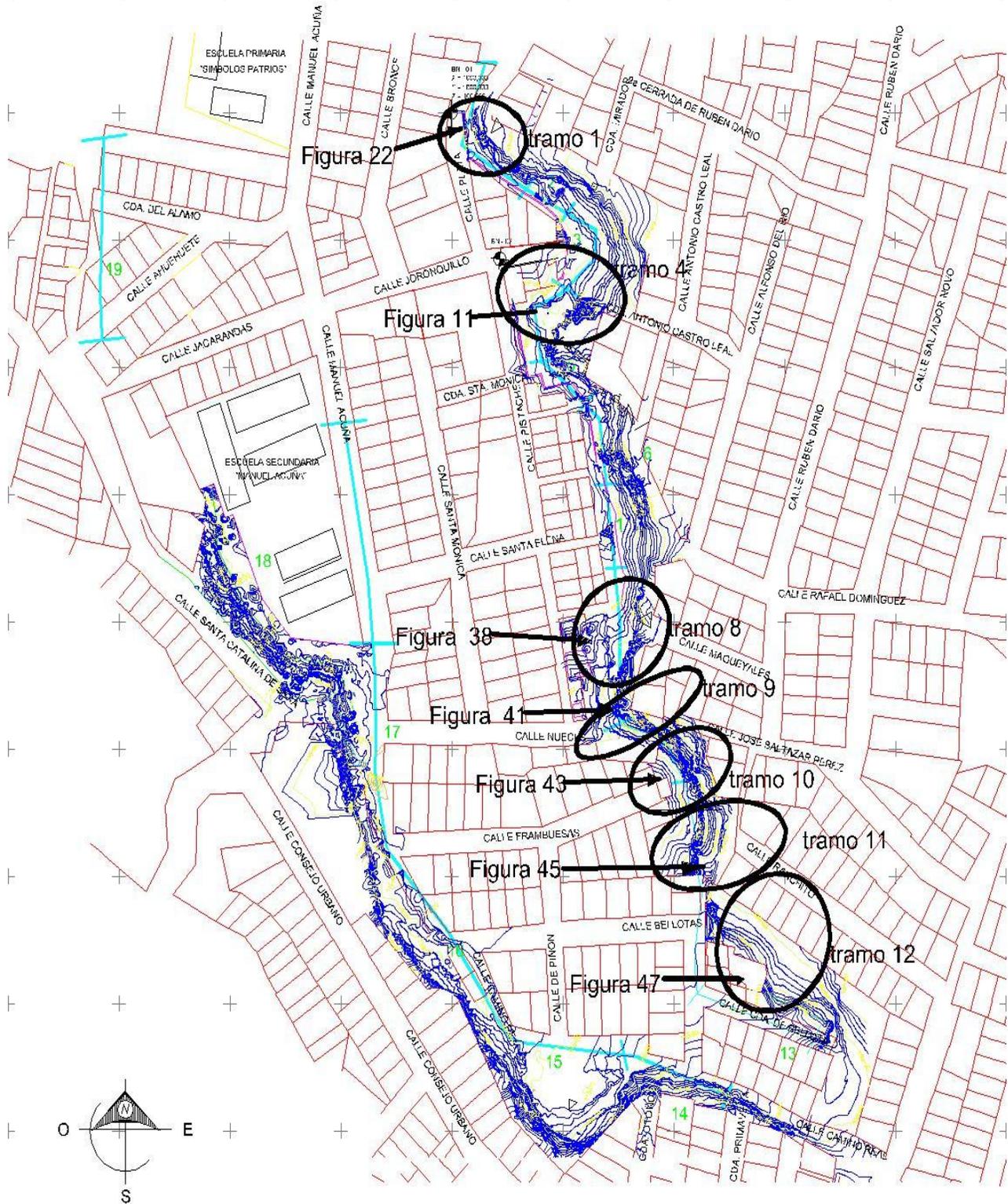


Figura 35. Localización de las zonas de alto riesgo en el tramo.

### Tramo 1.

Este tramo se describe en el apartado de bajo riesgo, ya que el 50% del mismo pertenece a este concepto y el otro 50% corresponde a un alto riesgo por las construcciones existentes en la corona y en la base del talud, ver figura 21.

### Tramo 4.

El tramo 4 colinda con la parte posterior de las viviendas localizadas en la esquina formada por las calles de Pistaches y 1ª Cerrada de Pistaches, tiene una longitud aproximada de 20.0 m y una altura promedio de 9.0 m, ver figuras 10 y 35.

El tramo 4 se caracteriza por un macizo de basalto fracturado, como se observa en las figuras 10 y 36, que sobreyace a un estrato de escoria volcánica, erosionado por el flujo de agua en la orilla izquierda (visto de frente), lo que ocasionó un desprendimiento y formó una cavidad, quedando en esta zona un bloque en voladizo. Este tramo está formado únicamente por basalto macizo que ocupa la cima del Cantil con unos 5.0 m de espesor, una delgada capa de escoria debajo de éste, y las cenizas que tienen un espesor de 1.0 y 2.0 m.

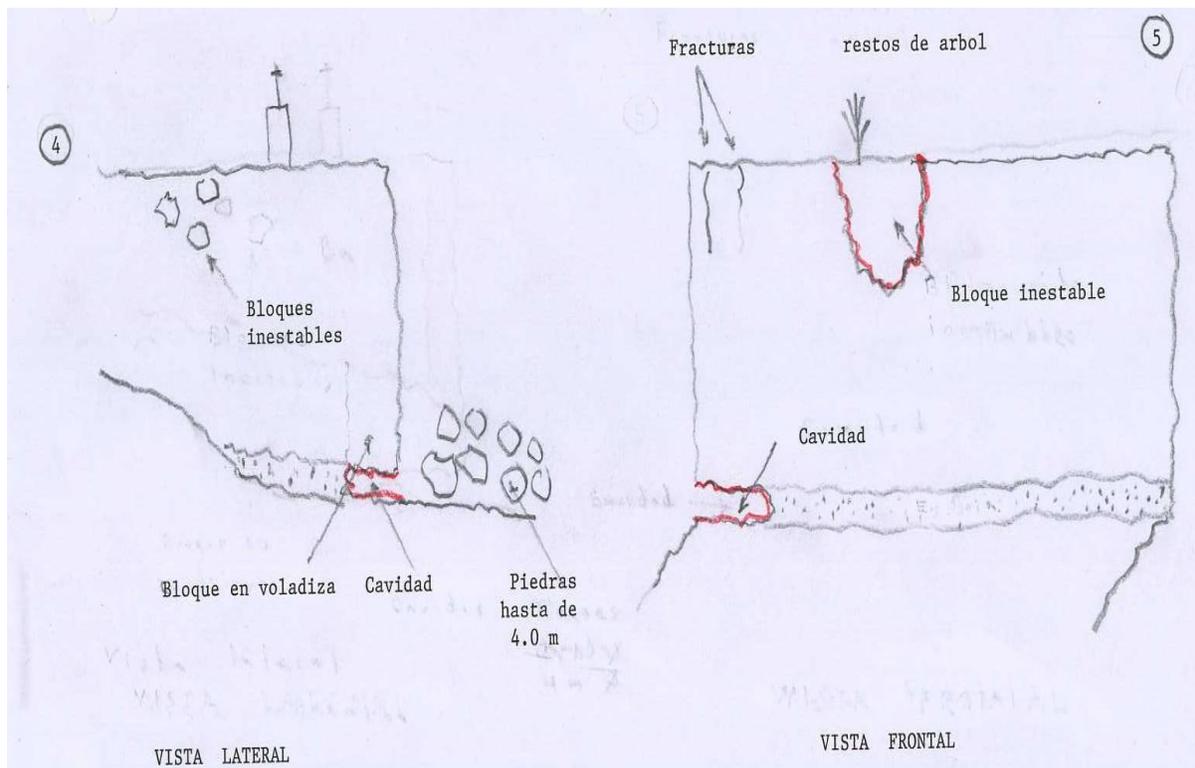


Figura 36. Estratos geológicos observados físicamente en el tramo 4.

## Tramo 8.

El tramo 8 se ubica a espaldas de las últimas 6 viviendas de la calle de Pistaches, zona que hace esquina con la calle de Nueces, como se observa en las figuras 35 y 37.



Figura 37. Vista frontal del tramo 8.

Este tramo se caracteriza por un macizo de basalto masivo fracturado que subyace a un estrato de escoria volcánica, erosionado por el flujo de agua, lo que ocasionó un desprendimiento al quedar el bloque en voladizo, ver figura 38.

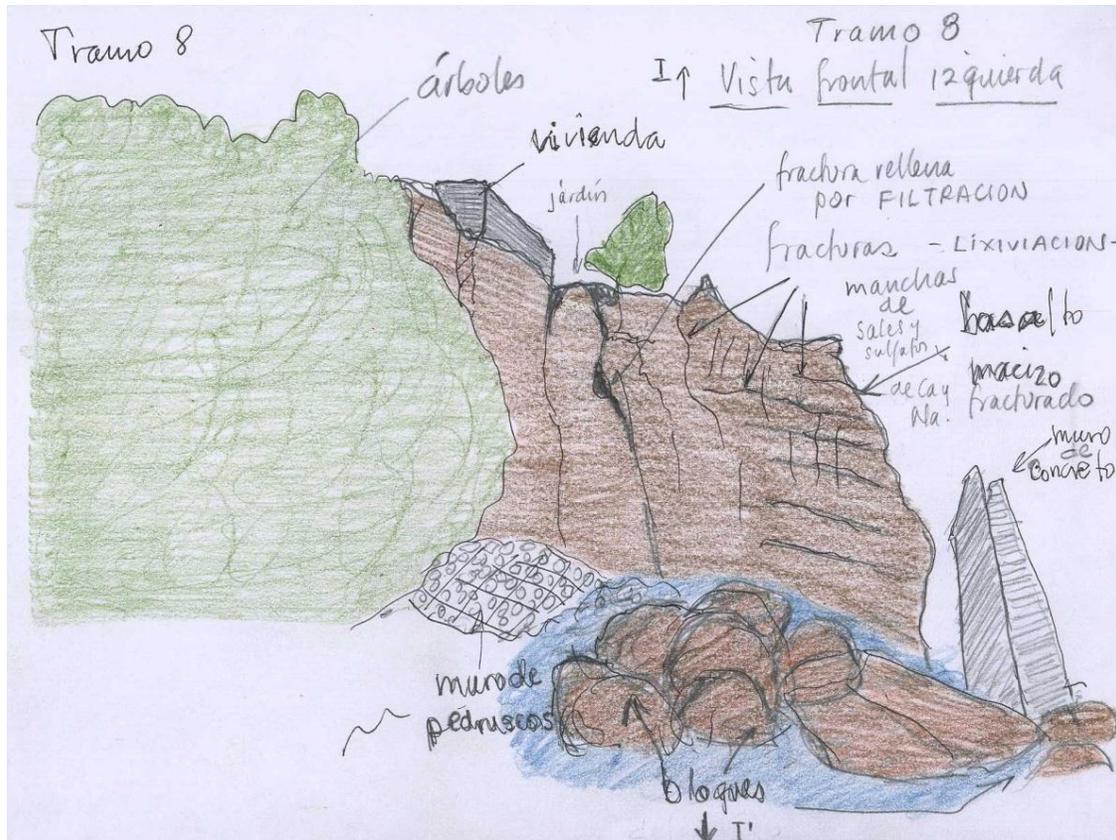


Figura 38. Perfil geológico observado físicamente del tramo 8.

## Tramo 9.

El tramo 9 se ubica en la cabecera de la calle de Nueces a espaldas de las últimas dos viviendas de la acera norte de la calle de Frambuesa, tiene una longitud de 20.0 m y una altura de 11.0 m promedio, ver figuras 35 y 40.

El tramo 9 se caracteriza por un macizo de basalto masivo fracturado que sobreyace a un estrato de escoria volcánica, erosionado por el flujo de agua y arenas ligeramente cementadas (ceniza volcánica). En la parte superior se tiene un basalto macizo fracturado de 4.0 a 5.0 m de espesor, el cual descansa sobre el estrato de escoria volcánica de 3.0 a 5.0 m, en este estrato también se encuentran algunas oquedades tubulares profundas y estratos delgados de basalto macizo, debajo de la escoria se encuentra una capa de ceniza volcánica de 2.0 m de espesor la cual no representa mayor problema. En este tramo se tienen bloques de hasta 20.0 m<sup>3</sup> o mayores que se pueden desprender, como se puede observar en la figura 39.

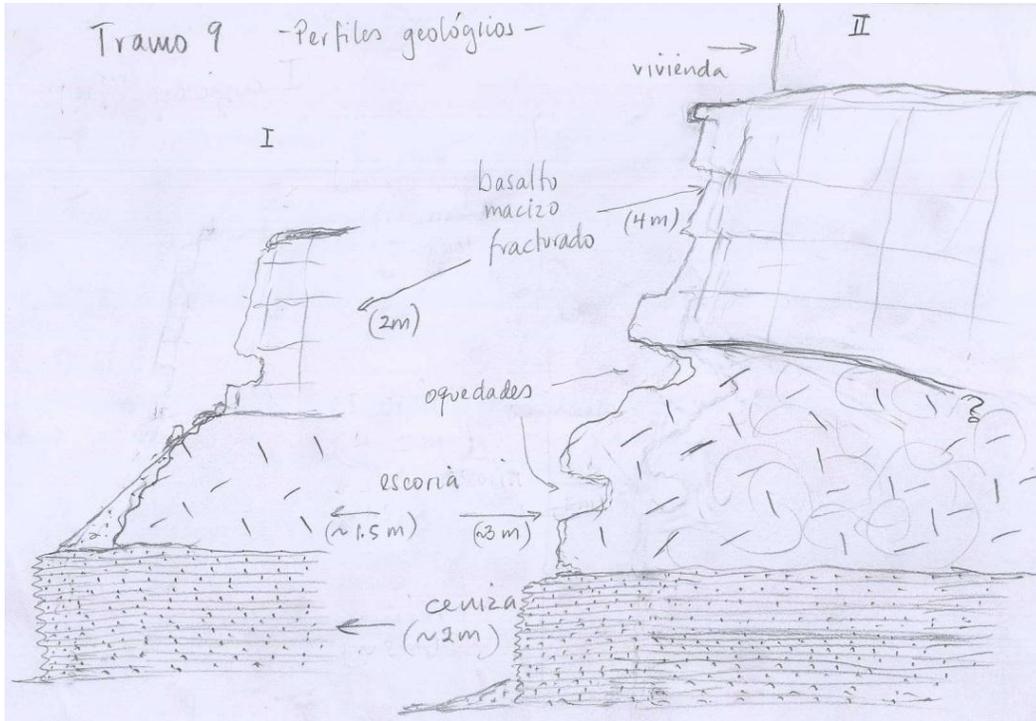


Figura 39. Perfil geológico observado en el tramo 9.

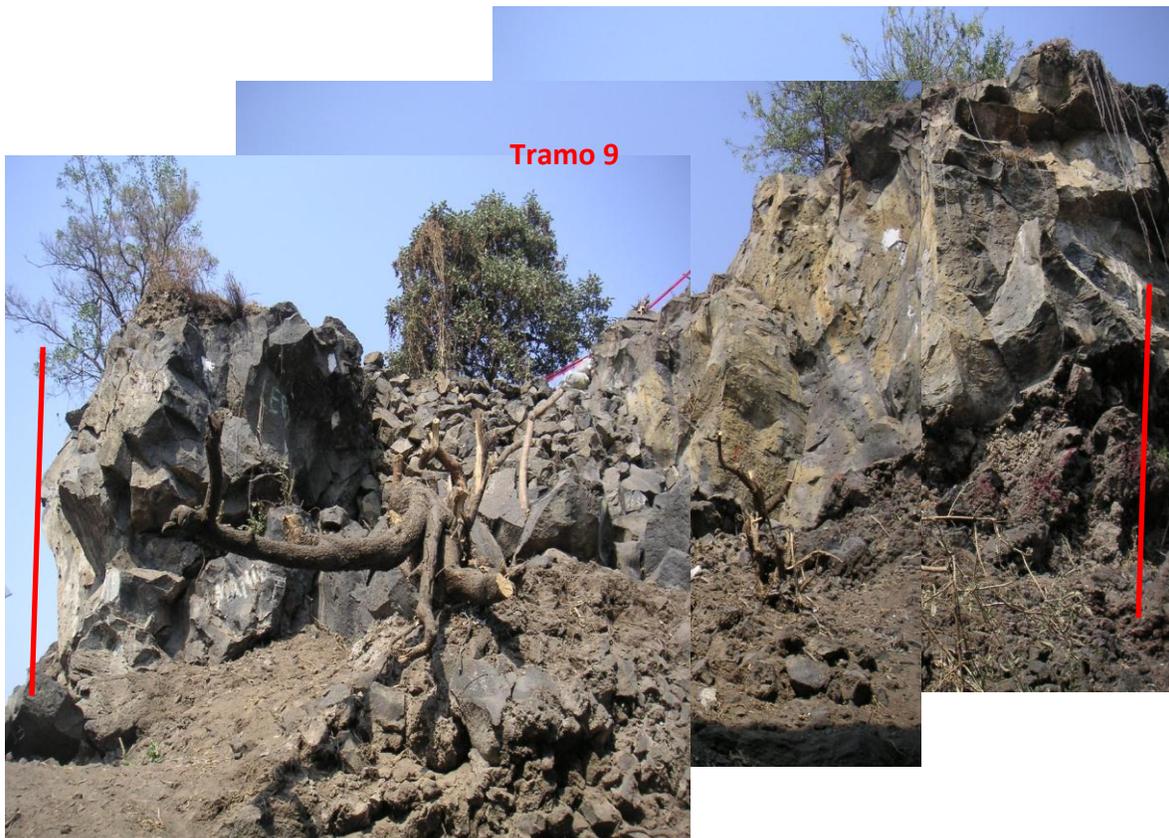


Figura 40. Vista frontal del tramo 9.

## Tramo 10.

El tramo 10 se ubica a espaldas de las tres casas localizadas donde termina la calle de Frambuesa, tiene una longitud aproximada de 15.0 m y una altura promedio de 13.0 m, ver figura 35.

Localmente se tienen en esta zona basaltos brechoides que sobreyacen a bloques de basalto masivo fracturado, escoria volcánica y arenas (ceniza volcánica), con la agravante que se tienen casas en la corona, como se observa en la figura 41.

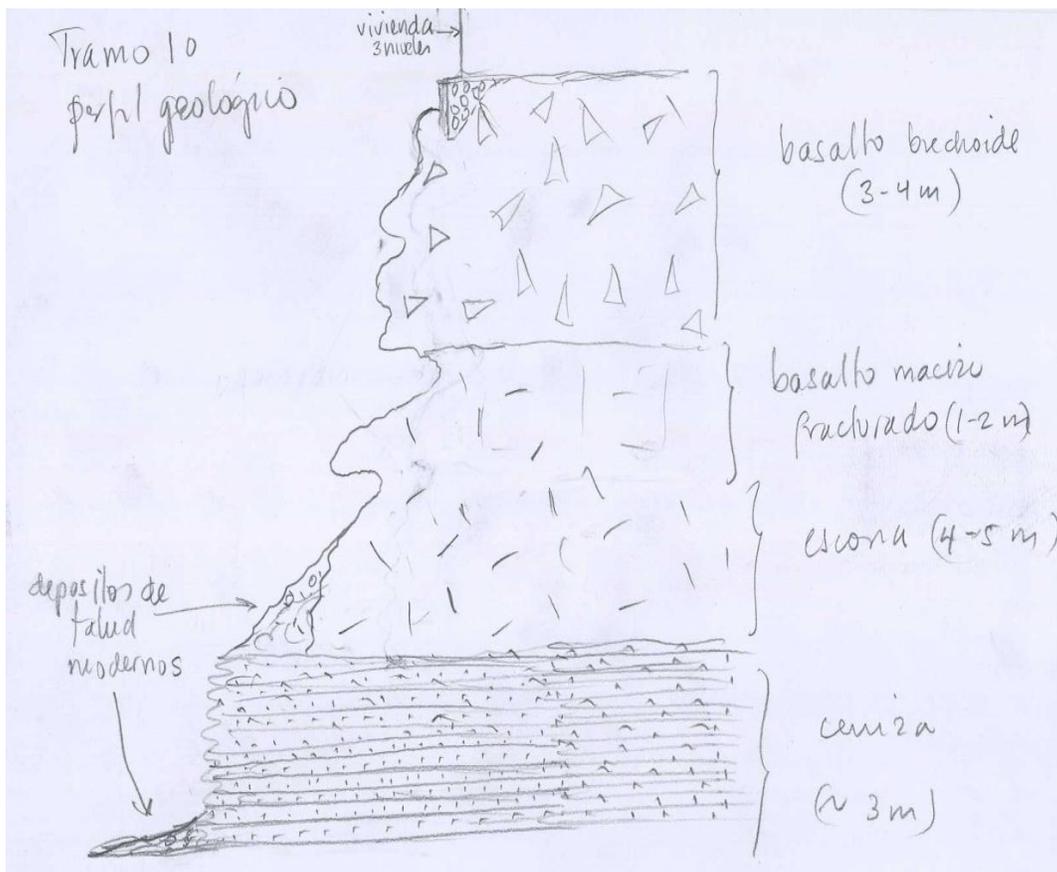


Figura 41. Perfil geológico observado en el tramo 10.

El perfil del Cantil tiene una forma irregular dado por las oquedades y protuberancias presentes en el basalto brechoide, ubicado en la parte superior del Cantil que presenta entre 3.0 y 4.0 m de espesor; las escorias de 4.0 a 5.0 m de espesor ubicadas bajo el basalto macizo de 1.0 a 2.0 m de espesor; y las cenizas volcánicas que tienen un espesor promedio de 3.0 m.

La altura que alcanza el Cantil, las irregularidades, la presencia de oquedades, los cuerpos inestables y la existencia de construcciones de hasta 3 niveles casi en el borde, ponen en riesgo el talud y las construcciones propias (figura 42).



Figura 42. Vista frontal del tramo 10.

### Tramo 11.

El tramo 11 se ubica a espaldas de la última casa de la calle de Frambuesa, del lado sur, tiene una longitud de 35.0 m y una altura promedio de 15.0 m, ver figura 35.

Este tramo es continuación del tramo 10, por lo cual presenta perfil geológico similar a dicho tramo, siendo la diferencia el basalto brechoide que no se encuentra en la corona de este tramo, ver figura 43.

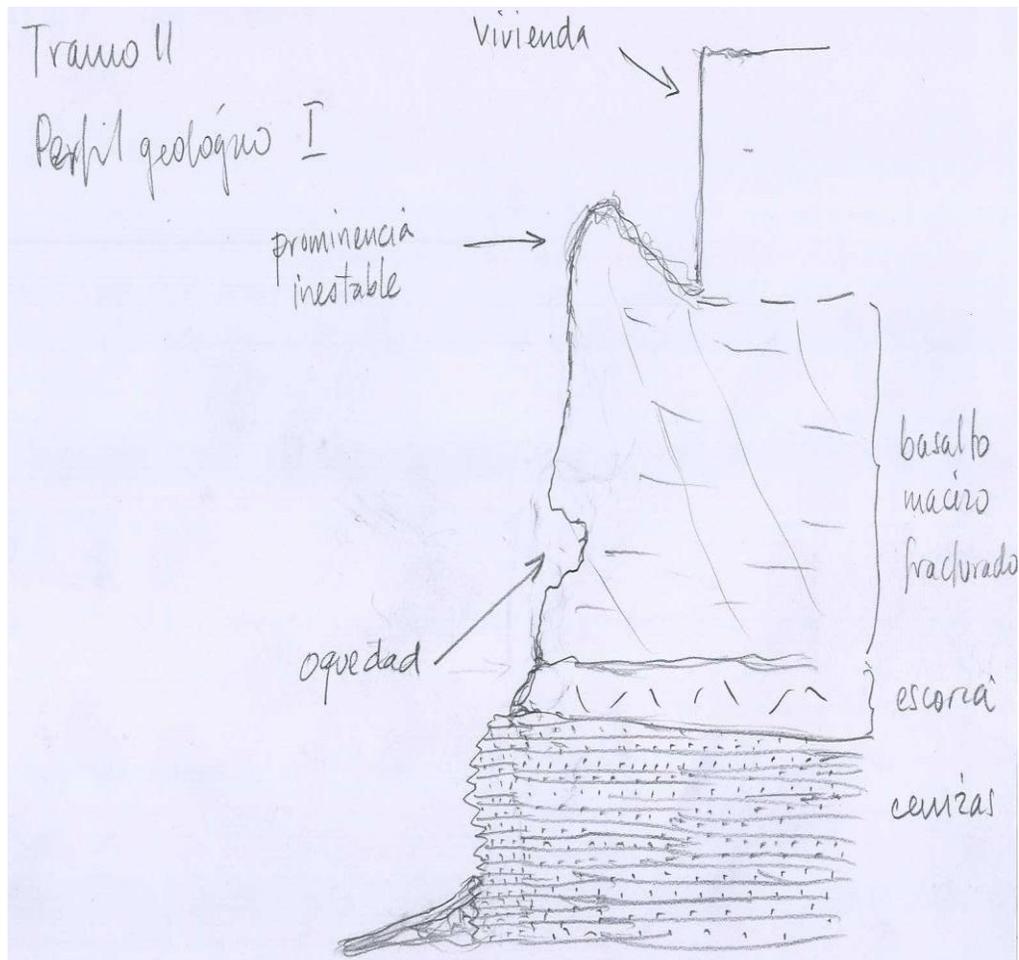


Figura 43. Perfil geológico observado en el tramo 11.

Como se observa en la figura 44, el Cantil presenta oquedades y protuberancias que, por la altura del mismo, son un riesgo para las viviendas que se encuentran al pie del talud, así mismo presentan un riesgo para las construcciones que se localizan en la corona de dicho Cantil.



Figura 44. Vista frontal del tramo 11.

### Tramo 12.

El tramo 12 se ubica a un costado de la última casa de la acera norte de la calle de Bellota, tiene una longitud aproximada de 25.0 m y una altura promedio del orden de 16.0 m, como se observa en las figuras 35 y 46.

El tramo 12 se encuentra cubierto por concreto lanzado, presumiblemente con la misma secuencia geológica que el tramo 11, con un gran bloque en voladizo sobre una casa de 4 niveles que se ubica al pie del talud, ver figura 45.

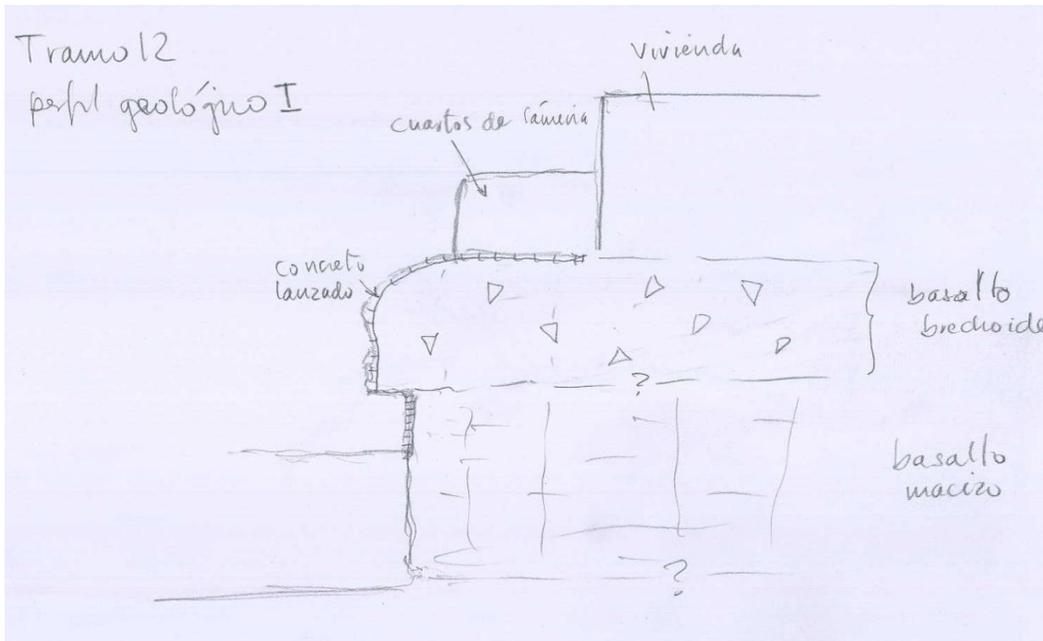


Figura 45. Perfil geológico observado físicamente en el tramo 12.



Figura 46. Vista frontal del tramo 12.

Las soluciones ejecutadas son actualmente las más confiables para la estabilización de cortes y taludes en rocas, por ello han sido adoptadas en muchos países para problemas similares, pero se debe advertir que su efectividad está condicionada a que no ocurra vandalismo. En cuanto a su permanencia a largo plazo, queda en función de



su protección en contra de la corrosión; y a su vida útil, que en el caso de la malla galvanizada triple torsión sus fabricantes, en general, no se comprometen en precisarla (se puede estimar en 30 años), y en relación a la de alta resistencia, gracias a su recubrimiento de aluminio adherido al acero, el fabricante asegura que su capacidad mecánica se conserva durante 100 años.

Este sistema de retención será capaz de soportar el eventual reacomodo de algunos bloques y por ello su mantenimiento es prácticamente nulo; sin embargo, todos los tramos deberán ser observados al paso de los años, para detectar si alguno de ellos acusa deformaciones que tensen en exceso la malla, por lo que podría requerirse rehabilitar e incluso reforzar las mallas de ese sector en particular.

En el presente capítulo se han detallado cada una de las zonas o tramos de acuerdo a su geología y estratigrafía, así como de los inmuebles y/ o construcciones existentes tanto en la corona como en la base del talud, y se ha definido a que clasificación pertenecen para poder calcular y diseñar el tipo de solución al problema correspondiente de estabilidad.

# Capítulo 3

## Análisis de estabilidad

### 3. Análisis de estabilidad.

El análisis de la estabilidad en taludes se realizó de una manera sencilla y práctica, la cual puede ser de mucha utilidad en campo cuando se tiene alguna duda o inquietud del sistema de anclaje que se esté trabajando, así mismo se aclara que no es un análisis estructural detallado del sistema, sin embargo es aplicable a elementos estructurales como varilla corrugada y cables de acero (torón).

La estabilización de taludes es un método que da una solución de refuerzo que contiene y asegura con firmeza los taludes.

Las pantallas de concreto lanzado con malla electrosoldada y anclajes de concreto reforzado actúan como una armadura de empuje (figura 47).

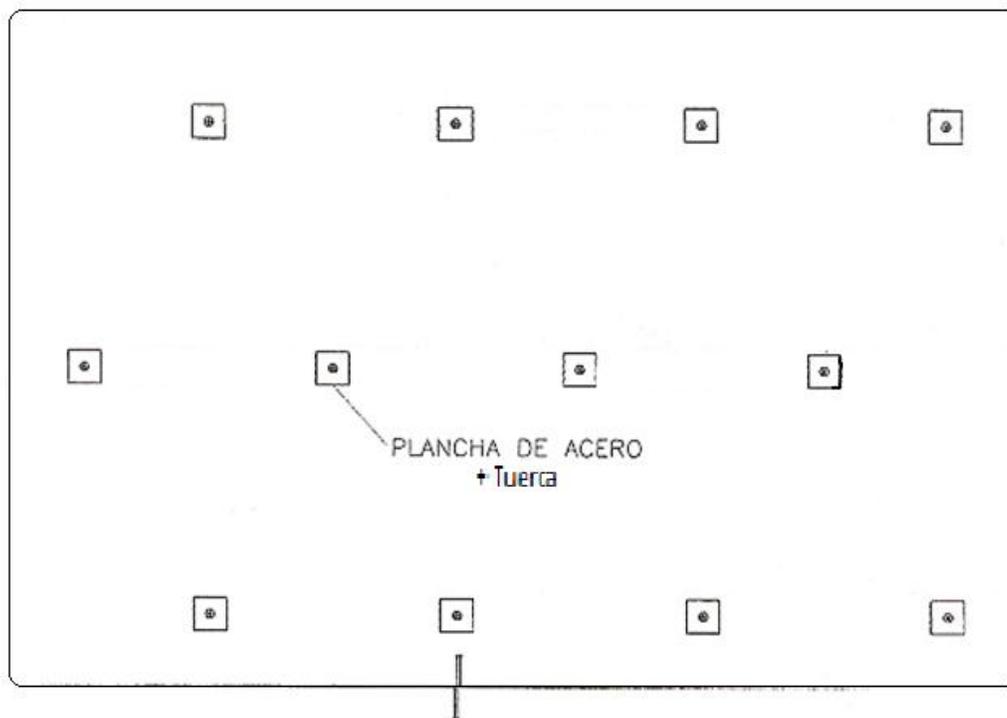


Figura 47. Vista frontal de la pantalla de concreto lanzado.

Consiste en la construcción de un muro de suelo enclavado, como se ilustra en la figura 48, resultante de reforzar en el sitio, el talud o pared del suelo natural de

excavaciones, con inclusiones introducidas horizontalmente dentro del mismo y en la colocación de un recubrimiento de concreto lanzado reforzado con electromallas.

La inclusión consiste de una varilla de acero, de diámetro y longitud variable introducida en un agujero hecho en el suelo, recubierta en toda su longitud y en todo el diámetro del agujero con lechada o mortero de cemento (figura 49).

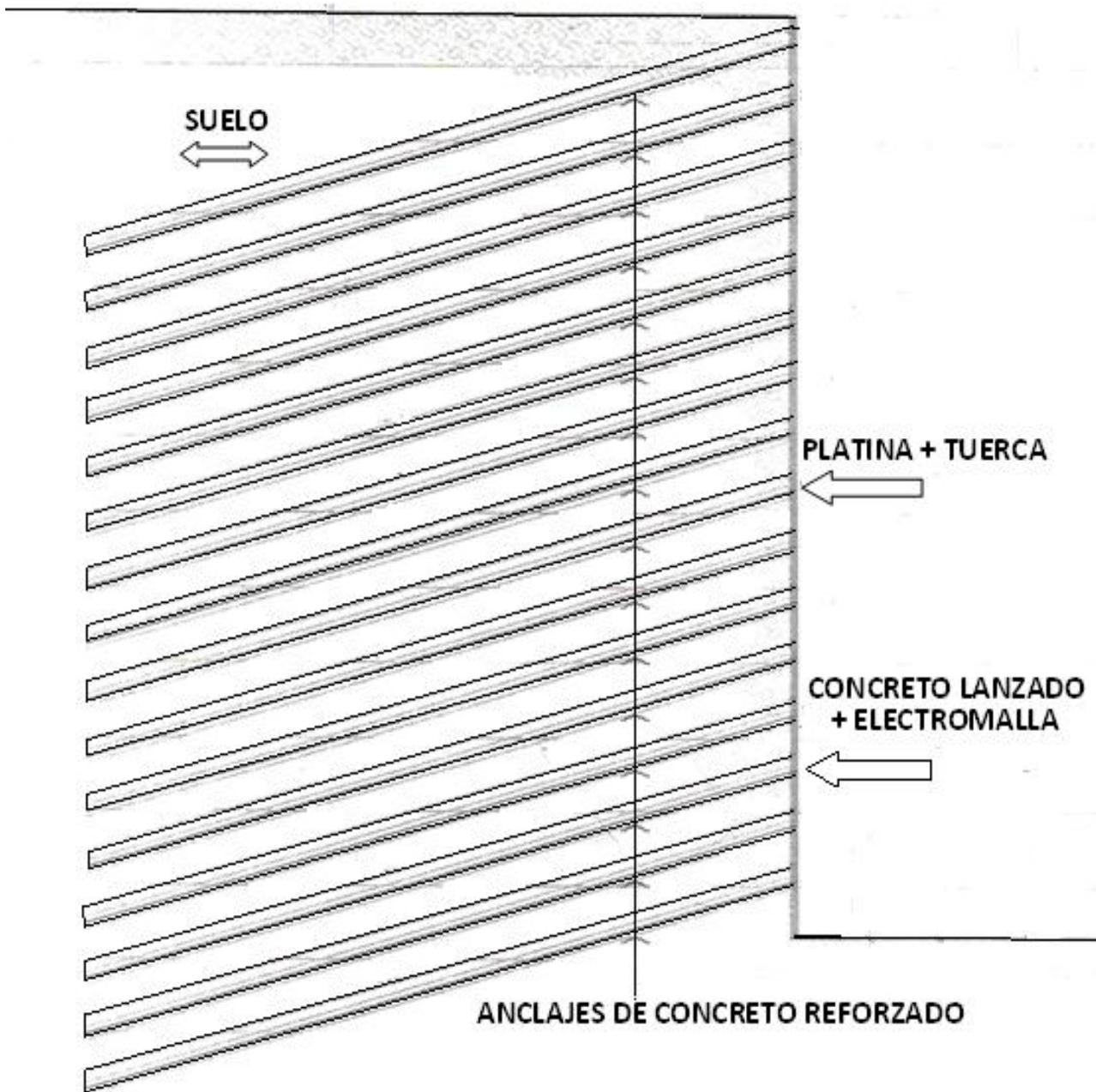


Figura 48. Sección de talud estabilizado con concreto lanzado.

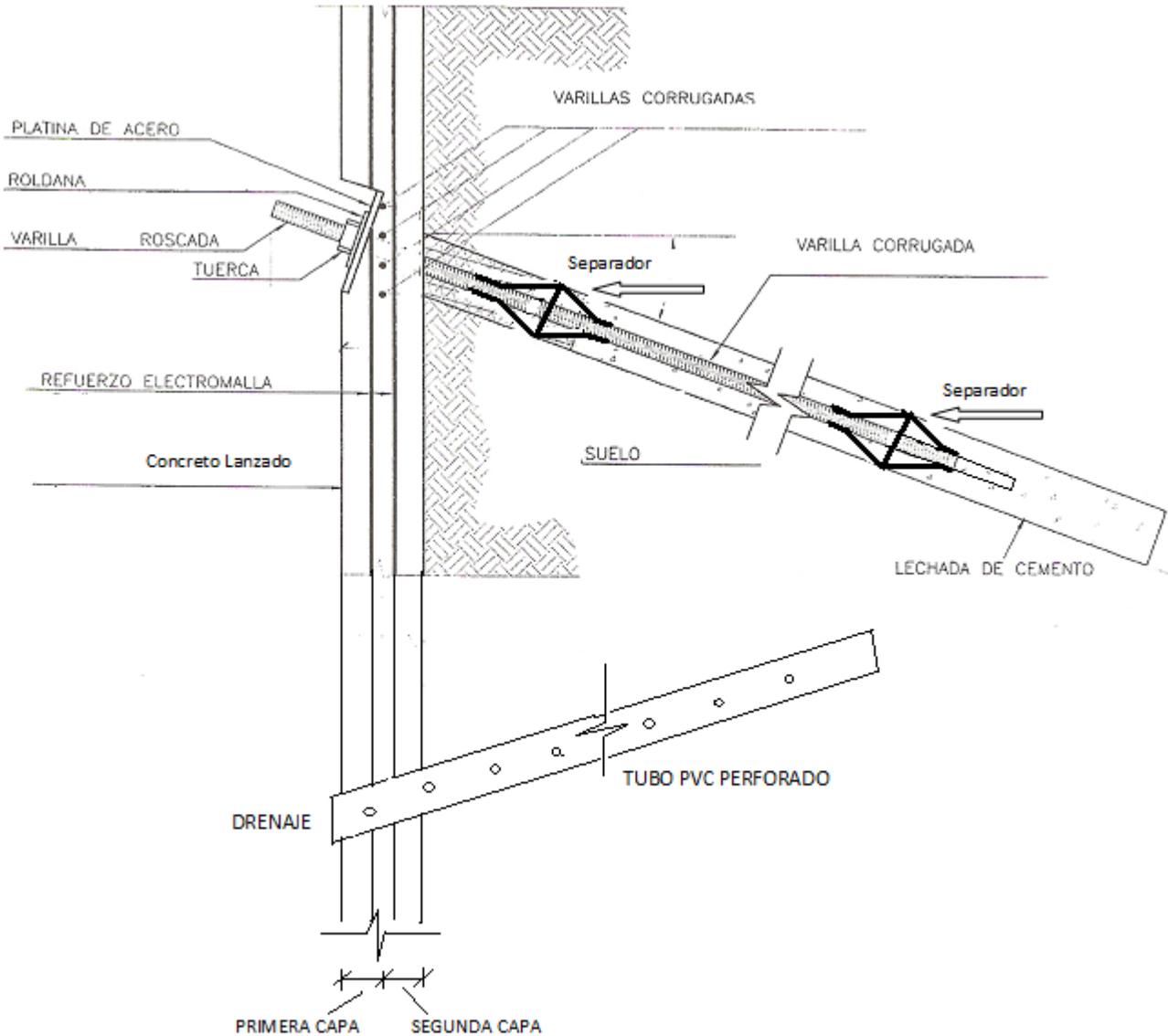


Figura 49. Detalle de anclaje.

El concepto fundamental es el de colocar en el suelo natural inclusiones pasivas, a espaciamientos cortos, para incrementar la resistencia al corte del mismo, para restringir el desplazamiento de las paredes de la excavación y limitar la descompresión del suelo durante y después de efectuada dicha excavación. El muro se debe construir de acuerdo con lo indicado en el informe de la mecánica de suelos, estas especificaciones y con los detalles de construcción adjuntos.

Son paredes retenedoras con una característica estructural común, colocadas de forma adyacente en carreteras y edificios en muchas zonas de nuestro país.



Las paredes retenedoras son populares porque las áreas planas son preferidas en carreteras y edificios.

Estas áreas deben ser excavadas en el terreno, a menudo dejando cambios de nivel significativos en el límite de la excavación.

Las medidas de la economía relacionadas con lineamientos particulares de diferentes tipos de proyectos, pueden determinar por medio de la habilidad de crear suficiente planicie o nivel del terreno para satisfacer espacio, seguridad o accesos requeridos.

### **Ventajas:**

- Mayor seguridad en edificaciones contiguas, pues elimina los movimientos habituales en muros de contención.
- Se logra racionalizar y acortar los tiempos de construcción, ya que la excavación queda totalmente limpia.
- Menores plazos para ejecución de excavaciones.
- No requiere formaleta para fundiciones.
- Velocidad en la ejecución sobre todo en terrenos blandos, donde se alcanza hasta diez anclajes al día, con mayores rendimientos y menos jornadas de trabajo.
- Provee cambios de nivel vertical que significativamente cuestan menos que los convencionales.
- Permite adaptarse a cualquier geometría del terreno.
- En profundidad elevada se puede avanzar por partes de forma cuadrada o aproximada, de manera que se construye el muro y se ancla al terreno para seguir excavando por debajo del mismo sin que se produzcan desprendimientos.

### **Desventajas:**

- Los drenajes algunas veces pueden ser difíciles de construir y es difícil de asegurar su efectividad a largo plazo.



- El espaciado corto de las inclusiones puede interferir con construcciones cercanas. Los desplazamientos horizontales pueden ser mayores que con los anclajes activos, lo cual puede causar distorsiones inmediatas a construcciones adyacentes.
- La capacidad de la inclusión puede no desarrollarse económicamente en suelos cohesivos sujetos a desplazamiento lento, incluso con niveles de carga relativamente bajas.

### **Utilización del método:**

- Sostenimiento de paredes de túneles.
- Sostenimiento de paredes de excavaciones profundas.
- En sótanos de edificios para lograr su estabilización y lograrlo con el espacio requerido.

Como se explicó anteriormente, el uso del concreto lanzado es más recomendable en procesos de edificación y excavaciones profundas, siendo más eficaz el uso de mallas de alta resistencia y triple torsión para la estabilización de taludes, ya que fueron diseñadas para este fin. En el método de mallas el proceso de perforación, anclaje, inyección y dimensionamiento es el mismo que se utiliza para el concreto lanzado, sólo que en el primero se tienen menos cargas por peso propio de los elementos estructurales de retención; así mismo cabe resaltar que no es un método que pueda usarse comúnmente en edificación, donde se requieren acabados de concreto o en cimentaciones profundas, donde no funciona como cimbra para evitar caídos de las paredes al realizar la excavación.

El uso de mallas, específicamente en el caso de taludes, tiene las siguientes ventajas y desventajas:

### **Ventajas:**

- Mayor rapidez para la colocación del elemento que retendrá los caídos.
- Mayor disipación de energía, sin dañar al elemento estructural (malla), en el momento de presentarse caídos.



- Facilidad de colocación, no se requiere mano de obra calificada.
- Se puede colocar en todo tipo de terreno, incluso en taludes de basura.
- Se adapta a cualquier geometría del terreno.
- No requiere mantenimiento, sólo en caso de vandalismo ó fallas del terreno mayores a las calculadas en el diseño.
- Es más económica que el concreto lanzado.
- Se tiene menor número de drenes de sección transversal.
- Se puede trabajar en terrenos con escurrimientos de agua sin provocar corrosión en la malla.

#### **Desventajas:**

- Está específicamente diseñada para retener volúmenes de materiales, básicamente taludes.
- En el caso de algunas marcas de malla, la disponibilidad en el mercado, ya que se trata de productos de importación; éstas tienen una mayor eficiencia estructural y mecánica.
- Cuando se presentan oquedades en la cara del talud, generalmente hay que recurrir a anclas cortas para unir la malla al terreno.

Para ambos procesos el cálculo del anclaje es el mismo; a continuación se presenta un método práctico y sencillo, aplicable en obra, para el cálculo del anclaje y la formación de bulbos de anclaje, el cual da buenos resultados, sin llegar a ser demasiado detallado.

#### **3.1 Estabilidad de bloques para basalto masivo.**

De acuerdo con las observaciones geológicas de campo, los bloques identificados en los tramos 4, 8 y 9 presentan un patrón de fracturamiento casi vertical, con separación del orden de 1.0 m y altura de 6.0 m, con una base cuya inclinación es del orden de 5 a 10° (como se observa en la figura 50), por lo que, analizando para un ancho unitario y

considerando un peso volumétrico de  $2.0 \text{ t/m}^3$  para el basalto masivo, se tienen bloques de  $12.0 \text{ t}$  apoyados sobre una superficie de  $10^\circ$  (caso más desfavorable).

La forma más sencilla y práctica de analizar la estabilidad se efectuó comparando el cociente de las fuerzas resistentes y las fuerzas actuantes con las siguientes expresiones:

$$FS_D = F_R / F_A = F_N \tan \phi / F_T$$

$$FS_D = F_N \tan 40^\circ / F_T$$

$$F_N = F (\cos 10^\circ) = 12.0 \text{ t} (\cos 10^\circ) = 11.81 \text{ t}$$

$$F_T = F (\sin 10^\circ) = 12.0 \text{ t} (\sin 10^\circ) = 2.08 \text{ t}$$

$$FS_D = 11.81 \text{ t} \tan 40^\circ / 2.08 \text{ t}$$

$$FS_D = 9.90 \text{ t} / 2.08 \text{ t} = 4.75$$

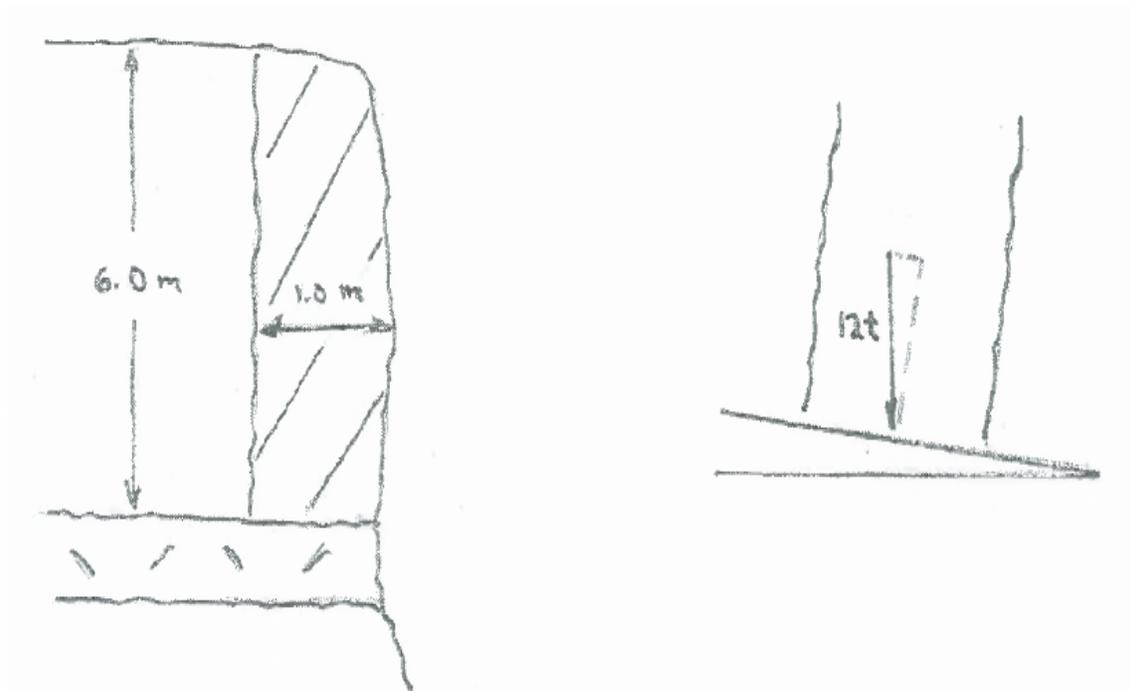


Figura 50. Bloque de basalto masivo.

Debido a que el factor de seguridad obtenido es mayor que el mínimo recomendable de  $FSD = 2.0$ , se concluye que no hay riesgo de caída de bloques, siendo un problema



más bien de caída de fragmentos por erosión e intemperismo. En el análisis, no se consideró empuje de agua, ya que por las condiciones de los materiales, es improbable que se saturasen las fracturas.

### 3.2. Estabilidad del basalto brechoide.

De acuerdo con las observaciones de campo y a las experiencias tenidas en este tipo de material, los basaltos brechoides que constituyen la parte más inestable de los taludes se caracterizan con las propiedades que se observan en la tabla 6.

**Tabla 6. Caracterización del basalto brechoide.**

Material	Propiedades de los materiales		
	Cohesión	Ángulo de fricción interna	Peso volumétrico
Basalto brechoide	2.0 t/m <sup>2</sup>	45°	1.8 t/m <sup>3</sup>

Los análisis fueron efectuados con el software Ruvolum® 7.0 (propiedad de Geobrugg Protection Systems), el cual considera inestabilidades paralelas al talud considerando un espesor de capa de terreno susceptible a deslizar, obtenido mediante observaciones en campo.

En el proceso de cálculo se analizaron las posibles inestabilidades entre anclas, en forma de cuñas, y en conjunto, considerando una capa de terreno deslizante y con las fuerzas actuantes de la tensión aplicada a las anclas.

Por el tipo de terreno a base de tezontle se considera que no es necesario efectuar un análisis de estabilidad global, ya que las inestabilidades en este tipo de terreno generalmente son por desprendimientos superficiales.

Se analizaron las condiciones típicas en el caso más desfavorable en el Cantil, el que corresponde al tramo 10 y del cual se observan los resultados en la tabla 7, que es representativo de la problemática en todos los tramos de riesgo medio y alto donde se recomienda el uso de mallas y anclas, cabe aclarar que no fueron consideradas las sobrecargas que pudieran producir las construcciones en la corona del talud.



**Tabla 7. Resultados del tramo 10 mediante el software.**

**Dimensionamiento de sistemas de estabilización de taludes Tecco® por el método Ruvolum®**

Proyecto                    MAR01  
                                   Talud Colonia Palmitas, tramo 10  
                                   Delegación Iztapalapa  
                                   Distrito Federal

**Valores de dimensionamiento**

Inclinación del talud	$\alpha = 65.0^\circ$
Distancia horizontal entre anclajes	$a = 2.50 \text{ m}$
Distancia vertical entre anclajes	$b = 2.50 \text{ m}$
Espesor de capa	$t = 2.50 \text{ m}$
Radio del cono de presión, superior	$\zeta = 0.15 \text{ m}$
Inclinación del cono de presión con respecto a la horizontal	$\delta = 70.0^\circ$
Ángulo de fricción interna del suelo (valor característico)	$\varphi_K = 45.0^\circ$
Cohesión del suelo (valor característico)	$c_K = 10.0 \text{ kN/m}^2$
Densidad del suelo (valor característico)	$\gamma_k = 18.0 \text{ kN/m}^3$
Fuerza paralela al talud	$Z_d = 15.0 \text{ kN}$
Fuerza de pretensión del sistema	$V = 50.0 \text{ kN}$
Inclinación del anclaje respecto a la horizontal	$\psi = 25.0^\circ$
Corrección parcial del factor de seguridad por ángulo de fricción	$\gamma_\varphi = 1.40 [-]$ Valores de dimensionamiento
Corrección parcial del factor de seguridad por cohesión	$\gamma_c = 1.15 [-]$ $\varphi_d [\text{grados}] = 35.5$
Corrección parcial del factor de seguridad por densidad	$\gamma_\gamma = 1.00 [-]$ $c_d [\text{kN/m}^2] = 8.7$
Corrección por incertidumbre del modelo	$\gamma_{mod} = 1.10 [-]$ $\gamma_d [\text{kN/m}^3] = 18.0$

**Casos de carga**

Se ha considerado la presión del agua	No
Se ha considerado movimiento sísmico	Si
Coefficiente sísmico de aceleración horizontal	$\epsilon_h = 0.200 [-]$
Coefficiente sísmico de aceleración vertical	$\epsilon_v = 0.050 [-]$

**Elementos del sistema**

Tipo de malla aplicada	Tecco® G35 / 3 mm
Tipo de placa de amarre aplicada	Placa de amarre del sistema Tecco®
Capacidad de soporte de la malla respecto a las tensiones paralelas al talud	$Z_R [\text{kN}] = 30.0$
Capacidad de soporte de la malla a punzonamiento en la dirección del anclaje	$D_R [\text{kN}] = 180.0$
Capacidad de soporte de la malla a cortante en la dirección del anclaje	$P_R [\text{kN}] = 90.0$
Tipo de anclaje aplicado	Varilla 38.1 mm
Tomando en cuenta la corrosión	No
Capacidad de soporte del anclaje a los esfuerzos de tracción	$T_R [\text{kN}] = 465.0$
Capacidad de soporte del anclaje a cortante	$S_R [\text{kN}] = 268.0$
Área de la sección transversal del anclaje aplicado con / sin corrosión	$A [\text{mm}^2] = ***$

**Pruebas**

Prueba de la malla a cortante en la coronación del talud por efecto de la placa	¡ exitoso !
Prueba de la malla a transmisión de fuerza Z en la transmisión del anclaje	¡ exitoso !
Prueba del anclaje contra el deslizamiento de la capa superficial paralela al talud	¡ exitoso !
Prueba de la malla a punzonamiento	¡ exitoso !
Prueba del anclaje a esfuerzos combinados	¡ exitoso !
Las pruebas dadas conciernen a la investigación de inestabilidades superficiales	¡ exitoso !



Se requieren otras investigaciones si existe un riesgo de inestabilidad global del talud **¡ exitoso !**  
 Si es necesario, deben ser adoptados, el tipo de anclaje y el patrón de anclaje **¡ exitoso !**

**Investigación de las inestabilidades locales entre anclajes individuales**

**Prueba de la malla a cortante en la coronación del talud por efecto de la placa**

Max. Esfuerzo de la malla a cortante en la dirección del anclaje en la coronación del talud por la placa de amarre  $P_d$  [kN] = 3.9  
 Capacidad de soporte de la malla a cortante en la dirección del anclaje en la coronación del talud por la placa de amarre  $P_R$  [kN] = 90.0  
 Corrección por cortante de la malla  $\gamma_{PR}$  [-] = 1.5  
 Valor de la capacidad de soporte de la malla a cortante  $P_R / \gamma_{PR}$  [kN] = 60.0  
 Prueba de capacidad de seguridad  $P_d \leq P_R / \gamma_{PR}$  = **¡ exitoso !**

**Prueba de la malla a transmisión de fuerza Z en la transmisión del anclaje**

Fuerza paralela al talud teniendo en cuenta consideraciones de equilibrio  $Z_d$  [kN] = 15.0  
 Capacidad de soporte de la malla a tensiones paralelas al talud  $Z_R$  [kN] = 30.0  
 Corrección de la componente de la fuerza Z en la dirección paralela al talud  $\gamma_{ZR}$  [-] = 1.5  
 Valor de la capacidad de soporte a tensión de la malla  $Z_R / \gamma_{ZR}$  [kN] = 20.0  
 Prueba de capacidad de seguridad  $Z_d \leq Z_R / \gamma_{ZR}$  = **¡ exitoso !**

**Investigación paralela a la cara del talud**

**Prueba del anclaje contra el deslizamiento de la capa superficial paralela al talud**

Fuerza de pretensión efectiva aplicada sobre el anclaje  $V$  [kN] = 50.0  
 Factor de carga para la influencia positiva de la pretensión  $\gamma_{VI}$  [-] = 0.8  
 Valor de la fuerza de pretensión por influencia positiva de  $V$   $V_{dI}$  [kN] = 40.0  
 Cálculo de la fuerza a cortante requerida para el deslizamiento de  $V$   $S_d$  [kN] = 168.2  
 Resistencia del anclaje a esfuerzo cortante  $S_R$  [kN] = 268.0  
 Valor de corrección a esfuerzo cortante  $\gamma_{SR}$  [-] = 1.5  
 Valor de la fuerza aplicada a esfuerzo cortante  $S_R / \gamma_{SR}$  [kN] = 178.6  
 Prueba de capacidad de seguridad  $S_d \leq S_R / \gamma_{SR}$  = **¡ exitoso !**

**Prueba de la malla a punzonamiento**

Fuerza de pretensión efectiva aplicada sobre el anclaje  $V$  [kN] = 50.0  
 Factor de carga para la influencia negativa de la pretensión  $\gamma_{VII}$  [-] = 1.5  
 Valor de la fuerza de pretensión por influencia negativa de  $V$   $V_{dII}$  [kN] = 75.0  
 Resistencia de la malla a la tensión en la dirección del anclaje  $D_R$  [kN] = 180.0  
 Valor de corrección de la resistencia a punzonamiento  $\gamma_{DR}$  [-] = 1.5  
 Valor de resistencia a tracción del anclaje  $D_R / \gamma_{DR}$  [kN] = 120.0  
 Prueba de capacidad de seguridad  $S_d \leq S_R / \gamma_{SR}$  = **¡ exitoso !**

**Prueba del anclaje a esfuerzos combinados**

Fuerza de pretensión efectiva aplicada sobre el anclaje  $V$  [kN] = 50.0  
 Factor de carga para la influencia positiva de la pretensión  $\gamma_{VI}$  [-] = 0.8  
 Valor de la fuerza de pretensión por influencia positiva de  $V$   $V_{dI}$  [kN] = 40.0  
 Factor de carga para la influencia negativa de la pretensión  $\gamma_{VII}$  [-] = 1.5  
 Valor de la fuerza de pretensión por influencia negativa de  $V$   $V_{dII}$  [kN] = 75.0  
 Cálculo de la fuerza a cortante requerida para el deslizamiento de  $V$   $S_d$  [kN] = 168.2  
 Máxima resistencia del anclaje a tracción  $P_d$  [kN] = 3.9  
 Resistencia del anclaje a tracción  $T_R$  [kN] = 465.0  
 Resistencia del anclaje a cortante  $S_R$  [kN] = 268.0  
 Valor de corrección de resistencia a tracción  $\gamma_{TR}$  [-] = 1.5  
 Valor de corrección de resistencia a cortante  $\gamma_{SR}$  [-] = 1.5  
 Prueba de capacidad de seguridad  $\{ (V_{dII} / (T_R / \gamma_{TR}))^2 + (S_d / (S_R / \gamma_{SR}))^2 \}^{0.5} \leq 1.0$   $0.972 \leq 1.0$  **¡ exitoso !**  
 Prueba de capacidad de seguridad  $\{ (P_d / (T_R / \gamma_{TR}))^2 + (S_d / (S_R / \gamma_{SR}))^2 \}^{0.5} \leq 1.0$   $0.941 \leq 1.0$  **¡ exitoso !**

Como se ha mencionado anteriormente, el cálculo se realizó mediante un software propio de la empresa que suministra las mallas de triple torsión y alta resistencia, sin embargo se presenta un método de análisis de estabilidad práctico que se puede utilizar en campo.

Se debe determinar la geometría del bloque potencialmente inestable, mediante una inspección minuciosa del talud frontal y de las discontinuidades (ver figura 51), para obtener los planos de deslizamiento, esta información se debe complementar con el apoyo topográfico y calcular el volumen y peso a deslizarse.

Definida la geometría del bloque inestable se construye un modelo geométrico del terreno, incluyendo fronteras con el bloque en estudio, su posición y planos de deslizamiento, permitiendo tener una idea clara sobre el mecanismo de inestabilidad potencial y definir los elementos de refuerzo y apoyos necesarios, como se observa en la figura 52.

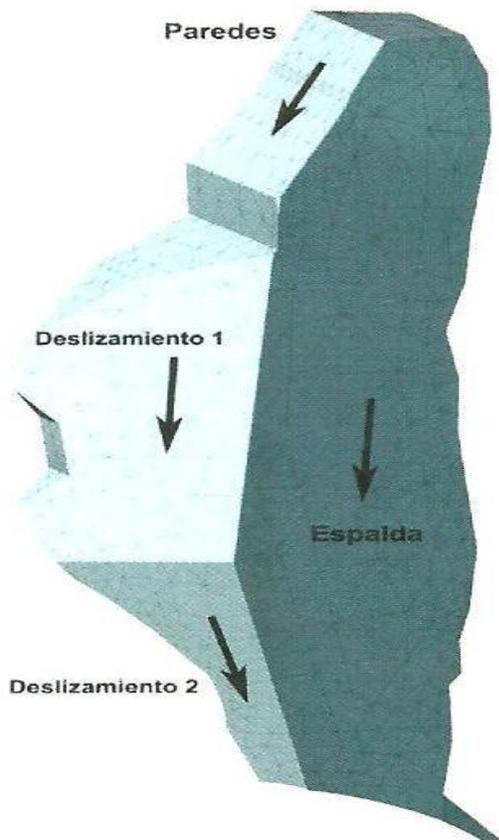


Figura 51. Bloque potencialmente inestable.

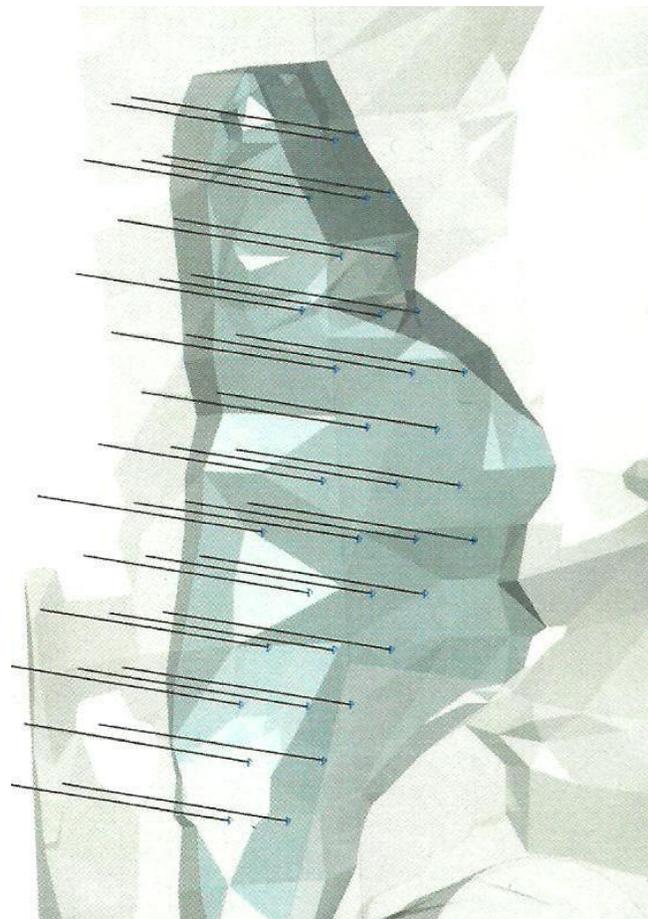


Figura 52. Modelo geométrico del terreno.



Para el dimensionamiento de los anclajes se tomaron en cuenta varios aspectos de trabajo de este tipo de elementos.

En general los anclajes inyectados pueden fallar de una o más de las siguientes formas (Ucar Navarro, 2004):

- a) Rotura de la barra o torones de acero.
- b) Rotura en el contacto roca-lechada de cemento.
- c) Rotura de la interface acero-lechada de cemento.
- d) Rotura de la masa suelo-roca.

Se debe comprobar la seguridad del anclaje frente a los anteriores tipos de rotura, además se debe tener en cuenta la acción conjunta de los otros anclajes para la obtención de una fuerza de sujeción suficiente para alcanzar el factor de seguridad global necesario.

**a) Rotura de la barra o torones de acero.**

Sección de acero mínima necesaria. Con los datos de carga necesaria y considerando la resistencia del acero de tipo común (su esfuerzo máximo de tensión en el límite de fluencia es de 2,530.0 kg/cm<sup>2</sup>) se determinó la cantidad de acero requerida. En el dimensionamiento de los anclajes se debe considerar factores de seguridad tanto para mayoración de cargas como para minoración de resistencias. La norma española propone la tabla 8.

**Tabla 8. Factores de seguridad.**

	Categoría de anclaje					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
$\gamma_1$ factor de mayoría de cargas	1.4	1.5	1.8	1.6	1.8	2.0
$\gamma_1$ , factor de seguridad respecto a la tensión última de transferencia	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5

Factores de seguridad parciales recomendados de acuerdo a la norma española para la construcción y control de anclajes al terreno.



Las categorías C1, C2 y C3 se refieren a anclajes temporales con nivel de riesgo creciente, mientras que las categorías C4, C5 y C6 se refieren a anclajes permanentes, también con nivel de riesgo creciente.

Previo al dimensionamiento de los anclajes se realizaron varios análisis simplificados y tentativos, con el fin de obtener una aproximación a la carga de anclaje necesaria para elevar el factor de seguridad a valores satisfactorios. La carga de anclaje resultante para sostener el bloque fue de 5.0 t por anclaje.

De manera normativa, la carga de anclaje no debe superar, en servicio, el 60% del límite elástico de los elementos de acero. Por lo tanto sería necesaria un ancla de 1” de diámetro para soportar las 5.0 t por anclaje.

Se presentan pruebas de laboratorio de acero comercial para identificar sus propiedades mecánicas en las figuras 53 a 56.



## INFORME DE PRUEBAS DE LABORATORIO

Nombre del cliente: **GRUPO CONSTRUCTOR ACROPOLIS, S.A. DE C.V.**

Dirección: **Av. Viaducto Miguel Alemán No. 679 Desp 1  
Col. Roma Sur  
C.P. 06760  
México, D.F.**

Orden de Trabajo N°: **854**

Informe Técnico N°: **278**

Fecha recepción: **2010-06-29**

Fecha ensaye: **2010-07-06**

Descripción de muestras: **Dos probetas de acero para refuerzo de concreto de 3/4" de diámetro**

Pruebas realizadas: **Ensaye a tensión y doblado**

Resultados: **Ver hojas anexas**

Referencias: **NMX-C-407-ONNCCE-2001; NMX-B-113-1981;  
NMX-B-434-1969; \* ASTM A370 - 09ae1 (Tension Test Only)**

Condiciones Ambientales: **Temperatura: 22,6 °C  
Humedad relativa: 55,0 %**

Procedimientos Utilizados: **PO-GTLCO-091**

\* El alcance de nuestra acreditación se puede consultar en la página [www.iasonline.org](http://www.iasonline.org), acreditación No. **TL-203**

Realizó (Nombre y Cargo):	Revisó (Nombre, Firma y Cargo):	Fecha de emisión:
Gustavo Guerrero Rentería Técnico Laboratorio de Concreto	 Ing. Mario Alberto Hernández Jefe Laboratorio de Concreto	2010-07-06

Hoja N° 1 de 4

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización escrita del IMCYC  
Los resultados del presente informe corresponden exclusivamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)  
FIG-GTLCO-100.exe

FIG-GTLCO-100  
Versión 01

Figura 53.

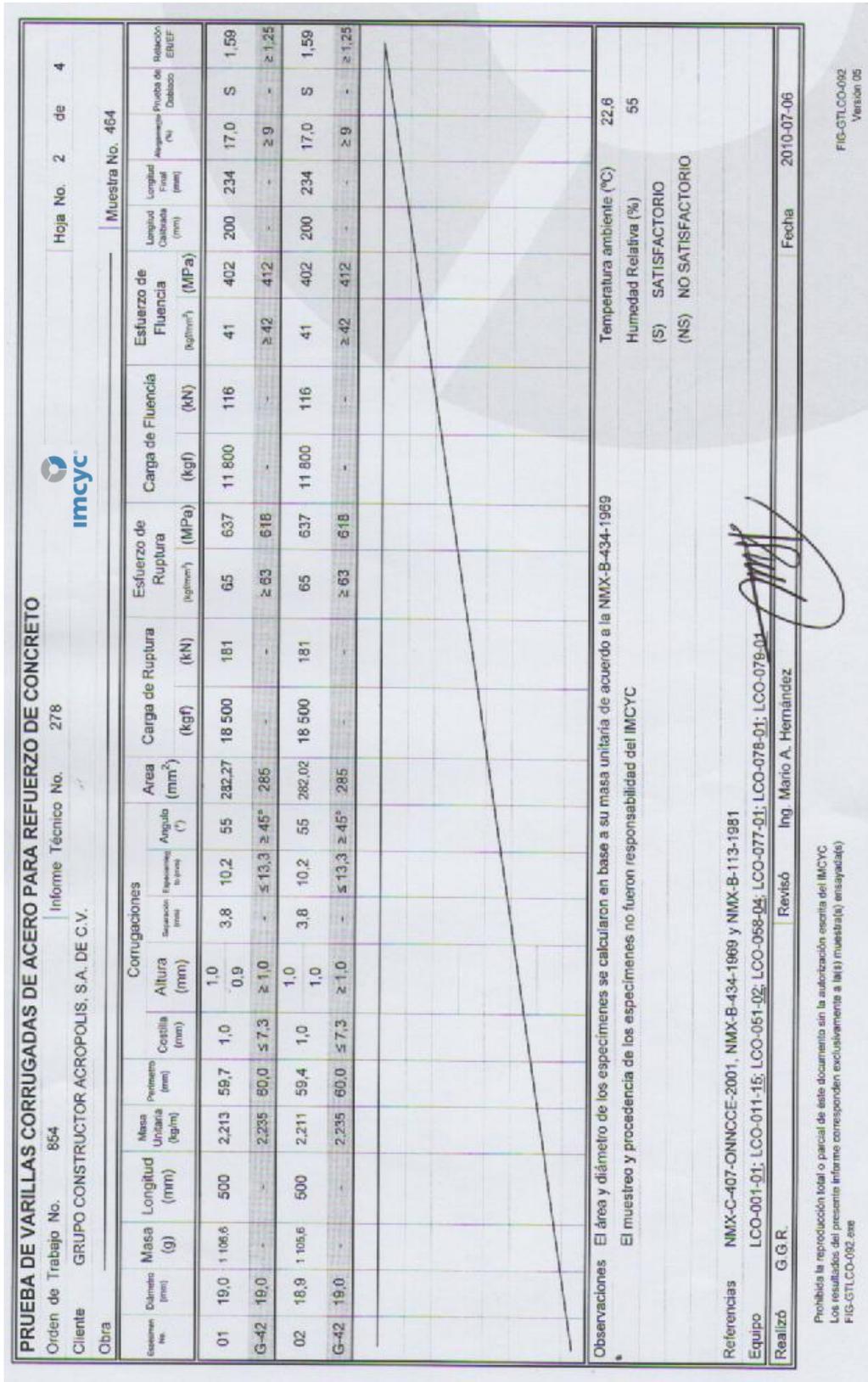


Figura 54.

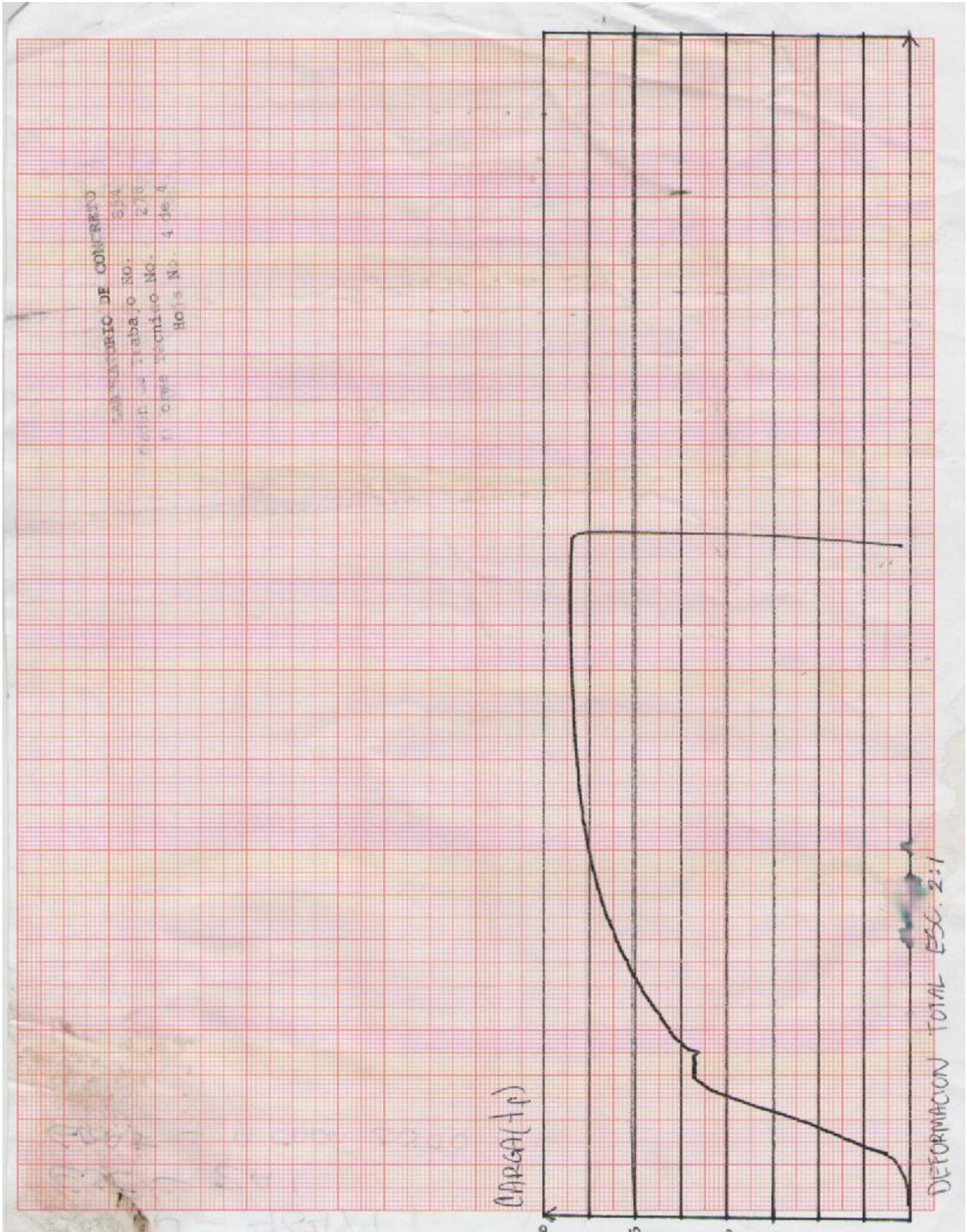


Figura 55.

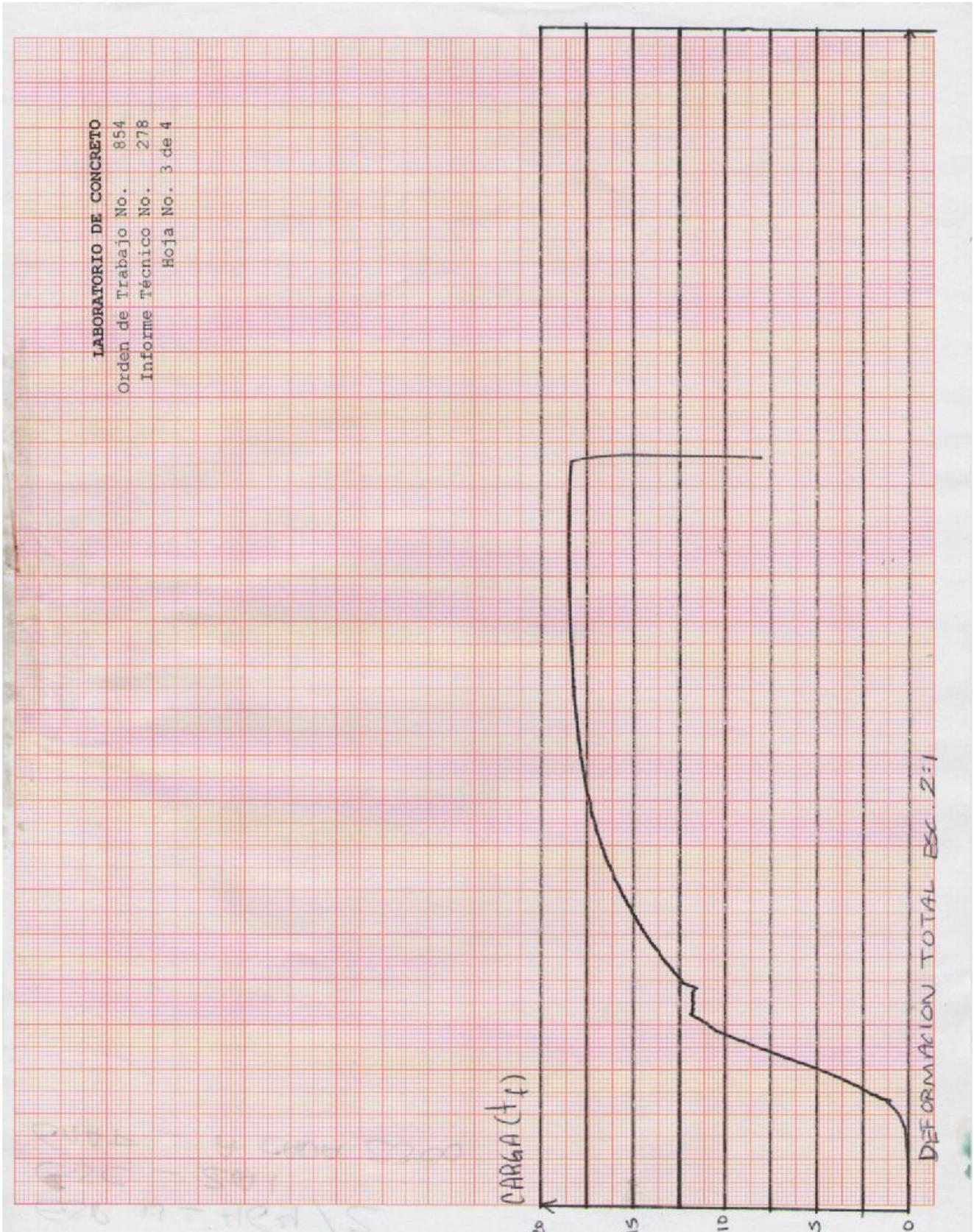


Figura 56.



## b) Rotura en el contacto roca-lechada de cemento.

Para prevenir la rotura en la interface roca-lechada de cemento se debe determinar la longitud de bulbo (en función de la tensión del anclaje y del diámetro de perforación), de manera que se obtenga un factor de seguridad adecuado frente a la rotura.

Según la norma española de anclaje se tiene:

$$Q\gamma_l = \frac{\tau}{\gamma_t} A_l$$

donde:

$A_l$ : Área lateral del bulbo.

$Q$ : Carga del anclaje.

$\tau$ : Resistencia al corte unitaria en el contacto bulbo-terreno.

$\gamma_l$ : Coeficiente de seguridad como mayoración de la carga aplicada sobre el anclaje.

$\gamma_t$ : Coeficiente de seguridad como minoración de  $\tau_{\text{limite}}$  en el contacto bulbo-terreno.

El valor de la resistencia al corte unitario en el contacto bulbo-terreno ( $\tau$ ) se obtiene de ensayos de extracción en condiciones reales o en laboratorio. La norma española de anclajes propone un rango de resistencia media para roca dura de 1,000.0 a 2,500.0 kN/m<sup>2</sup> y de 300.0 kN/m<sup>2</sup> a 1,000.0 kN/m<sup>2</sup> para roca blanda (se considera un valor de 1,300.0 kN/m<sup>2</sup>).

De acuerdo a la ecuación presentada, Littejohn G. y Bruce A. (1975) proponen a través de ensayos de arrancamiento, la siguiente relación:

$$\tau_u = 0.1 \cdot \sigma_c$$

Donde  $\sigma_c$  es la resistencia a la compresión uniaxial (la menor de la roca o la lechada).

La relación que existe para la roca fracturada entre el diámetro del bulbo y el diámetro nominal, según la norma francesa de anclaje es:  $D_{\text{bulbo}} / D_{\text{nominal}}$  igual a 1.2. El diámetro nominal se considera igual al diámetro correspondiente al área de barrenación (3 ½" = 0.0889 m), por lo que el diámetro del bulbo  $D_{\text{bulbo}} = 0.1067$  m.



Con todas las consideraciones anteriores se obtuvo un valor de la longitud de bulbo de los anclajes, que resultó ser de 6.0 m.

### c) Rotura en la interface acero-lechada de cemento.

Basado en trabajos experimentales, Brown (1970) sugirió los siguientes valores de longitud de anclaje para barras de acero estriadas.

$$L_s = 30 \cdot \Phi_a \text{ para roca sana.}$$

$$L_s = 40 \cdot \Phi_a \text{ para roca fracturada.}$$

$$L_s = 60 \cdot \Phi_a \text{ para roca meteorizada.}$$

donde:

$\Phi_a$ : es el diámetro de la barra o cable.

$L_s$ : es la longitud de anclaje.

Para el caso presente se considera varilla de 1" de diámetro y roca fracturada, sustituyendo en la fórmula se tiene una longitud mínima de 1.02 m, sin embargo, la longitud de anclaje real es de 6.0 m en varilla de 1" y de 3.0 m en varilla de ¾".

Coats y Yu (1971) recomiendan los siguientes valores admisibles en la adherencia lechada de cemento-acero en barras estriadas:  $\tau_{\text{admisible}} = 0.1 \cdot f_c$  (MPa), siendo 2.4 MPa el valor máximo. En este caso se tiene una resistencia de lechada de 210.0 MPa, luego  $\tau_{\text{admisible}} = 0.1 \times 210.0 = 21 \text{ MPa} = 21,000.0 \text{ kN/m}^2$ . Finalmente, para una longitud de bulbo de 6.0 m y una carga de 5.0 t se cumple:

$$\tau = 2,100.0 \text{ kN/m}^2 < \tau_{\text{admisible}} = 2.4 \text{ MPa}$$

### d) Rotura de la masa de suelo o roca.

Con la finalidad de calcular la carga por tensión adecuada y la profundidad segura de anclaje en el terreno, se asume una superficie de falla cónica, como se observa en la figura 57, que se produce tanto en suelos como en macizos rocosos.

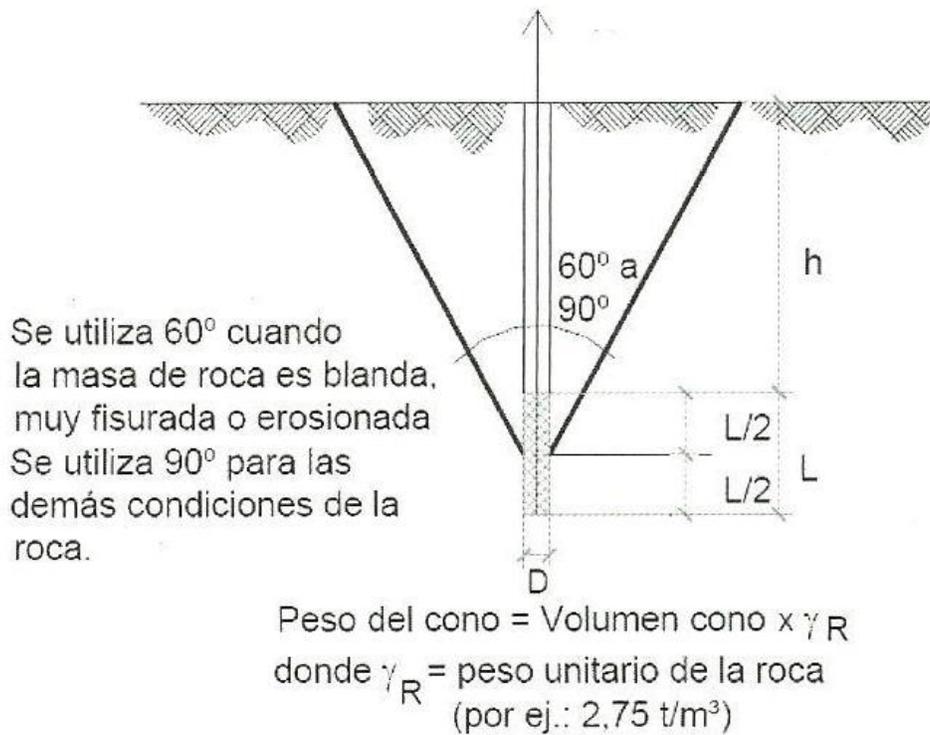


Figura 57. Falla cónica en la roca.

Así, para una longitud de bulbo de 6.0 m, se tiene que la profundidad de anclaje mínima es de 5.0 m.

Por su parte, Hobst y Zajik (1983) sugieren, para una línea o un grupo de anclajes y roca fracturada, la siguiente expresión para calcular la profundidad mínima:

$$H(m) = \sqrt{\frac{\Gamma_q \cdot F}{\gamma \cdot L \cdot \tan \phi}}$$

donde:

$F$ : es la fuerza de anclaje.

$\Gamma_q$ : es el factor de mayoración de cargas ( $3 < \Gamma_q < 5$ ).

$\Phi$ : es el ángulo de fricción interna medido en la discontinuidad.

$\gamma$ : es el ángulo de fricción interna medido en la discontinuidad.

Según esta última expresión, para un ángulo de fricción de 45° y  $\Gamma_q = 5$ , la profundidad mínima sería de 1.52 m.

En el caso presente, las anclas son de 1" de diámetro y tienen una longitud total de 12.0 m, 6.0 m de longitud libre y 6.0 m de longitud de bulbo, cumpliéndose la longitud mínima para los dos criterios.



De igual forma se calcula para anclas de  $\frac{3}{4}$ ” de diámetro, con una longitud total de 6.0 m, longitud libre de 3.0 m y longitud de bulbo de 3.0 m.

### Resumen de especificaciones y características de las anclas de tensión.

Especificaciones	1 varilla 1” de diámetro	1 varilla $\frac{3}{4}$ ” de diámetro
Sección de acero	5.06 cm <sup>2</sup>	2.85 cm <sup>2</sup>
Diámetro de perforación	3 $\frac{1}{2}$ ”	3 $\frac{1}{2}$ ”
Fuerza máxima provisional	12.0 t	9.0 t
Fuerza máxima permanente	6.0 t	4.5 t
Fuerza de ruptura	21.0 t	12.0 t
Tensado	6.0 t	4.5 t
Longitud total	12.0 m	6.0 m
Longitud libre	6.0 m	3.0 m
Longitud de bulbo	6.0 m	3.0 m

Del análisis anterior se tiene que en todos los casos el factor de seguridad es mayor a 2.0 (mínimo recomendado en este tipo de trabajo), trabajando a un 60% del límite de fluencia del acero.

En el presente capítulo no se hace un análisis estructural detallado, ya que no es el tema central de este trabajo, sin embargo se presenta un apoyo técnico para ser aplicado en campo, cuando se tenga alguna duda de la capacidad de carga a tensión del acero o del bulbo de anclaje.

Por lo que respecta a las mallas de triple torsión y alta resistencia las propiedades mecánicas se encuentran plenamente identificadas en el Apéndice 1.

# Capítulo 4

## Especificaciones de estabilidad



#### 4. Especificaciones de estabilidad.

El correcto funcionamiento del sistema de estabilización del Cantil mediante el empleo de mallas metálicas requiere de algunas especificaciones para su ejecución, siendo éstas en ocasiones modificadas por el proyectista en función de los inconvenientes que se presentan en la obra directamente; cabe aclarar que las modificaciones siempre serán avaladas por el proyectista de manera escrita y se informará con anticipación y oportunamente al cliente, supervisión y contratista antes de ejecutar los trabajos correspondientes.

Las especificaciones que se presentan son aplicables a la estabilidad del Cantil ubicado en la colonia Palmitas, delegación Iztapalapa, México, D.F., por lo que para otros proyectos pueden variar de acuerdo a los estudios de mecánica de suelo y la propia percepción del proyectista para resolver el trabajo encomendado. A continuación se describen las especificaciones:

- Perforación de 3” en talud para colocación de anclaje, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** Es una perforación o barrenación en la cara del talud cuyo diámetro está previamente definido así como la longitud de su profundidad.

**Ejecución.-** La perforación se realiza con equipo neumático estenuikc y martillo de fondo acoplado a barras de perforación de 2.0 m de longitud; por lo general se utiliza un compresor de 350.0 pcm para longitudes cortas hasta 8.0 m y para longitudes mayores hasta 50.0 m se recomienda un compresor 750.0 o un 825.0 pcm, ya que a mayor profundidad se requiere de un mayor flujo de aire (pcm = pie cúbico por minuto).

La perforación se debe ejecutar sin interrupciones y en caso de existir caídos dentro del mismo se procederá a ademararlo con lechada cemento-agua, cemento-tepetate fino o con productos químicos base agua como son el gel y las espumas, para así continuar la perforación; sólo en casos particulares se sacará la herramienta de perforación del barreno llenándose éste de lechada y al día siguiente se continuará su perforación.

**Medición.-** La perforación por unidad de obra terminada será el precio fijado en el contrato tomando como unidad el metro (m), con aproximación a un décimo a satisfacción de la supervisión.

- Anclas de acero para sujeción de mallas, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** Las anclas de fijación de las mallas son barras de acero que se alojan en un barreno perforado previamente en el Cantil y se inyectan totalmente en su longitud.

**Ejecución.-** Las anclas para sujetar la malla (híbrida de triple torsión, triple torsión alta resistencia cubierta de PVC o galvanizada, sistema Tecco), sobre la superficie del Cantil tendrán una longitud de 6.0 y 12.0 m, se colocarán en tresbolillo a cada 2.5 m tanto en el sentido longitudinal como en el vertical; las anclas en la corona del Cantil también tendrán una longitud de 6.0 m y se colocarán con una inclinación de 45°, a una distancia de 2.0 m a partir del hombro donde lo permitan las viviendas. La separación longitudinal de las anclas será de 2.5 m. Las anclas se colocarán en una perforación previa de 3”, ver figura 58.

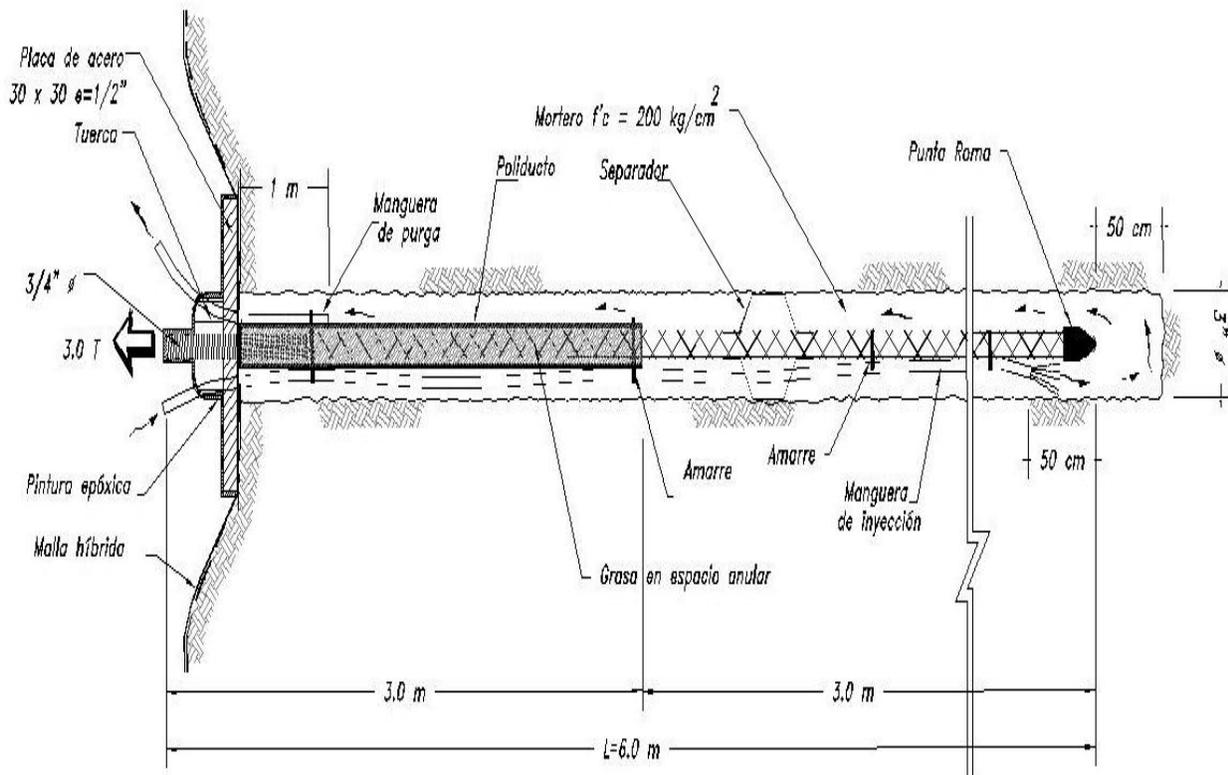


Figura 58. Ancla de acero para sujeción de mallas.



El refuerzo interior del ancla estará constituido por una varilla de  $\frac{3}{4}$  ó 1” de diámetro con acero  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$  con rosca de 20.0 cm de longitud, placa de apoyo de 30.0 x 30.0 cm de  $\frac{1}{2}$ ” de espesor y tuerca hexagonal en el extremo.

La perforación de 3” deberá efectuarse sin interrupciones y en caso de presentarse caídos se procederá a cementar el barreno y después se reperforará.

La inyección del ancla se efectuará con una lechada bombeable de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ . Una vez que la lechada haya fraguado se atornillará la tuerca aplicando una fuerza de 3.0 t para varilla de  $\frac{3}{4}$ ” y de 6.0 t para varilla de 1” de diámetro.

**Medición.-** Las anclas por unidad de obra terminada será el precio fijado en el contrato tomando como unidad la pieza (pza), con aproximación a un décimo a satisfacción de la supervisión.

- Inyección de barreno y contacto, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** Las inyecciones en barreno son tratamientos que consisten en introducir al terreno mezclas cementantes, como lechadas de cemento, morteros, productos químicos o la combinación de estos, con el fin de mejorar alguna propiedad mecánica o hidráulica del terreno, proporcionar cohesión entre bloques de roca o llenar fisuras, grietas u oquedades. Las inyecciones de contacto son aquellas que se realizan para consolidar el terreno y llenar los huecos entre la escoria volcánica.

**Ejecución.-** La inyección del barreno se realizará de manera continua, sin interrupciones, hasta su total llenado mediante el uso de bomba de presión Moyno con manómetro en la manguera de inyección para garantizar la presión indicada por el proyectista, así mismo el equipo de inyección se complementará con un turbo mezclador y un agitador, en ningún caso se permitirá la inyección de barreno mediante el uso de aire comprimido para alojar la lechada evitando así la inclusión de aire en la mezcla.

No se realizarán inyecciones de contacto en revestimientos cuyo concreto tenga una edad menor a catorce días. Se ubicarán los barrenos horizontales de perforación de 3” de diámetro y 8.0 m de longitud mediante el auxilio de trazos topográficos, su separación longitudinal será de 4.0 m y en el sentido vertical de 50.0 cm.



La dosificación y preparación del mortero de inyección será responsabilidad de la contratista, debiendo cumplir con la resistencia de proyecto establecida en  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  o aprobada por la supervisión.

Previo a la inyección los barrenos deberán limpiarse para desalojar los detritos de la perforación.

El equipo que se utilice para las inyecciones en barrenos y en la escoria volcánica será el adecuado para obtener la calidad indicada en el proyecto, siendo responsabilidad de la empresa contratista su selección. El equipo de turbo mezclador será del tipo de bomba centrífuga, con la capacidad para desarrollar como mínimo 1,250 revoluciones por minuto y contará con malla o filtros para retener grumos o basura. Los agitadores deben ser de baja velocidad, con la capacidad para desarrollar como mínimo 60 revoluciones por minuto; no se permitirá el uso de agitadores manuales. Las tuberías y conexiones serán capaces de resistir una presión de cinco veces la presión máxima indicada en el proyecto o aprobada por la supervisión.

La mezcla se mantendrá en agitación dentro del turbo mezclador por un lapso mínimo de 2 minutos, contado a partir de que haya sido adicionado el último componente, posteriormente se enviará al agitador de baja velocidad (mínimo 60 revoluciones por minuto) que se mantendrá en agitación mientras dure el proceso de inyectado y como máximo una hora, después de este período la mezcla deberá desecharse.

El orden de preparación del mortero será: agua, cemento, arena; a menos que la supervisión o el proyectista indique otra cosa.

**Medición.-** Para el caso de inyección en barrenos, la unidad de obra terminada por precio unitario será el litro (lt) de mezcla inyectada.

Cuando la inyección de contacto en escoria volcánica se contrate a precio unitario por unidad de obra terminada, la cantidad de trabajo realizado se medirá considerando lo siguiente:

**Barrenación.-** La barrenación para inyecciones se medirá tomando como unidad el metro de barreno perforado (m) con aproximación a un décimo (0.1) a satisfacción del cliente y la supervisión.

**Inyección.-** La inyección se medirá tomando como unidad el litro (lt) de mezcla inyectada con aproximación a dos décimos a satisfacción de la supervisión.

- Malla híbrida B900 de triple torsión para protección del Cantil, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** En aquellos tramos del Cantil en donde lo indica el proyecto y en los sitios que indique la supervisión, se colocará la malla metálica híbrida de triple torsión para la estabilización superficial y contención de caídos (especificaciones en la tabla 9).

**Ejecución.-** La malla metálica híbrida se instalará en el lugar, con las características y dimensiones establecidas en el proyecto. Las anclas de fijación se construirán en el lugar, con las dimensiones y características fijadas también en el proyecto, figura 59.

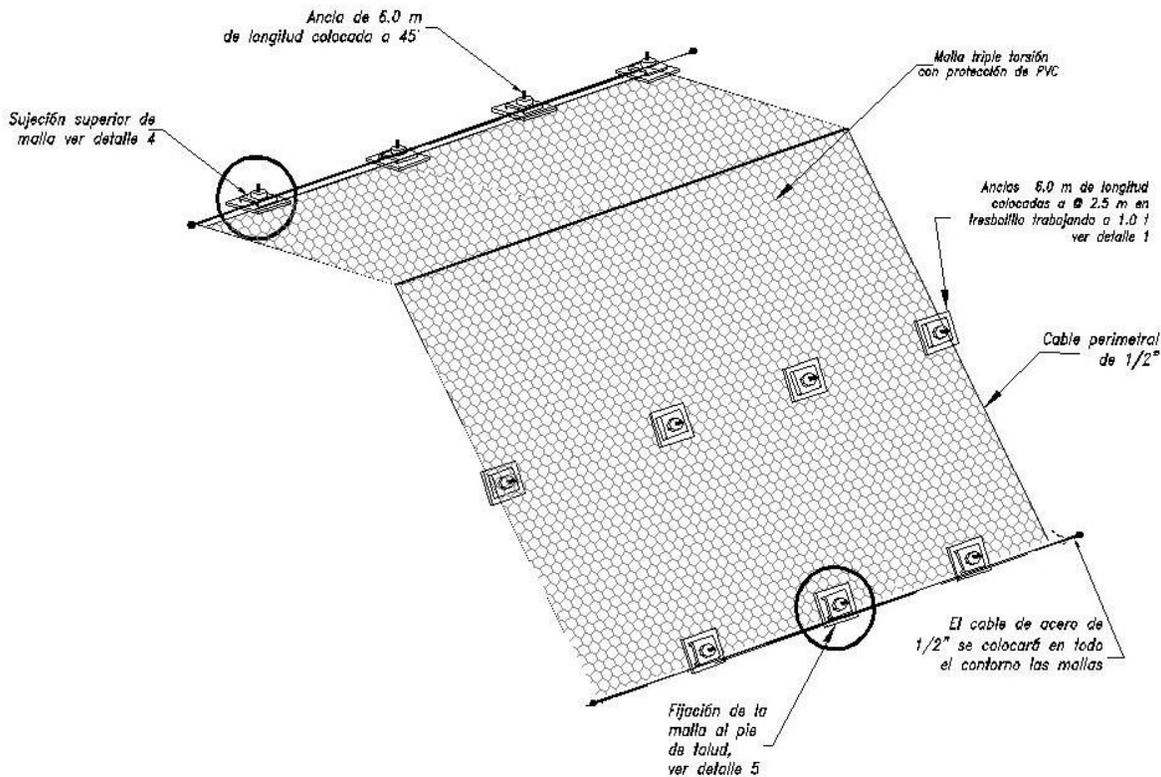


Figura 59. Colocación de la malla.

El tejido de la malla metálica híbrida de triple torsión impide que se deshile en caso de accidentes o caídos, no progresa el deshile sino queda aislado, como se observa en



la figura 60. Por su naturaleza permite un rápido drenaje del agua que satura el terreno y ayuda a la reforestación más fácilmente. La malla híbrida de triple torsión está constituida con malla hexagonal de triple torsión con abertura de 8.0 x 10.0 cm, de alambre galvanizado de 2.7 mm de diámetro, protegida con un recubrimiento de zinc de 244.0 g/mm<sup>2</sup>, reforzada con cables de acero de 5/16” de diámetro; el cable reforzará a la malla longitudinalmente con separación de 2’ (61.0 cm) y 3’ (91.0 cm) transversalmente. La resistencia mínima a la tracción de la malla en el sentido longitudinal será de 130.0 kN/m y en el sentido transversal de 80.0 kN/m.

<b>Tabla 9. Malla híbrida B900 galvanizada</b>	
Especificaciones	
Escuadría	80 100 mm
Tipo	Triple torsión reforzada con cables de acero de 5/16”
Diámetro alambre	2.7 mm
Diámetro cable	5/16”
Retícula del cable	2 x 3 ft
Elongación	12 %

La superficie del área del Cantil deberá prepararse por medio de trabajos de amacice ligero o superficial, limpieza y/o afine de material suelto, a fin de garantizar que no subsista en la superficie.

Se procederá a la colocación de la malla metálica, cortando lienzos según la altura de cada corte, se jalará desde la parte superior y se fijarán con anclas como se indica en el proyecto.

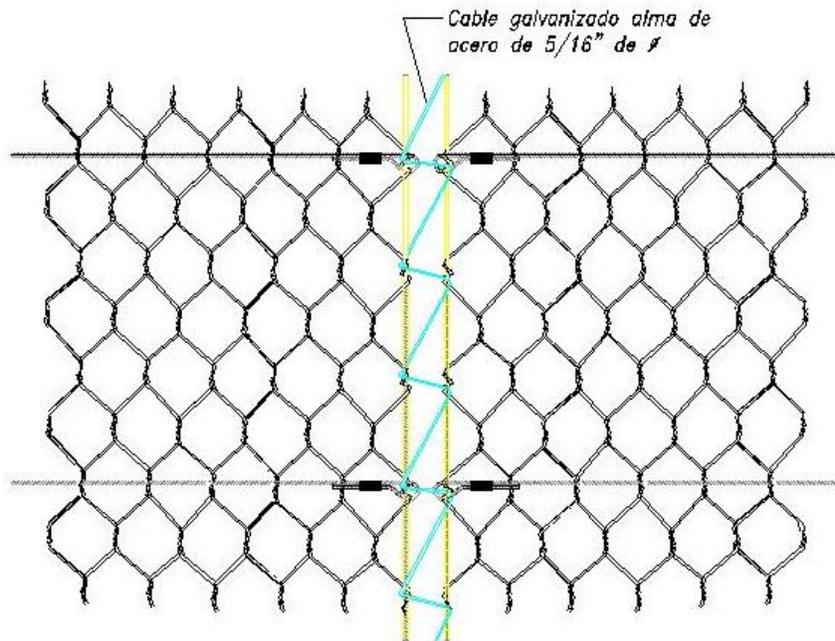


Figura 60. Tejido de la malla híbrida B900.

La malla se colocará siguiendo el contorno de la superficie del Cantil, con una separación máxima de tres centímetros.

En la parte superior e inferior, hay que hacer un doblés a la malla de 50.0 cm, bien cosido y respecto al cable deberá ser de acero con diámetro de  $\frac{1}{2}$ " y se colocará a todo lo largo de la superficie protegida con malla, como se observa en la figura 61.

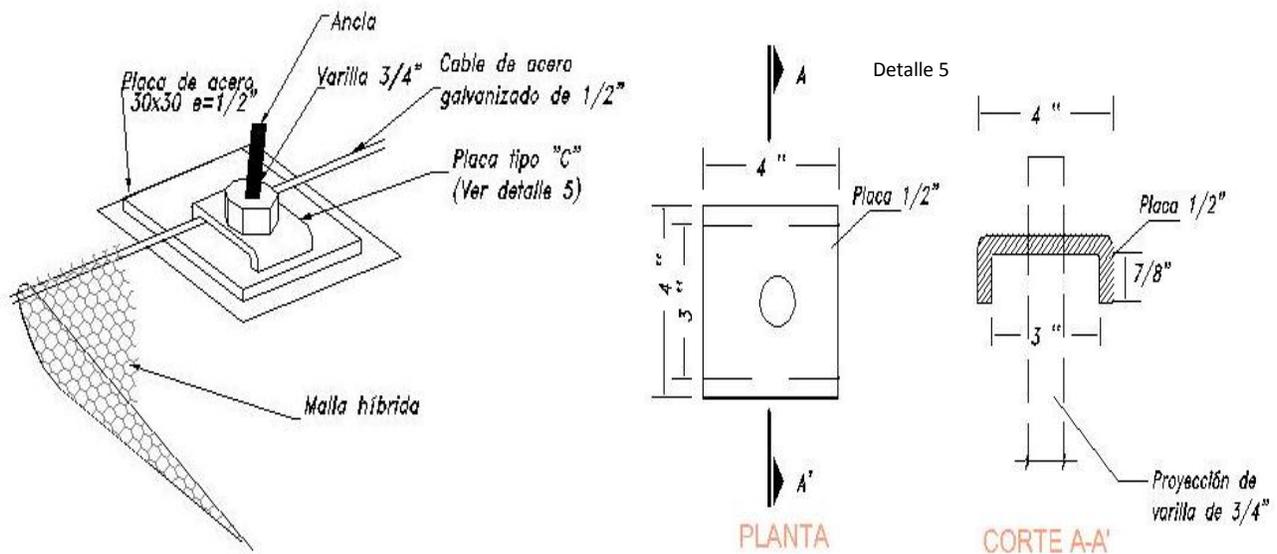


Figura 61. Doblez de malla y placa de apoyo.

La malla debe unirse a tope entre ancho y ancho de cada rollo, con cable de acero galvanizado de diámetro 5/16”, esta unión se hará hilvanando los cables de los extremos de cada rollo.

**Medición.-** La malla metálica híbrida triple torsión se medirá tomando como unidad el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) con aproximación a un decimal a satisfacción de la supervisión.

- Malla triple torsión con recubrimiento de PVC, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** En aquellos tramos del Cantil en donde lo indica el proyecto y en los sitios que indique la supervisión, se colocará la malla metálica triple torsión con recubrimiento de PVC para la estabilización superficial en zonas donde el riesgo de corrosión está presente (especificaciones y características en las tablas 10 y 11).

**Ejecución.-** La malla metálica triple torsión con recubrimiento de PVC se instalará en el lugar, con las características y dimensiones establecidas en el proyecto. Las anclas de fijación se construirán en el lugar, con las dimensiones y características fijadas también en el proyecto, como se observa en la figura 59.

El tejido de la malla metálica triple torsión con recubrimiento de PVC impide que se deshile en caso de accidentes o caídos (figura 62), no progresa el deshilado sino queda aislado. Por su naturaleza permite un rápido drenaje del agua que satura el terreno y ayuda a la reforestación más fácilmente.

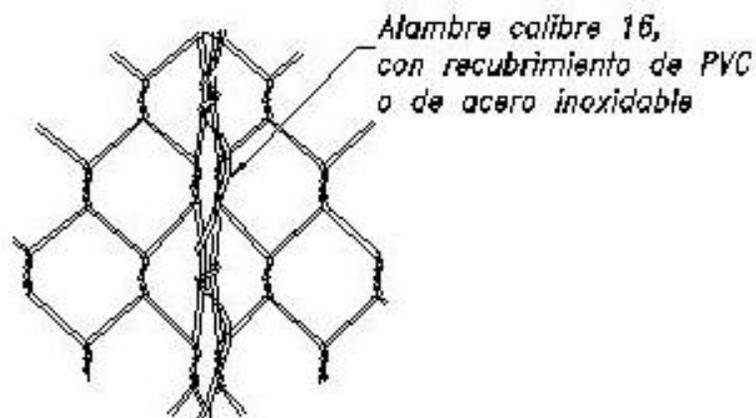


Figura 62. Tejido de la malla cubierta de PVC.



<b>Tabla 10. Malla hexagonal galvanizada</b>	
Especificaciones	
Escuadría	80 100 mm
Tipo	Triple torsión
Abertura de la malla	83 mm (3.25 pulgadas)
Diámetro alambre	2.7 mm
Elongación	12 %
Tolerancia	+/-5 % Ancho

El recubrimiento de PVC no debe mostrar grietas o fracturas después de que los alambres se hayan torcido para la fabricación de la malla.

<b>Tabla 11. Recubrimiento de PVC</b>	
Características	
Peso específico	1.30 a 1.35 kg/dm <sup>3</sup>
Diámetro de alambre + PVC	3.7 mm
Espesor revestimiento de PVC	0.5 mm
Dureza	50 a 60
Resistencia a la tensión	> 20.6 MPa
Resistencia a la abrasión	Pérdida de masa <12%
Resistencia a la corrosión	Penetración de la corrosión en el alambre < 25 mm



Omitiendo la degradación por luz ultravioleta y abrasión, la vida útil del PVC será de al menos 60 años.

La superficie del área del Cantil deberá prepararse por medio de trabajos de amacice ligero o superficial, limpieza y/o afine de material suelto, a fin de garantizar que no subsista en la superficie.

Se procederá a la colocación de la malla metálica triple torsión con recubrimiento de PVC cortando lienzos según la altura de cada corte, se jalará desde la parte superior y se fijarán con anclas como se indica en el proyecto.

La malla se colocará siguiendo el contorno de la superficie del Cantil, con una separación máxima de tres centímetros, figuras 63 y 64.

En la parte superior e inferior hay que hacer un dobléz a la malla de 50.0 cm bien cosido, respecto al cable deberá de ser de acero con diámetro de  $\frac{1}{2}$ " y se colocará a todo lo largo de la superficie protegida con malla.

La malla metálica triple torsión con recubrimiento de PVC debe unirse a tope entre ancho y ancho de cada rollo; ya que la malla triple torsión está reforzada en calibre #10 esta unión se hará con alambre de acero con recubrimiento metálico revestido con PVC o de acero inoxidable, pudiendo ser hilvanado ó, a cada 2 escuadrías un amarre con doble alambre, como si se estuviera amarrando varilla corrugada en un armado.

**Medición.-** La malla metálica triple torsión con recubrimiento de PVC se medirá tomando como unidad el metro cuadrado ( $m^2$ ), con aproximación a un decimal a satisfacción de la supervisión.

- Malla sistema Tecco, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** En aquellos tramos del Cantil en donde lo indica el proyecto y en los sitios que indique la supervisión, se colocará el sistema Tecco para estabilizar taludes de elevadas pendientes, compuestos de suelo o de roca (datos técnicos de la malla en la tabla 12). La malla se sujeta al terreno mediante anclajes para suelo o roca por medio de una placa especial spike que pertenece al sistema.

Los tres elementos más importantes del sistema Tecco son:

- La malla Tecco de alambre de acero de alto límite elástico.
- La placa de ajuste Tecco spike.
- El anclaje (para suelo o roca).

### VISTA GENERAL DEL TALUD

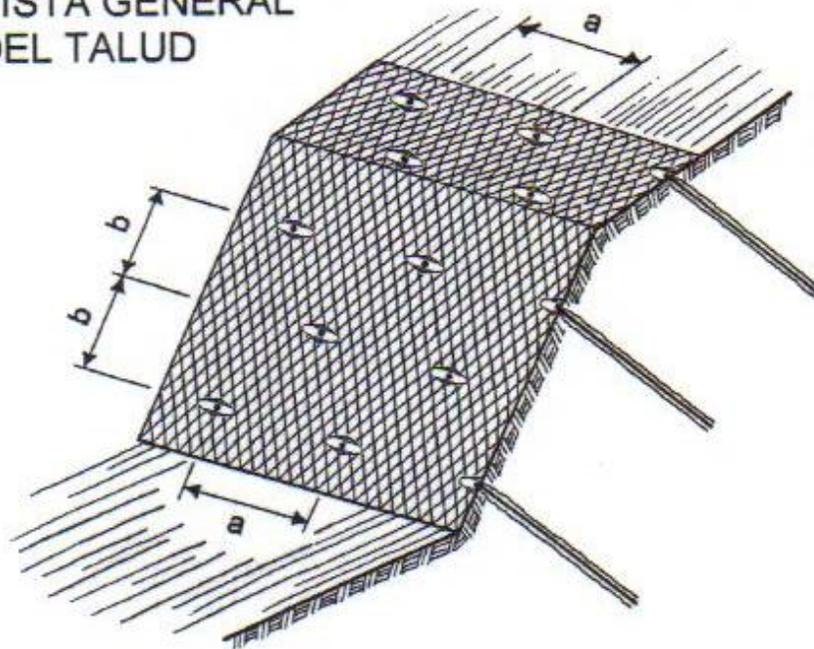


Figura 63. Colocación de la malla Tecco.

**Ejecución.-** Las dimensiones estándar del rollo de malla Tecco son: 30.0 m de longitud y 3.5 m de ancho, con un peso aproximado de 175.0 kg. La malla se colocará siguiendo el contorno de la superficie del Cantil. Para cortar la malla en la dirección horizontal se cortan los dos extremos de una espiral longitudinal, separándose en dos tramos. La colocación de la malla se realiza normalmente desde la corona hacia abajo, siendo necesario asegurar el borde superior de la malla antes de desenrollarla. La unión vertical entre lienzos vecinos de malla se ejecuta por medio de grapas uniendo los rombos que la forman, con uno o dos rombos de traslape es suficiente para hacer trabajar el sistema. Al colocar las placas spike hay que tener mucho cuidado al fijar la placa dentro de los rombos, de forma tal que ésta quede firmemente presionada contra el terreno, esto permite que malla y placa, se apoyen contra el terreno y

permita una correcta transmisión de fuerzas. El perímetro de la malla se reforzó mediante un cable de acero, así mismo se ejecutó el mismo proceso en la corona del talud.

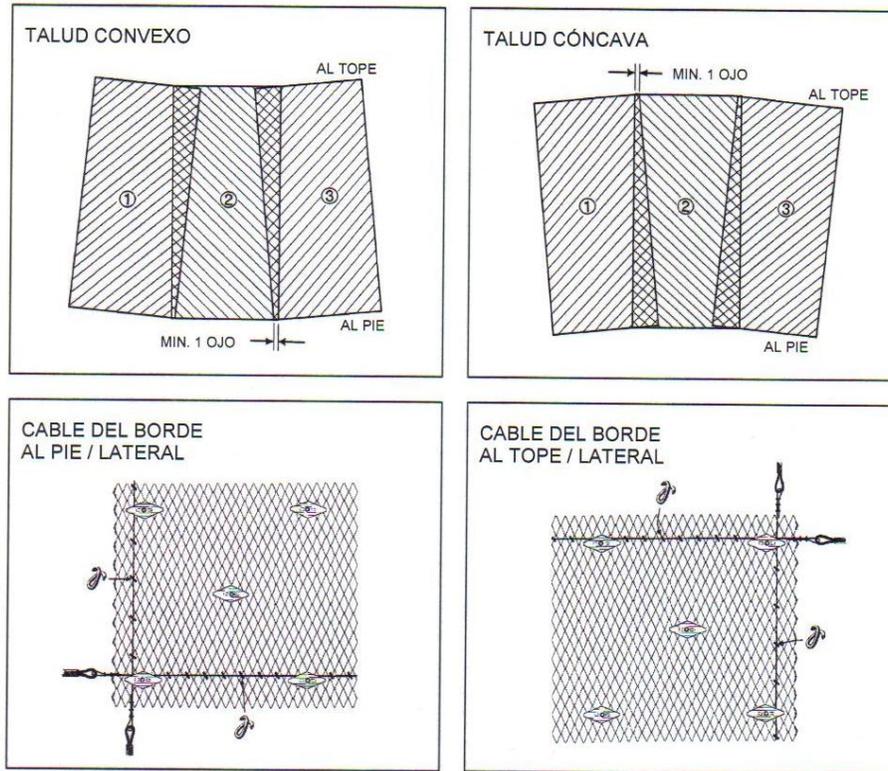


Figura 64. Colocación de lienzos para la malla Tecco.

Tabla 12. Datos técnicos de la malla sistema Tecco	
Resistencia a la tracción directa	150 kN/m
Geometría	Forma romboidal (330.0 x 190.0 mm)
Espesor	10 mm
Diámetro del orificio interior	40 mm
Tipos	Suelo: longitud mínima 25.0 mm (grapa spike) Roca: longitud mínima de 15.0 mm (grapa cápsula)
Protección contra la corrosión	Extra galvanizada en caliente, espesor de la capa 55 $\mu$ m
Tipos de anclaje	Elementos de acero estructural



El fabricante garantiza la malla por una vida útil de 100 años, por lo que su mantenimiento es casi nulo.

**Medición.-** El sistema Tecco se medirá tomando como unidad el metro cuadrado ( $m^2$ ), con aproximación a un decimal a satisfacción de la supervisión.

- Inyección de contacto en escoria volcánica, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** Las inyecciones son tratamientos que consisten en introducir al terreno mezclas cementantes, como lechadas de cemento, morteros, productos químicos o la combinación de estos, con el fin de mejorar alguna propiedad mecánica o hidráulica del terreno, proporcionar cohesión entre bloques de roca o llenar fisuras, grietas u oquedades. Las inyecciones de contacto son aquellas que se realizan para consolidar el terreno y llenar los huecos entre la escoria volcánica.

**Ejecución.-** No se realizarán inyecciones de contacto en revestimientos cuyo concreto tenga una edad menor a catorce días.

Se ubicarán los barrenos horizontales de perforación de 2 ½” de diámetro y 8.0 m de longitud mediante el auxilio de trazos topográficos, su separación longitudinal será de 4.0 m y en el sentido vertical de 50.0 cm.

Las perforaciones se ejecutarán de acuerdo a las líneas de proyecto o aprobados por la supervisión, los daños originados por derrumbes, deslizamientos, agrietamientos y oquedades, entre otros, causados por negligencia del contratista de obra, serán reparados por su cuenta y costo, a satisfacción de la supervisión.

La dosificación y preparación del mortero de inyección será responsabilidad de la contratista, debiendo cumplir con la resistencia de proyecto establecida en  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  o aprobada por la supervisión.

Previo a la inyección los barrenos deberán limpiarse para desalojar los detritos de la perforación.

El equipo que se utilice para las inyecciones en la escoria volcánica, será el adecuado para obtener la calidad indicada en el proyecto, siendo responsabilidad de la empresa contratista su selección. El equipo de turbo mezclador será del tipo de bomba



centrífuga, con la capacidad para desarrollar como mínimo 1,250 revoluciones por minuto y contará con malla o filtros para retener grumos o basura. Los agitadores deben ser de baja velocidad, con la capacidad para desarrollar como mínimo 60 revoluciones por minuto; no se permitirá el uso de agitadores manuales. Las tuberías y conexiones serán capaces de resistir una presión de cinco veces la presión máxima indicada en el proyecto o aprobada por la supervisión.

La mezcla se mantendrá en agitación dentro del turbo mezclador por un lapso mínimo de 2 minutos, contado a partir de que haya sido adicionado el último componente, posteriormente se enviará al agitador de baja velocidad (mínimo 60 revoluciones por minuto) que se mantendrá en agitación mientras dure el proceso de inyectado y como máximo una hora, después de este período la mezcla deberá desecharse.

El orden de preparación del mortero será: agua, cemento, arena; a menos que la supervisión indique otra cosa.

**Medición.-** Cuando la inyección de contacto en escoria volcánica se contrate a precio unitario por unidad de obra terminada, la cantidad de trabajo realizado se medirá considerando lo siguiente:

**Barrenación.-** La barrenación para inyecciones se medirá tomando como unidad el metro de barreno perforado (m), con aproximación a un décimo (0.1) a satisfacción de la supervisión.

**Inyección.-** La inyección se medirá tomando como unidad el litro de mezcla inyectada (lt), con aproximación a cinco décimos (0.5) a satisfacción de la supervisión.

- Suministro y colocación de dren de penetración, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** Los drenes de penetración constituyen un sistema de drenaje que consiste en tuberías ligeramente inclinadas, ranuradas e insertadas transversalmente en los taludes de cortes o rellenos para aliviar la presión de poro, en la mayor parte de los casos extrayendo agua de los suelos o rocas.

**Ejecución.-** Inmediatamente antes de iniciar los trabajos la superficie, sobre la que se instalarán los drenes de penetración transversal, estará amacizada. Será inadmisibles la instalación de drenes de penetración transversal sobre superficies que no hayan sido

previamente aceptadas por la supervisión. Se instalarán drenes de 9.0 m de longitud de acuerdo a lo indicado en el proyecto, la separación longitudinal de los drenes dependerá de la posición final de las anclas, tratando que dicha separación sea del orden de 4.0 m siguiendo la trayectoria de contacto entre la escoria volcánica y las cenizas.

Los drenes estarán constituidos por tubo de PVC pesado de 2” de diámetro, 2.54 mm de pared, con inclinación ascendente de 5° y envuelto con geotextil, con abertura aparente de 0.15 mm y permeabilidad de  $k=0.0014$  cm/seg. La inclinación de las tuberías será la establecida en el proyecto o aprobada por la supervisión, pudiéndose realizar los últimos ajustes en campo, según las condiciones del terreno en el punto de instalación de cada dren. En general, la instalación de los drenes de penetración transversal se realizará de acuerdo a la ubicación indicada en el proyecto; sin embargo la ubicación exacta se determinará conforme lo aprobado por la supervisión y/o DGOP. La tubería estará ranurada en toda su longitud y recubierta con un geotextil que funcionará como filtro, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la supervisión, como se observa en la figura 65.

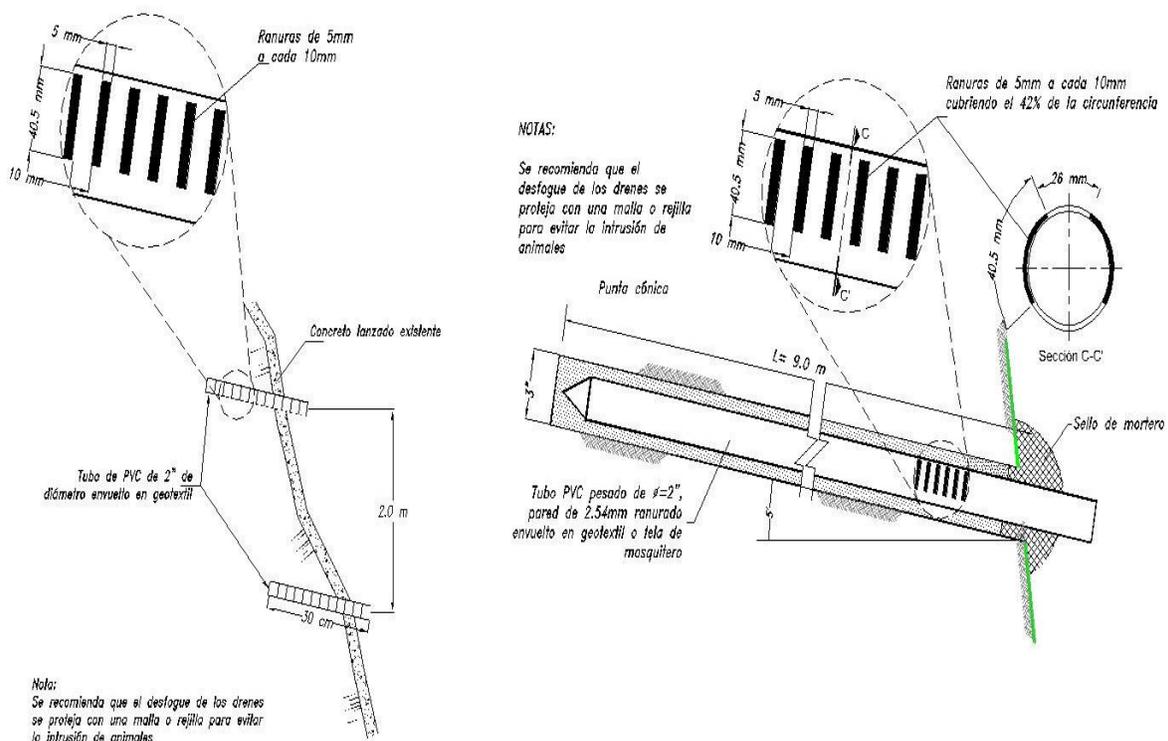


Figura 65. Detalle de dren de penetración transversal.



A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la supervisión, al extremo de la tubería ranurada se conectará una extensión redondeada o en punta de bala para facilitar la introducción de la tubería en la perforación previa. Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la supervisión en una instalación común, los extremos de los drenes se dejan de diez (10) a veinte (20) centímetros fuera del talud para que drenen libremente. Es responsabilidad del contratista de obra la conservación de los drenes de penetración transversal, hasta que hayan sido recibidos por la supervisión junto con todo el tramo.

**Medición.-** Cuando la instalación de drenes se contrate a precio unitario por unidad de obra terminada se medirá tomando como unidad el metro lineal (m), con aproximación a un décimo (0.1) a satisfacción de la supervisión.

- Suministro y colocación de drenes de contacto en concreto lanzado, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** Los drenes de contacto en concreto lanzado constituyen un sistema de drenaje que consiste en tuberías cortas ligeramente inclinadas, ranuradas e insertadas transversalmente en la superficie del concreto lanzado para evitar la acumulación de agua en su respaldo.

**Ejecución.-** En la superficie cubierta con concreto lanzado se instalarán drenes de 30.0 cm de longitud, de acuerdo a lo indicado en el proyecto, la separación longitudinal y vertical de los drenes será de 2.0 m.

Los drenes estarán constituidos por tubo de PVC pesado de 2” de diámetro, 2.54 mm de pared, con inclinación ascendente de 10° y envuelto con geotextil, con abertura aparente de 0.15 mm y permeabilidad de  $k=0.0014$  cm/seg. La inclinación de las tuberías será la establecida en el proyecto o aprobada por la supervisión, pudiéndose realizar los últimos ajustes en campo, según las condiciones del terreno en el punto de instalación de cada dren. En general, la instalación de los drenes de contacto se realizará de acuerdo a la ubicación indicada en el proyecto, sin embargo la ubicación exacta se determinará conforme lo aprobado por la supervisión. La tubería estará ranurada en toda su longitud y recubierta con un geotextil que funcionará como filtro, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la supervisión.



Es responsabilidad del contratista de obra la conservación de los drenes de contacto, hasta que hayan sido recibidos por la supervisión junto con todo el tramo.

**Medición.-** Cuando la instalación de drenes se contrate a precio unitario por unidad de obra terminada se medirá tomando como unidad la pieza (pza), con aproximación a un décimo (0.1) a satisfacción de la supervisión.

- Zampeado de mampostería junteado con mortero cemento, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** El zampeado es el recubrimiento de superficies con mampostería de piedra o tabique, concreto hidráulico o suelo-cemento, con el fin de protegerlas contra los efectos de la erosión e intemperismo.

De acuerdo con lo indicado en el proyecto se construirá zampeado de piedra, para ello los materiales que se emplearán son los siguientes:

**Roca.-** Tendrán una forma sensiblemente equidimensional y angulosa. No se aceptarán fragmentos redondeados, cantos rodados o lajeados, el tamaño máximo será tal que puedan ser manipulados por una persona, el acabado será según lo señalado en el proyecto o aprobado por la supervisión.

**Mortero.-** Los materiales que lo constituyen cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

El cemento Pórtland cumplirá con lo establecido en la norma N-CMT-2-02-001 calidad del cemento Pórtland; el cemento para albañilería será del tipo y con las características que establezca el proyecto o apruebe la supervisión.

La arena para mortero cumplirá con las siguientes características:

La granulometría determinada mediante el procedimiento de prueba indicado en el manual M-MMP-2-02-020 granulometría de agregados pétreos.

El agua cumplirá con lo establecido en la norma N-CMT-2-02-003 calidad del agua para concreto hidráulico.



**Ejecución.-** Previo a la construcción del zampeado, la superficie por cubrir deberá estar debidamente terminada, limpia y mantenerse húmeda hasta que sea recubierta.

Las piedras se colocarán húmedas comenzando con las de mayores dimensiones en el pie del Cantil. El zampeado se construirá de acuerdo a lo indicado en el proyecto o por la supervisión, cubriendo la superficie del talud donde afloran la escoria y/o las cenizas volcánicas.

La superficie de zampeado se mantendrá húmeda durante tres días posteriores a la terminación de las juntas.

**Medición.-** El zampeado de piedra por unidad de obra terminada se medirá tomando como unidad el metro cúbico ( $m^3$ ), con aproximación a un decimal.

- Suministro y colocación de concreto lanzado para protección de escoria volcánica, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** El concreto lanzado es una mezcla de cemento Pórtland, agregados pétreos, agua, aditivos y fibras en algunas ocasiones, que mediante la fuerza controlada de aire a través de una boquilla, se proyecta sobre una superficie de suelo o roca a fin de obtener una capa de recubrimiento para protegerla contra el intemperismo.

**Ejecución.-** La superficie por cubrir deberá estar limpia, para ello se efectuará un sopleteado con aire; previo a la colocación del concreto la superficie deberá humedecerse por aspersion continua y uniforme de agua.

El espesor del concreto lanzado será de 15.0 cm reforzado con malla de triple torsión sujeta con anclas de 6.0 m de longitud; la parte inferior del concreto se engrosará para formar un dentellón de 50.0 cm de altura y 20.0 cm de espesor, reforzado con fibra de acero a razón de  $40.0 \text{ kg}/m^3$  que servirá como apoyo.

Las anclas de sujeción tendrán una longitud de 6.0 m y se colocarán en una perforación previa de 3", en arreglo tresbolillo a cada 2.5 m, tanto en el sentido longitudinal como en el vertical. El refuerzo interior del ancla estará constituido por una varilla de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro,  $f_y = 4,200 \text{ kg}/cm^2$  con rosca de 20.0 cm de longitud, placa de apoyo de 30.0 x

30.0 cm de ½” de espesor y tuerca hexagonal en el extremo. La inyección del ancla se efectuará con una lechada bombeable de  $f'c= 200 \text{ kg/cm}^2$ .

Previo a la colocación del concreto lanzado se instalarán las preparaciones para los barrenos de inyección de la escoria volcánica.

La resistencia del concreto lanzado será de  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ ; el proporcionamiento se determinará en el laboratorio para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la supervisión, esta determinación será responsabilidad de la empresa contratista.

La arena deberá cumplir con la granulometría indicada, de preferencia entre las líneas continuas (zona 2) como se observa en la figura 66; el uso de arenas finas es preferible ya que generan menos rebote (agregados que no se adhieren y que retachan fuera del área de colocación en forma suelta). La fibra de refuerzo será de acero de 25.0 mm de longitud, 0.25 mm de diámetro y se colocará en la mezcla a razón de  $40 \text{ kg/m}^3$ . El agua para la elaboración y curado del concreto lanzado estará limpia, libre de materia orgánica o de cualquier otra sustancia que afecte la calidad del concreto.

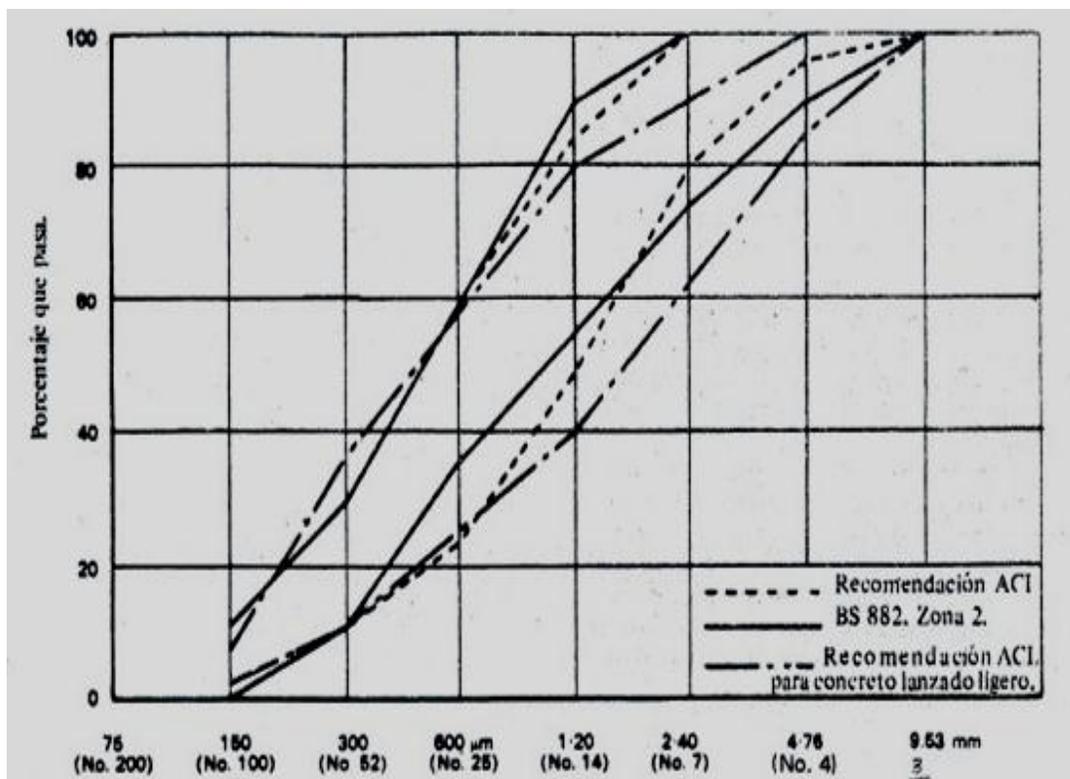


Figura 66. Curvas granulométricas límites de arenas para emplearse en concreto lanzado.



Inmediatamente antes de la colocación del concreto lanzado toda la superficie por cubrir estará exenta de materias extrañas, polvo o grasa. La limpieza se efectuará con agua y aire a presión, o cualquier otro método aprobado por la supervisión. La superficie se mantendrá húmeda desde el momento que se termine la limpieza y hasta la colocación del concreto lanzado.

El equipo que se utilice para la elaboración y colocación del concreto lanzado será el adecuado para obtener la calidad indicada en el proyecto, siendo responsabilidad de la empresa contratista su selección. El sistema de aire comprimido será capaz de suministrar un flujo constante, con una presión mínima a la salida de la lanzadora de  $240 \text{ kN/m}^2$ .

El concreto se lanzará en una serie continua de movimientos de la boquilla en arcos elípticos (cuyos ejes serán de 50.0 cm horizontal y de 20.0 cm vertical) traslapados entre 8.0 y 15.0 cm. La boquilla deberá mantenerse perpendicular a la superficie del Cantil y separada de ella aproximadamente 1.0 m. El lanzado se efectuará de abajo hacia arriba.

El concreto deberá desecharse si el trabajo se ha detenido por más de una hora después de terminado el mezclado; el material de rebote deberá eliminarse y no se usará en ninguna otra mezcla.

Con la última mezcla del día el lanzado deberá escalonarse para formar una arista fina. Esta arista deberá humedecerse y limpiarse con un sopleteado de aire-agua antes de hacer la unión al continuar el trabajo del día siguiente.

El concreto lanzado terminado debe curarse adecuadamente por aspersion continua y uniforme de agua, después de un período de ocho horas de su colocación y por un lapso de siete días.

**Medición.-** Cuando el suministro y colocación de concreto lanzado para protección de escoria volcánica se contrate a precio unitario por unidad de obra terminada, se medirá tomando como unidad el metro cuadrado de superficie cubierta ( $\text{m}^2$ ), con aproximación a un décimo (0.1) a satisfacción de la supervisión.

- Lavaderos de mampostería, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** Los lavaderos son los elementos de conducción de los escurrimientos superficiales que se ubican sobre los taludes de los cortes, para evitar su erosión como se observa en la figura 67.

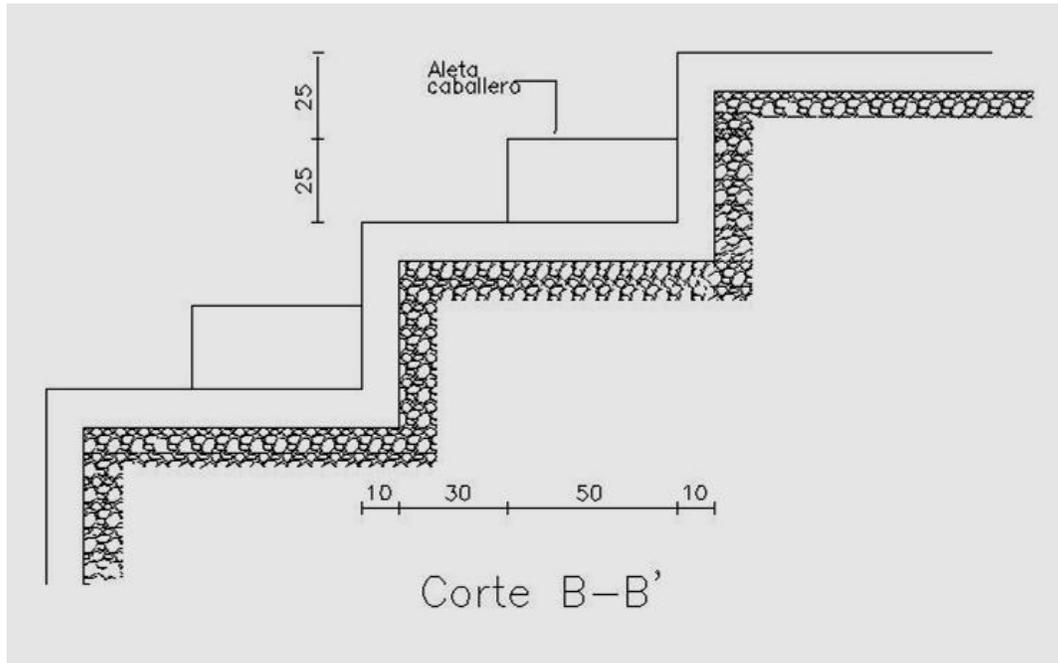


Figura 67. Corte longitudinal B-B' del lavadero.

El material que se empleará para su construcción será el siguiente:

**Roca.-** Tendrán una forma sensiblemente equidimensional y angulosa. No se aceptarán fragmentos redondeados, cantos rodados o lajeados, las dimensiones serán las que se señalen en el proyecto, el tamaño máximo será tal que puedan ser manipulados por una persona, el acabado será según lo señalado en el proyecto o aprobado por la supervisión.

**Mortero.-** Los materiales que lo constituyen cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

El cemento Pórtland cumplirá con lo establecido en la norma N-CMT-2-02-001, calidad del cemento Pórtland; la cal cumplirá con lo establecido en la norma N-CMT-2-01-001, calidad de la cal; el cemento para albañilería será del tipo y con las características que establezca el proyecto o apruebe la supervisión.

La arena para mortero cumplirá con las siguientes características:

La granulometría determinada mediante el procedimiento de prueba indicado en el manual M-MMP-2-02-020, granulometría de agregados pétreos.

El agua cumplirá con lo establecido en la norma N-CMT-2-02-003, calidad del agua para concreto hidráulico.

Concreto hidráulico.- El concreto hidráulico tendrá una resistencia a la compresión de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  premezclado.

Acero de refuerzo.- Varilla corrugada de  $\frac{1}{2}$ ",  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ .

**Ejecución.-** Los lavaderos se construirán de mampostería de tercera clase colados en el lugar, con la forma y dimensiones indicadas en el proyecto. Estos elementos se fijarán al corte mediante dentellones de mampostería de 30.0 cm de profundidad, para garantizar su anclaje y evitar su deslizamiento, como se observa en la figura 68. La descarga de los lavaderos deberá llevarse hasta terreno firme, después del pie del talud y estar provista de un dentellón, también de mampostería.

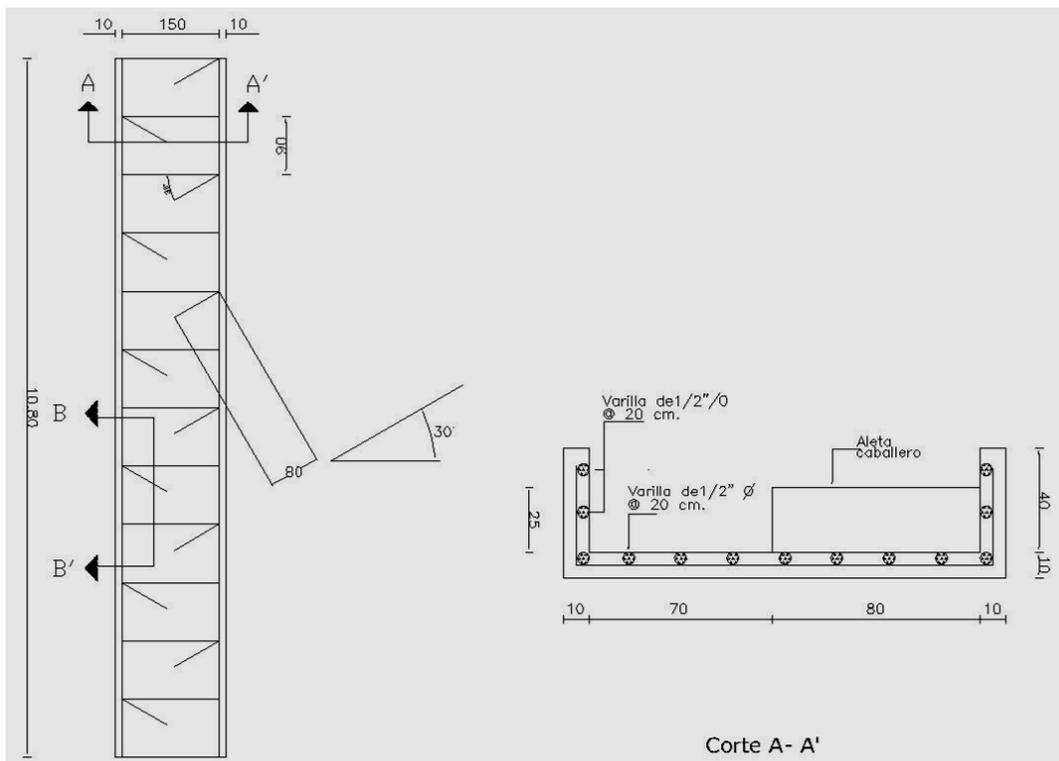


Figura 68. Planta y corte transversal A-A' del lavadero.



**Medición.-** Los lavaderos de mampostería por unidad de obra terminada se medirán tomando como unidad el metro lineal (m), con aproximación de un decimal.

- Tensado de anclas, por unidad de obra terminada.

**Definición.-** El tensado es la aplicación de una fuerza al ancla mediante equipo hidráulico, el cual tiene integrado un manómetro para realizar las cargas indicadas por proyecto, así mismo se debe llevar un control de los alargamientos para obtener la gráfica esfuerzo-deformación del elemento al que se le está aplicando la carga.

**Ejecución.-** El proceso de tensado se ejecutará de la siguiente forma:

Se coloca la placa de apoyo, se revisan cuerdas en el ancla y se pone la tuerca hasta hacer contacto con la placa.

Se coloca la silleta para tensado y la barra tractora con el cople de tracción, se pone el gato hidráulico de émbolo hueco de 20.0 t de capacidad con su tuerca de tracción, se colocan las mangueras de alta presión al gato hidráulico así como el manómetro para tomar las lecturas de la fuerza aplicada, se acopla con la bomba hidráulica, se pone el sistema de micrómetros para medir los alargamientos, independiente del gato hidráulico y la silleta.

Para la aplicación de la fuerza de tensado se procederá de la siguiente forma: se aplicará primero una precarga de 1.0 t para el acomodo del sistema de tensado y el ancla, se toma y registra la carga inicial así como su alargamiento dejando esta carga por un tiempo mínimo de 3 min, volviendo a tomar los registros correspondientes para verificar que el ancla no se esté corriendo, y se procede a la siguiente carga tomando los registros correspondientes, al término de la carga especificada se procede a hacer la gráfica esfuerzo-deformación para verificar el comportamiento del ancla bajo acciones de trabajo. El proceso mediante el uso de micrómetros se realizará en dos anclas por cada 20 anclas tensadas, a las 18 anclas faltantes se aplicará la fuerza de tensado indicada en proyecto, se registra la lectura de la fuerza aplicada y el alargamiento que presente el ancla, se permite medirlo directamente con vernier electrónico, se debe tener cuidado de revisar si el ancla no se está corriendo y se procede a hacer la gráfica esfuerzo deformación, finalizando con el retiro del sistema.



**Medición.-** El tensado de ancla se medirá por pieza (pza) y se considera terminado el proceso de trabajo a la entrega de la gráfica esfuerzo deformación debidamente presentada, anexando las observaciones correspondientes de campo por cada ancla tensada si así lo requiere.

#### **4.1. Preliminares.**

El Cantil está constituido por 18 tramos en los cuales se realizaron trabajos preliminares de estabilización.

Los trabajos preliminares de estudio para estabilizar el Cantil, así como el acercamiento por parte de las autoridades con los vecinos afectados sin tener conflictos se describen a continuación:

- Recorridos a pie en los 18 tramos con vecinos, autoridades y personal especializado para identificar grietas, materiales en peligro de desprendimiento, cavernas, casas al pie de talud y corona con riesgo eminente, posible desalojo de viviendas y prioridad en la ejecución de los trabajos.
- Se realizaron los estudios de mecánica de suelos y mecánica de rocas correspondientes para hacer la propuesta de estabilización.
- Se ejecutaron los estudios topográficos de planimetría definiendo las curvas de nivel a cada metro, secciones transversales a cada 5.0 m y una vista frontal definida a partir de las secciones, de acuerdo al Apéndice 1.
- En base a los estudios realizados y las observaciones hechas en campo se definieron tres zonas de riesgo (bajo, mediano y alto).
- De acuerdo a las observaciones, estudios realizados y a las especificaciones particulares del Cantil, se presentó el proyecto y los planos de estabilización por tramo.
- Los vecinos cuyas viviendas se encontraban con mayor riesgo fueron reubicados con apoyo económico por parte de las autoridades.



- Por ser una zona de alto riesgo delictivo se contó con el apoyo de la fuerza pública.
- Se obtuvieron los permisos correspondientes por escrito de los vecinos que fueron afectados por los trabajos de estabilización.
- Las propiedades desalojadas quedaron bajo resguardo de las autoridades.

Los trabajos preliminares físicamente ejecutados para la estabilización del Cantil fueron los siguientes:

- Limpieza de basura y retiro de materia vegetal a mano en los taludes del Cantil.
- Retiro de material producto de la limpieza y caídos a tiro libre.
- Retiro de material suelto o flojo que a simple vista se nota su desprendimiento del talud.
- Uso de expansivos químicos para descopetar salientes de basalto macizo, fracturado o prominentes, que no permitan el ajuste de mallas metálicas al talud.
- Colocación de muros de mampostería en cavernas y oquedades donde no haya un apoyo de basalto macizo, brechoide o escoria volcánica.
- Inyección de lechada agua-cemento en escoria volcánica.
- Aplicación de lechada agua-cemento sobre talud en área donde se esté desgranando, por acción de intemperismo o por el paso de equipo de perforación.
- Colocación de mallas o barreras elásticas a base de llantas para protección, en caso de algún desprendimiento inesperado.
- La empresa contratista está obligada a realizar recorridos continuamente en todas las zonas, para monitorear los posibles desprendimientos de materiales en



los taludes del Cantil, sobre todo cuando exista algún movimiento sísmico o se tengan lluvias durante la ejecución de los trabajos.

#### **4.2. Acciones.**

Los reconocimientos detallados de campo así como los trabajos preliminares que se ejecutaron permitieron identificar las actividades que se podían calificar como más certeras para asegurar el Cantil, estas actividades fueron definidas con detalle en el capítulo dos de este trabajo, así mismo se dividieron en zonas de bajo, mediano y alto riesgo en función de su geología, estratigrafía y problemática particular de cada una, dependiendo de las construcciones en la corona y en la base del talud se explicaron, de manera general, las acciones ejecutadas en el Cantil y las particularidades se realizaron por zona, dependiendo de la recomendación de cada tramo, ajustándose a las siguientes generalidades: perforación, proceso de estabilización durante la perforación, suministro, habilitado y colocación de anclas, inyección para la generación del bulbo de anclaje, drenes de penetración transversal, suministro e instalación de mallas, suministro y colocación de concreto lanzado de  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , inyección de escoria volcánica, relleno fluido, construcción de zapatas de reacción, tensado en anclas, lavadero y aplicación de mezcla en la superficie del Cantil.

- **Perforación.**

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para la excavación de taludes y paramentos definitivos en roca mediante perforación y voladura, preservando las características naturales de la roca, al limitar niveles de cargas de explosivo cercanas a dichos taludes y paramentos que puedan producir fisuras y/o alteraciones inadmisibles, según las reglas de buena práctica de la técnica de voladuras.

El método de excavación de la roca por perforación y voladura será el compatible con la obtención de paramentos regulares y estables en su talud definitivo. Su elección se hará en función del proyecto, de las características mecánicas de la roca, de su estructura geológica y de su grado de tectonización o de zonas afectadas por deslizamientos.



La longitud de los barrenos de contorno será compatible con la calidad de superficie final exigida y los errores reales del equipo de perforación, que debe bajar de dos centímetros por metro (2.0 cm/m).

Los perforistas presentarán una parte de perforación donde se indicarán las posibles oquedades detectadas durante la operación para evitar cargas concentradas excesivas, y tomarán las medidas necesarias para que los barrenos permanezcan limpios una vez completados con el fin de realizar su carga prevista.

Es esencial para la estabilidad de taludes que su pie conserve lo mejor posible las características naturales que proporciona el terreno en su estado inalterado. Con este fin se seguirán las siguientes recomendaciones:

La longitud y situación de los barrenos de contorno se definirá con precisión, teniendo en cuenta el diámetro de la perforación así como la maquinaria utilizada.

La carga de los barrenos de contorno estará muy ajustada para que, cumpliendo con su función de arranque, el agrietamiento remanente en el macizo de roca sea el mínimo. Por ello, las necesarias cargas de fondo se ajustarán para limitar en lo posible daños al pie de los taludes.

Los barrenos de las hileras más próximas, cuya carga unitaria pudiera causar a la superficie definitiva daños adicionales a los producidos por los barrenos de contorno, especialmente en el pie de talud, se dispondrán y cargarán teniendo muy en cuenta tal posibilidad. Se dedicará especial atención a la longitud total y carga de fondo de tales barrenos. En todo caso, su fondo en el banco inferior no rebasará la profundidad del pie de la excavación en más de cincuenta centímetros (50.0 cm), o el valor que, con arreglo a criterio de daños, figure en el "Plan de excavación por voladuras" y haya sido aprobado por el Director de las Obras.

En caso de que se produzcan repiés localizados, se retirarán por medios mecánicos o por perforación y voladura respetando siempre el criterio de mínimo daño a la roca remanente.



- **Suministro, habilitado y colocación de anclas.**

El suministro, habilitado y colocación de ancla se realizó con varilla de  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$  diámetro de  $\frac{3}{4}$ ". El habilitado de la cuerda en un extremo de la varilla fue de 0.25 m para la ejecución del tensado, para longitudes de 6.0, 12.0 y 18.0 m, en el caso de anclas mayores a 12.0 m de longitud se utilizó un cople con un  $f_y$  mayor a los  $4,200 \text{ kg/cm}^2$ .

El habilitado se llevó a cabo fuera del área de influencia de los trabajos de perforación, ya que por las longitudes es imposible armarlas al momento, así como tenerlas estibadas en la zona, por lo que éstas se van suministrando una vez que ya está a punto de concluir la perforación.

Se colocaron centradores de alambón en juego de tres piezas por punto, fijados con soldadura eléctrica 7018, impregnación de grasa en toda la longitud libre como primer capa de protección contra la corrosión, colocación de tubo de PVC de 1" de diámetro en la longitud libre, como segunda protección y fijado con alambre recocido calibre 18.

Finalmente se colocan tres tramos de poliducto de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro para la inyección; uno que va a todo lo largo hasta 0.2 ó 0.5 m antes de la punta de la varilla y/o ancla, el segundo es de respiración y es colocado en toda la longitud libre, dejándose 0.2 m hacia la longitud del bulbo de anclaje y el tercero se coloca a 0.5 m al interior de la boca del barreno para verificar cuando la mezcla de inyección llega a este punto y suspender la inyección.

Las anclas son trasladadas cuando se requieren, ya que no se pueden dejar en las zonas de trabajo, debido a que éstas pueden ser sustraídas, por lo que se requiere de una brigada de trabajadores especialmente para estar suministrando a las brigadas de perforación, estos movimientos deben de ser con el apoyo de una camioneta; la brigada está compuesta por tres ayudantes y un chofer.

- **Inyección para la generación del bulbo de anclaje.**

Para la generación del bulbo de anclaje en cada una de las anclas se fabricó una mezcla (lechada), a base de cemento-agua-aditivo con una  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  (50.0 kg de cemento por 28-30 litros de agua potable), y dependiendo de las condiciones de



estabilidad de las paredes interiores de la perforación se agregaron los siguientes aditivos: Disperpack y Expansil.

Se colocó con un mezclador eléctrico para fabricar una mezcla homogénea, evitando la generación de grumos que pueden tapar los ductos del equipo de inyección. El proceso es simple, se coloca el agua en el recipiente así como el cemento y los aditivos correspondientes, se mezcla por 5 minutos y se comienza con el proceso de inyección sin interrupción y sin parar el mezclado para no tener sedimentación en los materiales.

Para el bombeo se empleó una bomba Moyno eléctrica L6, la mezcla es bombeada a través de una manguera de 1 ½” de diámetro de alta presión, adaptando en la punta una herramienta para colocar el manómetro y desfogues de presión, este mecanismo se acopla al poliducto de ½” de diámetro, previamente instalado cuando se realizó el armado del ancla, la cual sobresale 1.0 m respecto a la boca del barreno; la presión de inyección está en función de los materiales que se encuentran en cada barreno, para el caso de materiales tipificados como rellenos se debe generar una presión de 1.5 kg/cm<sup>2</sup> y 3.0 kg/cm<sup>2</sup> para materiales como basalto masivo y basalto fracturado.

Por las irregularidades que tiene el Cantil se realizaron adecuaciones y dispositivos de sujeción para los movimientos del equipo, herramienta y del personal, como el emplear líneas de vida adicionales, cuerdas de seguridad, arneses, cuerdas adicionales para el ascenso y descenso del personal técnico. Se tuvo cuidado en el uso de los aditivos que se emplearon (Disperpack y Expansil), lavando continuamente el equipo de inyección ya que de lo contrario se empiezan a generar placas de la propia mezcla que provocarán taponamientos tanto en el equipo como en las mangueras de inyección del ancla.

El abastecimiento de agua se ejecutó diariamente por la mañana y por la tarde para evitar contratiempos al día siguiente debido al consumo de agua en esta actividad.

- **Drenes de penetración transversal.**

La longitud del dren está en función del tipo de material encontrado durante la etapa de perforación para las anclas, y se ejecuta después de haber inyectado la lechada agua-cemento con la finalidad de no tapar los ductos y dejarlos libres para que trabajen correctamente, la inclinación será de 10 a 15° ascendente, no se permite el



uso de ademe en la perforación debido a la película de material que se forma en la pared del barreno y no permite el drenado del material.

El habilitado de drenes de penetración transversal se realizó con tubo de PVC RD-26 de 2”, y se ranuró el 42% del área de su diámetro con espesores de 5.0 mm, así mismo se envolvió con una malla geotextil en toda su longitud con una punta cónica perdible, para evitar que al momento de ser introducido al interior del barreno, éste se llene de material de rezaga producto de la perforación y se dañe.

El dren, una vez ranurado y forrado con la malla sólo se mete en el barreno teniendo especial cuidado en dejar las ranuras hacia arriba para que trabaje adecuadamente, calafateando la boca del barreno para evitar el ingreso de animales y evitar que sea sacado de su posición por vandalismo, se recomienda dar una limpieza periódica para evitar que se llene de basura o raíces de plantas.

- **Suministro e instalación de mallas.**

Para la estabilización del Cantil se contemplaron tres tipos de mallas en función del riesgo de cada tramo.

Para tramos con riesgo tipificado como bajo se utilizó malla de triple torsión de alta resistencia forrada con PVC; la cual es una malla de 2.0 m de ancho por 50.0 m de longitud y se teje con alambre galvanizado forrado con PVC, al perímetro se coloca cable de acero de ½” de diámetro, para cerrar y evitar que se descosa la malla, se coloca en lienzos de forma vertical tratando de tener el mínimo de detalles para evitar la superposición de lienzos.

Para tramos tipificados como de alto riesgo se utilizó la malla tipo Tecco, la cual tiene más resistencia en sus propiedades mecánicas y es más accesible en su colocación por el mismo diseño del mecanismo de trabajo, esta malla se coloca de la misma manera que la cubierta de PVC, siendo la diferencia que se tienen unas grapas especiales para unir los lienzos, y las placas de apoyo tienen un sistema de ranurado para pasar el cable de acero y una forma geométrica especial para no aplastar la malla, al perímetro se colocan escarpas de varilla de ¾” de 80.0 cm de longitud clavadas con marro o con perforadora de pie para evitar el abombamiento de la malla.



El suministro de las mallas de triple torsión se realizó con una empresa mexicana dedicada a esta especialidad, que también hace los enlaces correspondientes para la importación de mallas y materiales de origen extranjero como la malla Tecco.

Por lo que concierne a la malla B-900 tipificada para usarse en tramos de mediano riesgo (y que fue la más usada), se coloca de la misma manera, la diferencia radica en que esta malla tiene un refuerzo adicional de cable de acero en sección de 60.0 x 90.0 cm y va tejida con cable de acero de 5/16” de diámetro, adicional al cable de acero perimetral de 1/2” que llevan las otras mallas, y al igual que las anteriores se colocan escarpas para evitar el abombamiento de la malla en el talud, permitiendo que la colocación de la malla sea lo más pegada posible al terreno natural.

- **Malla B-900.**

Está constituida por malla de triple torsión reforzada con cable de acero 5/16” de diámetro galvanizado, en un arreglo o separación de 2’ respecto a la horizontal por 3’ en la vertical.

Para su instalación en el Cantil se tomará la medida de la sección (altura), y se corta de acuerdo al desarrollo topográfico que tiene la cara del talud, una vez cortada la sección de la malla ésta se sube con el apoyo de dos lazos que sujetan cada uno de los extremos y, en su caso, si es necesario se coloca otro en la parte media.

Una vez que la malla está colocada en el hombro del Cantil o talud, se hace un dobléz de 50.0 cm hacia el interior y se teje, en esta separación se introduce al final un cable de acero de 1/2” de diámetro, que quedará fijado en todas las anclas del hombro, el proceso de corte y fijado de la malla se repite y está en función del área a tratar.

Debido a que la sección de la malla (ancho) es de 3.5 m, se están haciendo secciones de 7.0 m para poder instalar la malla en las anclas.

Para el tejido entre lienzos se deja un espacio de 10.0 a 15.0 cm, para que al momento de tejerla se haga una tensión que permita que la misma trabaje de manera activa. Para lo anterior se emplea un cable de acero galvanizado de 5/16” de diámetro en toda la altura, quedando un hueco.



Concluido el tejido, en la parte baja también se le hace un dobléz de 50.0 cm hacia adentro y éste se teje, en el interior de este dobléz se colocó un cable de acero de 3/8” de diámetro, el cual queda debidamente asegurado por las anclas que van en la parte baja del talud (pateo).

Cabe aclarar que debido a las condiciones y comportamiento del cuerpo del talud, las maniobras para el izado de las mallas, así como el tránsito del personal, los movimientos de la herramienta y equipo, son cuidadosamente llevados a cabo ya que, a pesar de tener la instalación de todo el sistema de anclaje, se presentan desprendimientos de bloques (boleos).

Por otra parte también se aplican medidas de seguridad para los desplazamientos del personal, líneas de vida, cuerdas adicionales o las que requieran para hacer la colocación de las mallas, así como cuerdas para ascender y descender cuando esto es necesario, esto también impacta, ya que provoca que los rendimientos se reduzcan.

- **Tensado en anclas.**

Para el tensado en anclas se empleó un equipo hidráulico y/o manual de acuerdo a las condiciones y maniobras que se realizaron, como se observa en la figura 99. El gato que se empleó es de 20.0 t además de una bomba manual, ambos marca Enerpac, en alturas de 0.0 a 16.0 m, aplicando inicialmente una carga de 1.5 a 2.0 t para el acomodo del cabezal de anclaje, descargándolo, para que posteriormente se aplicara la carga de proyecto, en intervalos e/o incrementos entre carga y carga.

Debido a que las condiciones de los accesos eran restringidas para el tránsito del personal y equipo, se emplearon líneas de vida, cuerdas para aseguramiento del personal y equipo de tensado, así como cuerdas de ascenso y descenso del personal técnico.

# Capítulo 5

## Procedimiento constructivo



## **5. Procedimiento constructivo.**

En enero de 2009 se registró una falla de talud en el Cantil de la colonia Palmitas de la delegación Iztapalapa, ante el conocimiento de este evento se presentaron al sitio las autoridades de la Secretaría de Protección Civil del Gobierno Central, en conjunto con el personal técnico, la Dirección General de Obras Públicas y las diversas dependencias de la delegación Iztapalapa, así como las diferentes compañías privadas a quienes se les encomendó la ejecución de la obra, el control administrativo y la elaboración de las recomendaciones técnicas de estabilización para la disminución del riesgo.

Durante la realización de los múltiples recorridos de inspección a cargo del personal técnico de la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal, se determinó que para poder obtener una información más completa y directa de todo el Cantil, era necesario realizar una serie de actividades preliminares en toda la cara del talud, así como de todo el material depositado (basura, cascajo, desechos orgánicos) en el pie del mismo; cada una de estas actividades se desarrollaron antes de iniciar los trabajos y durante la ejecución de los mismos.

A continuación se describen cada una de las actividades que se realizaron en el proceso constructivo para la estabilización de dicho Cantil, cabe aclarar que cada zona tenía un comportamiento diferente, a pesar de que los materiales que componían el cuerpo del Cantil estaban plenamente identificados, por lo que fue de gran importancia el implementar un seguimiento de cada una de las actividades, así como no escatimar en las medidas de seguridad para el bienestar de cada uno de los trabajadores que participaron en el desarrollo de los trabajos.

### **5.1 Limpieza, desyerbe y amacice.**

Con el objeto de poder identificar de manera más precisa cada uno de los estratos de los que se componían cada tramo del Cantil, fue necesario realizar una limpieza y desyerbe. Cada tramo del Cantil estaba conformado topográficamente de manera distinta y tenía ángulos de inclinación de 75 a 90° o más, es decir, tenían muchas secciones en cantiliver (pendientes mayores de 90°), con cambios muy abruptos que dificultaron los movimientos, las maniobras del personal y equipo, así como los

suministros de todos los materiales que intervinieron en el desarrollo de cada una de las actividades, como lo observamos en la figura 69.



**Figura 69. Limpieza manual de talud.**

El Cantil fue utilizado como un banco de depósito de desperdicio de material de construcción (cascajo), banco de depósito de todo tipo de basura orgánica e inorgánica, se tenía el nacimiento de follaje y flora silvestre propia de la zona, que fue necesario retirar antes de cualquier actividad (figuras 70 y 71).

Inicialmente se realizó el retiro de la basura en forma manual, sólo empleando herramienta ligera y depositándola al pie del Cantil. La flora silvestre se retiró una vez que las autoridades competentes realizaron una visita al área y otorgaron los permisos correspondientes, o en su caso, ellos se encargarían del retiro y/o poda; cabe aclarar que esto último no sucedió porque la empresa a cargo de la ejecución de los trabajos fue la que lo realizó.



Figura 70. Depósitos de basura que se retiran constantemente durante el proceso de la obra.



Figura 71. Retiro de árbol en zona inestable.

Los materiales depositados en el pie del talud fueron llevados manualmente hasta un banco de acopio a una distancia de 20.0 m, siendo encostalados de forma manual y cuando los accesos lo permitieron se realizó el acarreo empleando carretillas. Posteriormente fueron retirados hasta un banco de tiro autorizado por la Dirección General de Obras del Gobierno del Distrito Federal.

El amacice consistió en retirar los bloques que se encontraban sueltos a punto de desprenderse, esto se hizo en toda la superficie del Cantil, aquí también se realizó de forma manual y con herramienta ligera, como se puede observar en la figura 72.



Figura 72. Amacice del material.

Para desarrollar cada una de estas actividades fue necesario que el personal hiciera uso de líneas de vida, cuerdas de seguridad e instalación de dispositivos de sujeción: anclas (cortes a base de varilla corrugada, alojadas en una perforación previa e inyectadas con una lechada a base de cemento-agua de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ ).

Para el caso particular del amacice fue muy importante que el personal técnico estuviera al pendiente del retiro de los bloques, ya que por la misma formación

geológica y la orientación de las grietas estaban acomodados desfavorablemente; esta situación fue induciendo a llevar un seguimiento muy meticuloso. Para lo anterior se tuvo que contar con cuerdas adicionales para el ascenso y descenso del personal técnico.

Para el manejo de las líneas y cuerdas de vida se contó con personal calificado: para la realización de las maniobras, los cambios de posición, y estar cuidando las condiciones de los equipos (vida útil).

Cuando se detectó que se tenía la presencia de bloques de regular tamaño, los cuales ponían en riesgo la integridad del personal o que podían generar daños a las viviendas, así como a los peatones que transitaban sobre las calles que rodean el Cantil, el personal tenía que bajar y depositar los bloques de manera controlada hasta el pie del talud, fragmentarlos para poder maniobrar con ellos y retirarlos hasta el banco de depósito, como se muestra en la figura 73.



**Figura 73. Retiro de bloques inestables en forma controlada.**



El precio autorizado para la realización de estos trabajos incluyó: el personal encargado de los trabajos sobre la cara del talud, el personal asignado diariamente para cuidar y hacer los movimientos de las cuerdas y líneas de vida en el hombro del Cantil, ya que éstas son instaladas y retiradas al concluir la jornada de trabajo, debido a que si son dejadas a la intemperie (colocadas en el hombro) podían ser sustraídas o utilizadas, por lo que fue necesario evitar que se presentaran esta serie de acontecimientos.

Por otra parte esta actividad se presentó diariamente en cada sección del Cantil, ya que a pesar de la intervención que se estaba haciendo, los habitantes de la colonia seguían depositando sus desechos, situación que implicaba que jornada tras jornada se estuviera haciendo limpieza del área.

También estaba considerada la extracción del material al banco de depósito, carga y acarreo en camión al banco de tiro.

## **5.2 Trazo topográfico.**

Se entenderá como trazo a la ubicación y localización de cada uno de los puntos de perforación en pendientes mayores, de 85 a 90°. Dependiendo de las condiciones del material de la cara del talud, fue necesario el empleo de varilla de 3/8” de diámetro por 0.40 m de longitud, pintura fosforescente en aerosol para la identificación de los puntos, y que estos fueran plenamente identificados por cada uno de los trabajadores (figura 74).

Para realizar el trazo era necesario el empleo de líneas de vida, cuerdas de seguridad: 4.0 de 40.0 m de longitud o más dependiendo de las necesidades que se presentaran al momento de realizar la actividad, en la cual se tenían que considerar los problemas de inestabilidad provocadas por la erosión, los caídos y el flujo de material, para tomar las debidas medidas de seguridad.

En esta actividad se contó con la intervención del personal encargado de los trabajos, para ir cuidando el comportamiento y movimiento de las cuerdas conforme se avanzaba en el trazo, abasteciendo de materiales y herramientas que se iban requiriendo.



Figura 74. Ubicación en forma manual de los puntos para perforación y colocación de anclas de refuerzo.

En el trazo fue necesaria la participación del personal técnico de las diferentes empresas que participaron en la ejecución de los trabajos. Lo anterior fue con la finalidad de llevar un control de los volúmenes, así como de conocer la ubicación física de cada uno de los puntos.



Figura 75. Trazo en talud a 90°.

Para desarrollar esta actividad fue necesario que el personal técnico hiciera uso de líneas de vida, cuerdas de seguridad y cuerdas para el ascenso y descenso de la cara del talud, como se observa en la figura 75.

### 5.3 Perforación.

La perforación se realizó en un diámetro de 3 ½ a 4”, empleando equipo neumático móvil Drill (Stenuick) y compresor Ingersoll Rand 825 psi, manguera oroflex de 2 ½” de diámetro, barras de perforación de 2.0 m de longitud por 2 ¼” de diámetro cuerda NW, a cualquier profundidad, en una altura de 0.0 a 16.0 m, con pendientes de 85 a 90° y, en muchos casos, con pendientes negativas es decir en cantiliver, con broca de botón e insertos de carburo de tungsteno y martillo de fondo de 100.0 mm, como se observa en la figura 76.



Figura 76. Perforación en el talud mediante el uso de equipo móvil Stenuick.

Considerando que los tipos de material que predominaban en el área eran basalto masivo, basalto fracturado, escoria volcánica, basalto brechoide y ceniza volcánica y,

tomando en cuenta que existían cambios abruptos hacia el interior del talud (Cantil), la presencia de caídos de material a distintas profundidades provocó que la herramienta de perforación se anillara, impidiendo que la misma se retraiga, cerrándose la perforación hacia la parte de atrás, reduciéndose el avance por las pérdidas de material así como las de aire.

Por las condiciones que tiene el Cantil tuvieron que hacerse adecuaciones y colocar dispositivos de sujeción para los movimientos del equipo, herramienta y personal. Para poder hacer los cambios entre puntos de perforación, se contaba con el apoyo de cuatro personas como mínimo, y el empleo de líneas de vida adicionales, cuerdas de seguridad, arneses, cuerdas para el ascenso y descenso del personal técnico, como se observa en la figura 77.



**Figura 77. Perforación en talud.**

Cabe hacer hincapié que, debido a que la zona de trabajo era altamente insegura, diariamente al concluir la jornada de trabajo eran desmontados los motores de cada

uno de los equipo de perforación, teniendo que montarse al día siguiente al iniciar la jornada de trabajo.

A los equipos (compresores) que generan el aire para el funcionamiento de los equipos de perforación, se les tiene que adicionar un tanque auxiliar de almacenamiento de aire, el cual ayuda a evitar fugas de aire cuando se estaban realizando los cambios entre puntos de perforación.

Las mangueras que conducen el aire del sistema de alimentación (compresor - tanque de almacenamiento) hacia el equipo de perforación se tenían que retirar al concluir la jornada de trabajo, sobre todo las que se localizaban al pie del camino, reinstalándolas al día siguiente. Las que se encontraban de manera permanente, era porque se instalaron fuera del alcance de los habitantes de la zona, y se requería de escaleras para poder desmontarlas, actividad que era demasiado evidente, por otra parte, también era necesario que al terminar la jornada de trabajo se desmontaran las baterías de cada uno de los compresores, para reducir el riesgo de ser sustraídas, por lo que diariamente eran instaladas antes de iniciar las actividades.



**Figura 78. Perforación en basalto brechoide.**

#### 5.4 Suministro, habilitado y colocación de anclas.

En el suministro, habilitado y colocación de anclas de varilla de  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$  con un diámetro de  $\frac{3}{4}$ ", a una altura de 0.0 a 17.0 m, fue necesario la habilitación de cuerda en un extremo de 25.0 cm para la ejecución del tensado de 6.0, 12.0 y 18.0 m, y en el caso de las anclas mayores de 12.0 m de longitud se consideró un cople con un  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , figura 79.



Figura 79. Habilidad en obra de cuerdas para anclas de varilla corrugada.

La colocación de centradores a base de acero (alambión) del No. 2 en juego de tres piezas por punto, fueron fijados con soldadura eléctrica 70/18, impregnación de grasa en toda la longitud libre como primer capa de protección contra la corrosión, y colocación de tubo de PVC de 1" de diámetro en la longitud libre como segunda protección contra la corrosión, fijada con alambre recocado calibre 18.

Finalmente se colocaron tres tramos de poliducto de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro para su inyección; el primero que corría a todo lo largo hasta 0.2 ó 0.5 m antes de la punta de la varilla y/o ancla, el segundo es de respiración y está en toda la longitud libre dejando 0.2 m hacia la longitud del bulbo de anclaje, y el tercero se colocó a 0.5 m al interior de la boca del barreno para verificar cuando la mezcla de inyección llegaba a este punto y suspender la inyección, figura 80.

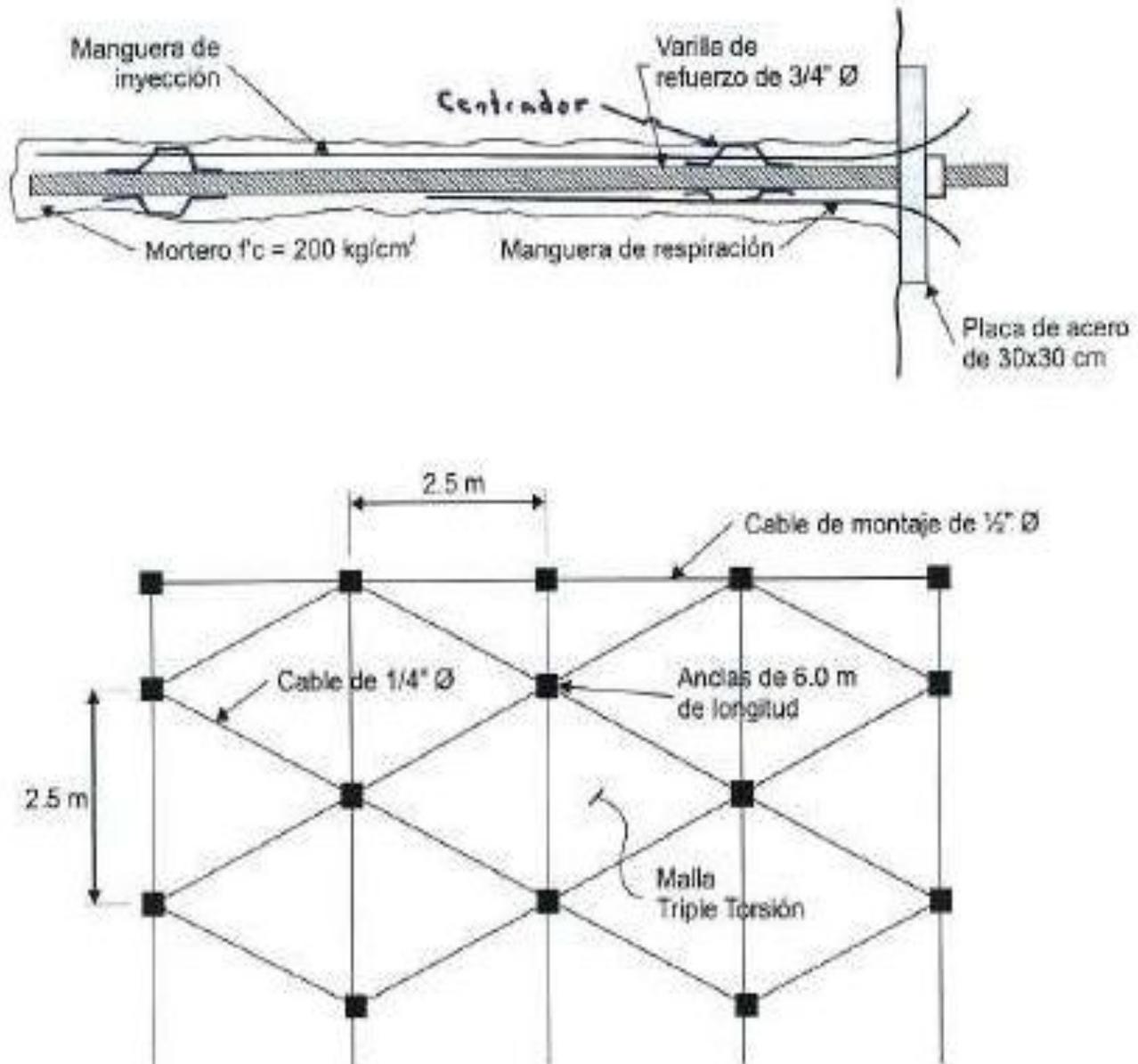


Figura 80. Esquema de armado de anclas de varilla corrugada y croquis de distribución de las mismas en el talud.

El habilitado se llevó a cabo fuera del área de influencia de los trabajos de perforación, ya que por las longitudes era imposible armarlas al momento, así como tenerlos

estibados en la zona, por lo que éstas se iban suministrando una vez que ya se tenía la perforación terminada, figura 81.



Figura 81. Colocación de anclas.

Cabe aclarar que debido a las condiciones tan irregulares en el comportamiento del interior de la masa de suelo, existen anclas a las cuales se le adicionó una funda de tergalina, fabricada en un diámetro de 4” por la longitud requerida; para el caso de esta obra fueron de 12.0 a 18.0 m, como se observa en la figura 82.



**Figura 82. Soldado, preparación de anclas y colocación de tergalina, para tener menor pérdida de inyección lechada agua-cemento.**

Por otra parte, debido a las condiciones que presentaban las maniobras de colocación de anclas hacia el interior del barreno, fue sumamente necesario la utilización de líneas de vida, cuerdas de seguridad, así como cuerdas para el manejo de los materiales.

La posición final de las anclas se determinó en campo y estuvo condicionada a las irregularidades topográficas de la superficie del Cantil, como se puede apreciar en las figuras 83 y 84.



**Figura 83. Colocación de anclas en concreto lanzado.**



**Figura 84. Colocación de anclas en zona de pendiente.**

### 5.5 Inyección para la generación del bulbo de anclaje.

Para la generación del bulbo de anclaje en cada una de las anclas se fabrica una mezcla (lechada), a base de cemento-agua-aditivo con una  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  (50.0 kg de cemento por 30.0-32.0 litros de agua potable), dependiendo de las condiciones de estabilidad de las paredes interiores de la perforación se agregan los aditivos Disperpack y Expansil, las cantidades son variables e influye la temperatura que se tiene diariamente, en casos extremos se está recomendando el uso de arena muy fina. La lechada agua-cemento será bombeada con bomba Moyno (figura 85).



Figura 85. Bomba Moyno con manómetro para inyección de lechada agua-cemento.

Cabe aclarar que la arena se recomienda cuando se están registrando sobre consumos de la mezcla de inyección, con la finalidad de crear una mayor rugosidad y tenga menor fluidez; sin embargo se debe tener cuidado, ya que por sus características

abrasivas provocan un mayor desgaste en los equipos de inyección, la cantidad está sujeta al comportamiento del equipo utilizado, así como a la experiencia del personal encargado de los trabajos, figura 86.



Figura 86. Adecuaciones en el equipo de inyección.

Para su colocación es necesario contar con un mezclador neumático o eléctrico, el cual permitirá fabricar una mezcla bastante homogénea, evitando la generación de grumos que pueden tapan los ductos del equipo de inyección.

Para el bombeo se emplean distintos equipos y su uso está en función de las condiciones del terreno, en este caso en particular y por las condiciones topográficas de la zona, se fabricó un equipo que está compuesto por un tanque de almacenamiento propulsado por un compresor Ingersoll Rand 375 psi.

La mezcla es bombeada a través de manguera de 1 ½” de diámetro de alta presión, adaptando la punta al poliducto de ½” de diámetro, previamente instalado cuando se realizó el armado del ancla, el cual sobresale 1.0 m respecto a la boca del barreno; la

presión de inyección está en función de las condiciones mecánicas que se encuentran en cada barreno, para el caso de materiales tipificados como rellenos se debe generar una presión de 1.5, y 3.0 kg/cm<sup>2</sup> para materiales como basalto masivo y basalto fracturado (figura 87).

Por las condiciones que tiene el Cantil deben hacerse adecuaciones y colocar dispositivos de sujeción para los movimientos del equipo, herramienta y personal; así como el empleo de líneas de vida adicionales, cuerdas de seguridad, arneses, cuerdas para el ascenso y descenso del personal técnico.



**Figura 87. Inyección en barreno con manómetro en la entrada del mismo para garantizar la presión de proyecto.**

Aquí debe tenerse especial cuidado, ya que por los aditivos que se están empleando (Disperpack y Expansil), los equipo de inyección deben de ser plenamente lavados ya que de lo contrario se empiezan a generar plastas de la propia mezcla, que con el paso del tiempo generarán taponamientos graves en todo el equipo, por lo que se tienen instalados tanques de almacenamiento de 5,000.0 lt.

Los abastecimientos de agua se hacen diariamente, e inclusive a pesar de que se suministra por las tardes para evitar contratiempos al día siguiente, se han presentado problemas en los tanques de almacenamiento ya que han sido saboteados, provocando fugas de agua, por lo que nuevamente se tiene que abastecer una vez que se arregla el tanque.

### 5.6 Proceso de estabilización durante la perforación.

Una de las actividades fundamentales para disminuir el riesgo en el Cantil, era la construcción de un sistema de anclaje; siendo la perforación la parte crítica de los trabajos, misma que se desarrolló en los tramos ZEP – 3, ZEP – 13 y ZEP - 15.

Los tipos de material que estaban predominando en la zona eran basalto masivo, basalto fracturado, brechoide y escoria volcánica. Debido a la complejidad y características del material, así como a su inestabilidad, se registraron pérdidas de material, pérdidas de aire y cavernas de diferentes profundidades que provocaron que la herramienta de perforación se anillara.



Figura 88. Mezcla cemento arena para ademar las paredes del barreno.

Por lo anterior, fue necesario implementar diferentes procesos constructivos para estabilizar las paredes interiores del barreno; utilizándose una mezcla de cemento-tepetate-agua, cemento-agua, cemento-arena (figura 88), así como espuma química Riocell 30 para la expulsión de los detritos que quedan atrapados entre la herramienta de perforación y las paredes del barreno, evitando que la herramienta utilizada pueda ser sacada.

Las distintas mezclas fueron fabricadas a mano en botes de 19.0 lt de capacidad, en el caso de las que contenían tepetate – cemento – agua, se cuidó que el tepetate estuviera libre de grumos y boleos, ya que estos no deben quedar entre el espacio anular que forman las paredes de la perforación y la herramienta.



**Figura 89. Colocación de producto químico (espuma y agua) para evitar la caída del barreno en estratos de arenas y evitar el polvo de la rezaga en lugares específicos.**

Una vez que la mezcla era depositada, se empleaba el motor de rotación para que las barras, al momento del giro, fueran impregnando las paredes y formaran una película llamada cake, que en el mejor de los casos, sellaba las grietas que se encontraban al interior del barreno, figura 89.

Cada una de las acciones reducía considerablemente el rendimiento de la perforación, ya que a pesar de la pericia de cada uno de los perforistas, ninguna actividad puede garantizar que, concluida la perforación, ésta no se colapse, sin embargo, a pesar de las condiciones inestables del material los avances se fueron dando.

### **5.7 Drenes de penetración transversal.**

Suministro, habilitado y colocación de drenes de penetración transversal a base de tubo de PVC RD-26, con ranuras de 5.0 y 10.0 mm de espesor, cubriendo un área del 42% del diámetro del tubo de 2” y un espesor de pared de 2.54 mm, envuelto con un geotextil en toda su longitud y una punta cónica perdible, para evitar que al momento de ser introducido al interior del barreno, éste se llene de material de rezaga producto de la perforación y se dañe, como lo podemos apreciar en la figura 90.



**Figura 90. Colocación de dren transversal.**



La longitud del dren está en función del tipo de material encontrado durante la etapa de perforación, la inclinación será de 10 a 15° ascendente.

Por las condiciones que tiene el Cantil deben hacerse adecuaciones y colocar dispositivos de sujeción para los movimientos del equipo, herramienta y personal, así como el empleo de líneas de vida adicionales, cuerdas de seguridad, arneses, cuerdas para el ascenso y descenso del personal técnico.

### **5.8 Suministro e instalación de mallas.**

La longitud total del Cantil está estimada en 1,000.0 m y zonificado por la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal en 18 tramos. Las recomendaciones para la estabilización encaminadas a disminuir el riesgo contemplaron tres tipos de malla, las cuales estuvieron en función del análisis y características de los materiales en cada uno de los tramos, de acuerdo al resumen presentado en el capítulo dos.

Para aumentar la estabilidad del Cantil se propuso el empleo de malla metálica híbrida, constituida con malla de triple torsión reforzada con cables de acero de 5/16” de diámetro, formando una retícula de 61.0 x 91.0 cm, sujeta con anclas de 6.0 m de longitud, trabajando a 3.0 t cada una, se colocaron en arreglo tresbolillo a cada 2.5 m en ambos sentidos. El refuerzo interior de las anclas estuvo constituido por una varilla corrugada de ¾” de diámetro y se inyectaron con una lechada bombeable de  $f'c = 200.0 \text{ kg/cm}^2$  a una presión de  $1.5 \text{ kg/cm}^2$ .

La superficie del área del Cantil se preparó por medio de trabajos de amacice ligero o superficial, limpieza y/o afine de material suelto, con el fin de garantizar que no subsista en la superficie. Se procedió a la colocación de la malla metálica híbrida, cortando lienzos según la altura de cada corte, se jaló desde la parte superior y se fijaron con anclas como se indica en el proyecto. La malla se colocó siguiendo el contorno de la superficie del Cantil, con una separación máxima de tres centímetros.

En la parte superior e inferior se tuvo que hacer un dobléz a la malla de 50.0 cm, bien cosido, y respecto al cable fue de acero con diámetro de ½” y se colocó a todo lo largo de la superficie protegida con malla.

La malla híbrida debió unirse a tope entre ancho y ancho de cada rollo, con cable de acero galvanizado de diámetro 5/16”, esta unión se hizo hilvanando los cables de los extremos de cada rollo.

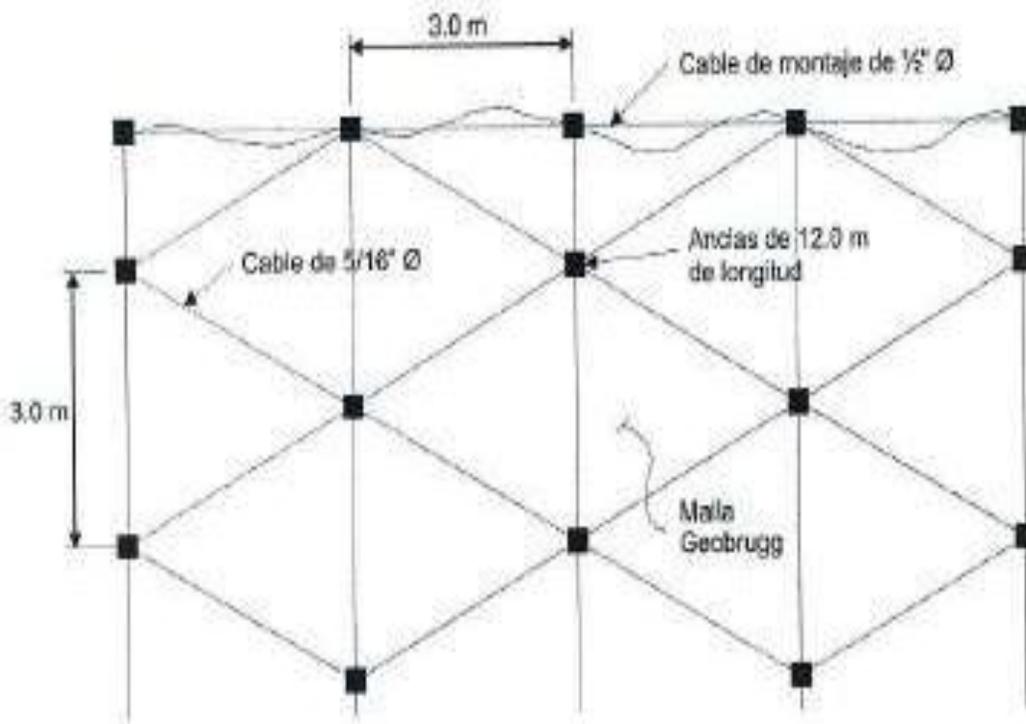
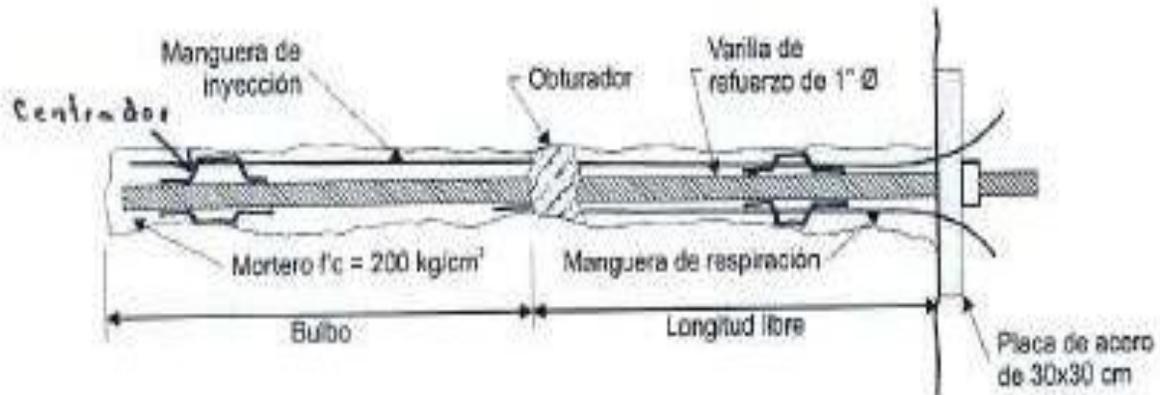


Figura 91. Malla alta resistencia reforzada con cables galvanizados y anclas.

**a) Estabilización con mallas de triple torsión y anclas.** En las zonas de basalto brechoide donde el talud no era muy escarpado se emplearon mallas de triple torsión de 2.0 mm, fijadas a la cara exterior del talud con anclas de 6.0 m de longitud a cada

3.0 m, tanto vertical como horizontalmente en arreglo tipo tresbolillo, constituidas por varillas de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro y  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , colocadas en barrenos de 3", fijadas con centradores e inyectadas con mortero de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ . En las zonas donde hubo basureros las mallas de triple torsión incluían un forro plástico, como se observa en la figura 92.



Figura 92. Colocación de malla triple torsión cubierta de PVC.

**b) Estabilización con mallas de triple torsión mixtas y anclas.** En el basalto brechoide y las arenas se emplearon mallas de triple torsión mixta de 2.0 mm, con cables horizontales y verticales de  $\frac{5}{16}$ ", en arreglo de 2' x 3', (malla tipo Maccaferri B900) y malla sombra de polietileno al 70% (en la zona de las arenas); fijadas a la cara exterior del talud con anclas de 6.0 m de longitud a cada 2.5 m, tanto vertical como horizontalmente en arreglo tipo tresbolillo, constituidas por varillas de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro y  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$  colocadas en barrenos de 3", fijadas con centradores e inyectadas con mortero de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , como se observa en la figura 93.



Figura 93. Colocación de malla triple torsión mixta reforzada con cable de acero.

**c) Estabilización de bloques con mallas de alta resistencia y anclas.** En las zonas donde se tenían bloques fracturados o basalto brechoide con bloques de basalto, para garantizar la estabilidad del corte se instaló un anclaje profundo con anclas activas y mallas de alta resistencia (Tecco tipo G65/3 mm), como la que se observa en la figura 94, con un cable galvanizado de refuerzo de 12.0 mm en la parte superior, con placas de acero de 30.0 cm de lado apoyadas sobre la malla, y cables de refuerzo galvanizados de 12.0 mm en la parte superior y de 6.0 mm, en arreglo romboidal entre las placas (las placas se protegieron con pintura epóxica), fijadas a la cara exterior del talud con anclas activas.

En este caso las anclas fueron de 12.0 m, con bulbo de reacción de 6.0 m inyectado a una presión de  $3.0 \text{ kg/cm}^2$ , las anclas se colocaron horizontalmente, con refuerzo interior constituido por una varilla de 1" de diámetro en un patrón tresbolillo, de 2.5 x 2.5 m o 3.0 x 3.0 m y carga de trabajo de 5.0 t en las zonas de basalto brechoide, y con

anclas de 12.0 m de longitud colocadas a cada 3.0 m en arreglo tresbolillo, en las zonas de basalto fracturado.



Figura 94. Colocación de malla de alta resistencia Tecco.

En virtud de la geometría y oquedades que quedaron al desprender los bloques sueltos, se propuso cerrar el espaciamiento de las anclas de 3.0 a 2.5 m en ambas direcciones. Asimismo, la ubicación de las anclas se tuvo que ajustar a la topografía local, para que quedaran en las partes en que la malla está más separada de la cara del Cantil, y así poder tensar mejor la malla.

### 5.9 Malla B-900

Por lo que concierne a la malla B-900 especificada para usarse en tramos de mediano riesgo (y que fue la más usada), se coloca de la misma manera, la diferencia radica en que esta malla tiene un refuerzo adicional de cable de acero en sección de 60.0 x 90.0 cm, y va tejida con cable de acero de 5/16” de diámetro, adicional al cable de acero

perimetral de  $\frac{1}{2}$ ” que llevan las otras mallas y, al igual que las anteriores, se colocan escarpas para evitar el abombamiento de la malla en el talud permitiendo que la colocación de la malla sea lo más pegada posible al terreno natural.

Está constituida por malla triple torsión reforzada por cable de acero  $5/16$ ” de diámetro galvanizado, en un arreglo o separación de 2’ respecto a la horizontal por 3’ en la vertical, como se observa en la figura 95.



Figura 95. Colocación de malla triple torsión reforzada con cable de acero de  $5/16$ ” de diámetro.

Para su instalación en el Cantil se tomará la medida de la sección (altura), y se corta de acuerdo al desarrollo topográfico que tiene la cara del talud, una vez cortada la sección de la malla, ésta se sube con el apoyo de dos lazos que sujetan cada uno de los extremos y, en su caso, si es necesario se coloca otro en la parte media.

Una vez que la malla está colocada en el hombro del Cantil o talud, se hace un doblez de 50.0 cm hacia el interior y se teje, en esta separación se introduce al final un cable de acero de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, que quedará fijado en todas las anclas del hombro, el proceso de corte y fijado de la malla se repite y está en función del área a tratar. Debido a que la sección de la malla (ancho) es de 3.5 m, se realizaron secciones de 7.0 m para poder instalar la malla en las anclas, figura 96.



Figura 96. Detalle de doblez en malla triple torsión reforzada.

Para el tejido entre lienzos se deja un espacio de 10.0 a 15.0 cm, para que al momento de tejerla se haga una tensión que permita que la misma trabaje de manera activa. Para lo anterior se emplea un cable de acero galvanizado  $\frac{5}{16}$ " de diámetro en toda la altura, quedando un hueco. Concluido el tejido, en la parte baja también se le hace doblez de 50.0 cm hacia adentro, y éste se teje, en el interior de este doblez se coloca

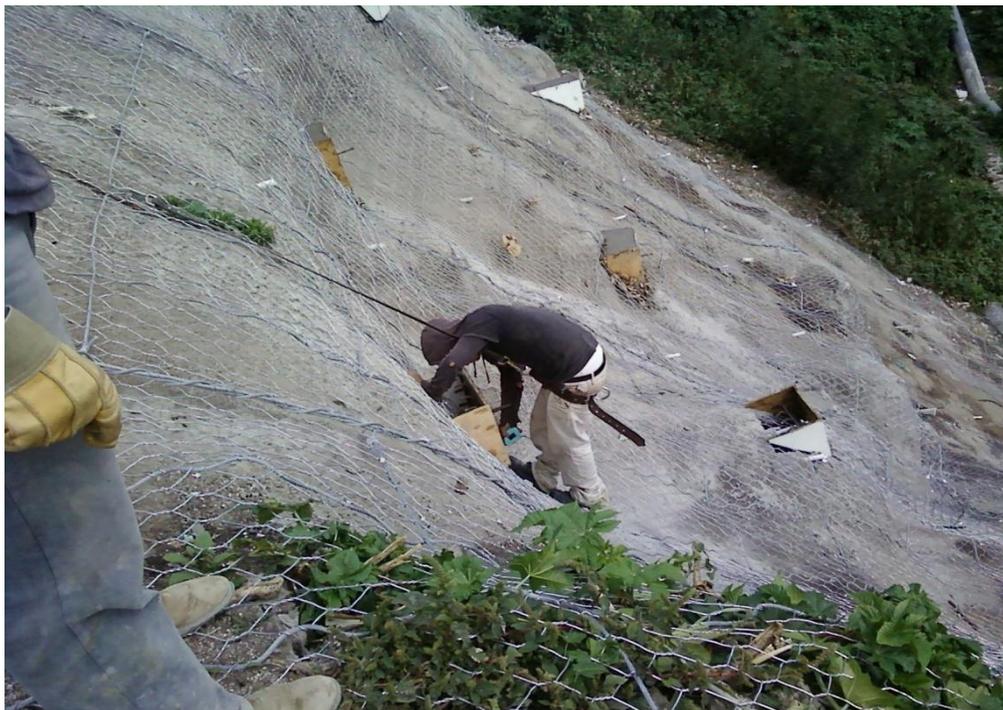
un cable de acero de 3/8” de diámetro, el cual queda debidamente asegurado por las anclas que van en la parte baja del talud (pateo).

Cabe aclarar que debido a las condiciones y comportamiento del cuerpo del talud, las maniobras para el izado de las mallas, el tránsito del personal, los movimientos de la herramienta y el equipo, son cuidadosamente llevados a cabo, ya que, a pesar de tener la instalación de todo el sistema de anclaje, se presentan desprendimientos de bloques (boleos).

Por otra parte también se aplican medidas de seguridad para los desplazamientos del personal: líneas de vida, cuerdas adicionales o las que requieran para hacer la colocación de las mallas, así como cuerdas para ascender y descender cuando es necesario; esto también impacta, ya que provoca que los rendimientos se reduzcan.

#### **5.10 Construcción de zapatas y dados de reacción.**

Los dos tipos de anclaje más comunes en la estabilización de taludes son: el pasivo y el activo. Para este caso se empleó el anclaje activo, el cual tiene como objetivo que todo el sistema trabaje inmediatamente cuando se presenten algunos movimientos de bloques.



**Figura 97. Preparación de zapatas en la cara del talud.**

Para esto los puntos de anclaje se construyeron hacia el interior de la cara del talud, para que al momento de la colocación de la malla, ésta se adapte a la conformación de la superficie, figura 97.

Por lo anterior se realizó la construcción de las zapatas y/o dados de reacción, a base de concreto  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , reforzado con una doble parrilla de varilla de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro en las dos direcciones,  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , la sección es de  $0.4 \times 0.4 \times 0.2 \text{ m}$ , como se observa en la figura 98, variando su espesor debido a la conformación topográfica de la cara del Cantil, figura 98.

Las alturas van de 0.0 a 16.0 m, con un acceso muy restringidos para el tránsito del personal, suministro y acarreos de material, maniobras en el cimbrado y colado.

Para esto se emplearon líneas de vida, cuerdas adicionales para asegurarse, cuerdas para bajar los materiales hasta el punto de su colocación, así como cuerdas para ascenso y descenso del personal técnico.



Figura 98. Armado de zapata.

### 5.11 Tensado en anclas.

Para el tensado en anclas se empleó un equipo hidráulico y/o manual de acuerdo a las condiciones y maniobras que se realizaron, como se observa en la figura 99. El gato que se empleó es de 20.0 t además de una bomba manual, ambos marca Enerpac, en alturas de 0.0 a 16.0 m, aplicando inicialmente una carga de 1.5 a 2.0 t para el acomodo del cabezal de anclaje, descargándolo, para que posteriormente se aplicara la carga de proyecto, en intervalos e/o incrementos entre carga y carga.



Figura 99. Equipo de tensado.

Debido a que las condiciones de los accesos eran restringidas para el tránsito del personal y equipo, se emplearon líneas de vida, cuerdas para aseguramiento del personal y equipo de tensado, así como cuerdas de ascenso y descenso para el personal técnico.

### 5.12 Demolición de rocas.

La conformación natural del Cantil tenía presencia de bloques de dimensiones variables, algunos que en la base su soporte era mínimo, y necesariamente tenían que ser retirados para disminuir el riesgo. Hay otros que aparentemente eran estables,

pero su propia conformación topográfica obligó a que se perfilarán, y de esta manera reducir el número de anclas a colocar. Los últimos fueron aquellos bloques que estaban en cantiliver y con la presencia de grietas, que en corto o mediano plazo se caerían, esta situación se presentó en el tramo 15.

Por otra parte se registraron bloques de basalto brechoide, aparentemente cementados por los materiales utilizados durante la construcción de las viviendas o quizás naturales, los cuales estaban al pie de las viviendas (lote 54, ZEP - 15), como se puede observar en la figura 100.



Figura 100. Bloques de basalto brechoide.

Por todo lo anterior se realizó el corte (perfilado) de los bloques que eran necesarios, empleando un explosivo químico (expansivo) Dexpan, en perforaciones previas de 1 ¼” de diámetro empleando equipo neumático, las profundidades son variables y estuvieron en función de las dimensiones del bloque y/o boleo, como se aprecia en las figuras 101 y 102.

Una vez que se realizó la perforación y se limpió con agua y/o aire a presión, se procedió a mezclar el químico de acuerdo a las especificaciones dadas por el fabricante y/o el distribuidor, el químico se deja hasta una altura de 10.0 a 15.0 cm respecto a la boca del barreno y posteriormente se le coloca un tapón a base de un tacón de madera a presión.



Figura 101. Preparación para aplicación de expansores químicos y retiro de bloques inestables.

Invariablemente se colocó una protección a base de llantas, las cuales estaban debidamente tejidas con cable de acero de  $\frac{3}{4}$ ” de diámetro, fijándose en puntos suficientemente seguros.

Esta protección cumplió con el objetivo de retener los bloques que se desprendían, una vez que reaccionaba el explosivo Dexpan, adicionalmente se instaló una sección de malla Geobrugg para una doble seguridad contra el impacto y boleos pequeños.

La malla Geobrugg se colocó en la superficie del talud o Cantil, evitando que los bloques desarrollaran velocidad al momento de caer, obligándolos a resbalar y depositarse con menor riesgo en la barrera hecha con llantas.



Figura 102. Demolición de roca volcánica mediante uso de expansores químicos.

Debe entenderse que los accesos eran restringidos para el tránsito y maniobras del personal, por lo cual se estuvieron utilizando líneas de vida, cuerdas para el movimiento del personal, cuerdas para el movimiento de los equipos, líneas de ascenso y descenso para el personal técnico, por lo que los rendimientos para la ejecución de los trabajos fueron más bajos.

El afine de todos los tramos, que consistió en retirar todos los bloques sueltos en su mayoría de dimensión menor a 50.0 cm se manejaron con equipo manual.

En las zonas donde las viviendas se encontraban cerca del pie del Cantil, y que carecían de protección en caso de algún desprendimiento, se sugirió la construcción de una barrera con costales de arena o, en dado caso, una barrera elástica de protección, la

cual sirvió como protección temporal durante los trabajos, como se puede observar en la figura 103.



Figura 103. Colocación de barrera elástica para protección de viviendas en la base del talud.

### 5.13 Relleno de fluidos.

El fenómeno o mecanismo que originó la caída de los bloques en la zona 8, así como los múltiples desconches no registrados en la ZEP – 15 y ZEP – 19, permitió recomendar el uso del relleno fluido para evitar la erosión natural del estrato de arena, por la explotación de los habitantes de la zona, quienes lo empleaban como elemento de construcción de sus viviendas, y la erosión provocada por los animales que imperan en la zona (perros).

Por lo anterior se realizó el suministro y colocación de relleno fluido  $f'c = 8.0 \text{ kg/cm}^2$ , a base de cemento-tepetate-agua-aditivo (inclusor de aire), en secciones de acuerdo a

las condiciones reales encontradas en la obra, con espesores de 0.9 m, como se observa en la figura 104.

El inclusor de aire debió ser colocado en obra empleando una bomba tipo lápiz o similar para la generación de la espuma, de acuerdo a la experiencia del contratista, bombeándolo con bomba estacionaria Putzmeister o similar.

En la adecuación y/o conformación del área de colocación de acuerdo a las instrucciones dadas en campo, en el suministro y la colocación de cimbra y el descimbrado, considerando la ubicación de las zonas y áreas restringidas para el movimiento del personal y materiales que intervinieron, los rendimientos obtenidos fueron menores a los esperados, ya que por los mismos trabajos que se realizaron se registraron desprendimientos de bloques pequeños.



**Figura 104. Colocación de relleno fluido.**

Donde existían huecos se tenía que rellenar con mampostería, para proporcionarle soporte y evitar la afectación por erosión, posteriormente se efectuó una inyección de

consolidación de mortero de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , como se puede observar en las figuras 105 y 106.

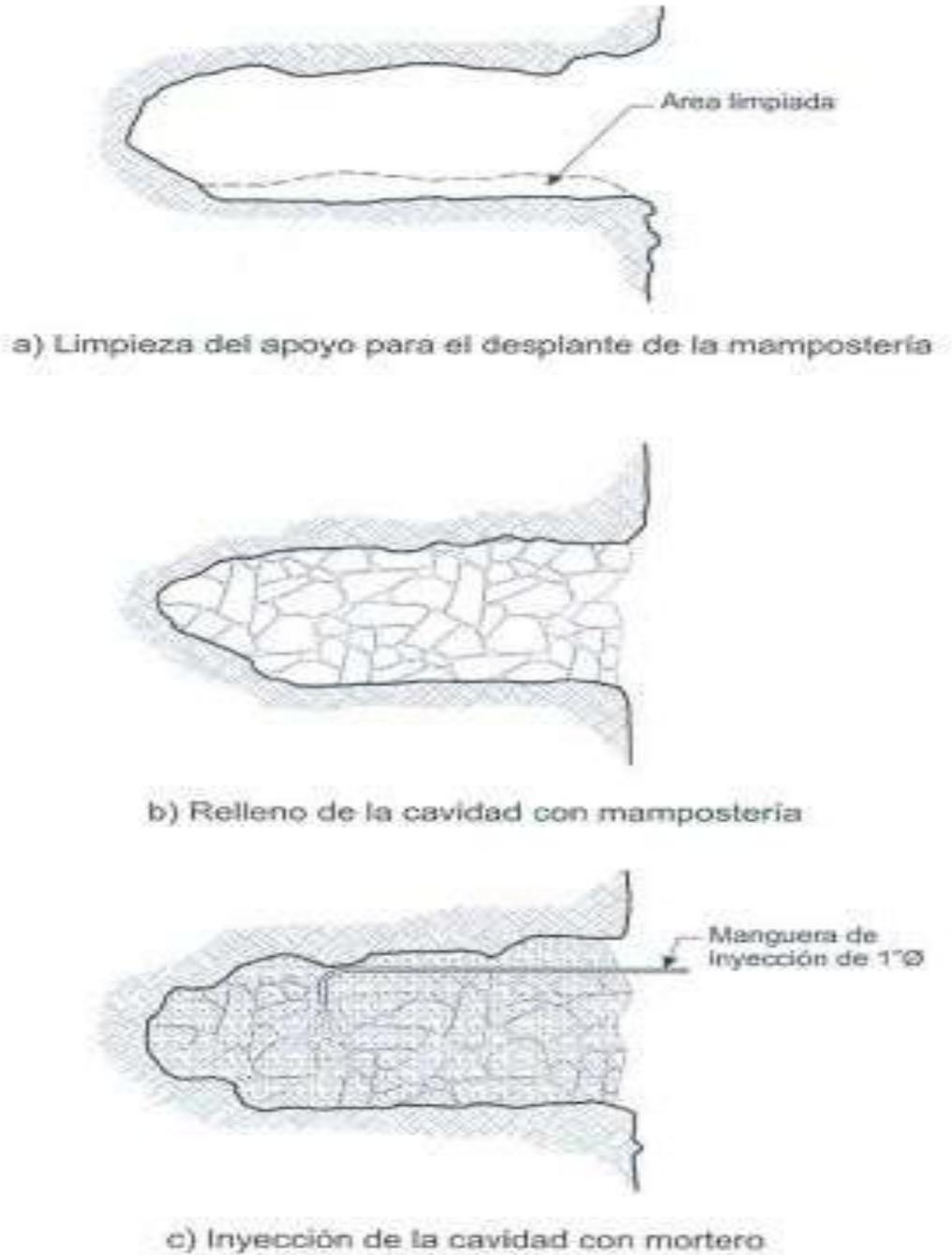


Figura 105. Relleno con mampostería de cavidades.



Figura 106. Relleno con mampostería en huecos.

La inyección de contacto para llenar las oquedades en la escoria volcánica estuvo constituida por un mortero  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ , inyectado con una presión de  $0.5 \text{ kg/cm}^2$  a través de barrenos horizontales de 8.0 m de longitud y  $2 \frac{1}{2}$ " de diámetro, separados a una distancia de 4.0 m en el sentido longitudinal y 0.5 m en el vertical. Previo a la inyección los barrenos se limpiaron cuidadosamente para desalojar los detritos de la perforación.

El orden de preparación del mortero en el equipo turbomezclador fue: agua, cemento y arena, como se observa en la figura 107.

El mortero de inyección se mantuvo en agitación dentro del turbomezclador por un lapso mínimo de 2 minutos, contados a partir de que fue adicionado el último componente, posteriormente se enviaba al agitador de baja velocidad (mínimo 60

revoluciones por minuto) que se mantenía en agitación mientras duraba el proceso de inyectado y como máximo una hora, después de este período el mortero tenía que desecharse.



Figura 107. Preparación de mortero.

#### 5.14 Conformación de muros de mampostería.

Se conformaron muros de mampostería con distintos espesores, juntados con mortero cemento-arena en proporción 1:6 y a diferentes alturas. Teniendo siempre en consideración que se acarrearía la piedra hasta el punto de su colocación, además de todos los materiales que intervinieron en este trabajo y, debido al difícil acceso, se optó por fragmentar la piedra en bloques que permitieran ser transportados, así como se implementaron cuerdas en diferentes puntos para poder guiarse, figura 108.



**Figura 108. Conformación de muro de mampostería.**

Todos los materiales que lo formaron debieron ser acarreados a diferentes estaciones hasta llegar al punto de su aplicación, lo que originó una reducción considerable en el rendimiento, además de que se trabajó en pendiente de 85 a 90° y en varios casos en ángulos mayores (cantiliver), figura 109.



**Figura 109. Acarreo de piedra para mampostería.**



Se realizaron adecuaciones de áreas para el almacenaje de los materiales, la fabricación del mortero para el junteado y el suministro de agua. La conformación del desplante del muro, ya que éste debe quedar invertido a la pendiente natural del Cantil, el reconfigurando de zonas y grietas existentes entre los bloques de basalto, también ocasionaron que el rendimiento se redujera considerablemente.

### **5.15 Lavadero.**

En la construcción del lavadero a base de piedra braza (basalto) de la zona, como superficie de protección para evitar que el concreto de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  se contaminara, en la adecuación y retiro de material de relleno, en las calas para el desplante del muro de remate del lavadero, y en los sondeos de exploración horizontales para determinar el espesor de basura sobre la trayectoria del trazo, se empleó un equipo neumático de diámetro de  $1 \frac{1}{2}$ ", compresor 375 psi.

La inyección para la consolidación de la superficie inestable fue a base de una lechada  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , en una perforación previa de 2" de diámetro, encofrando el tubo corrugado de 20.0" de diámetro (instalado por el sistema de aguas), y adecuando la descarga sanitaria del domicilio particular a base de tubo de PVC de 6.0" de diámetro, conectándolo al pozo de visita construido por el sistema de aguas, en el muro de mampostería.

Se tuvieron que acarrear todos los materiales que intervinieron en la construcción, fragmentando la piedra en bloques que permitieran las maniobras, evitando con ello que se presentara algún incidente, colocando tapias a diferentes alturas que impidieran el flujo de material, ya que como es una calle principal existía tránsito constante de peatones y vehículos, figuras 110 y 111.

Se realizó la excavación de material de relleno por etapas hasta una profundidad de 1.6 m en una sección compuesta, para la colocación de un material mejorado (suelo – cemento) compactado en espesores máximos de 10.0 cm, hasta alcanzar la altura para el desplante de trabe que se indicaba en las recomendaciones.



Figura 110. Construcción de lavadero tramo 14.

La colocación de mampostería dental se realizó a base de piedra braza juntada con mortero-cemento-arena en proporción 1:6, para la protección adicional del relleno de suelo cemento compactado, y la instalación de protección a base de malla ciclónica montada en una estructura.

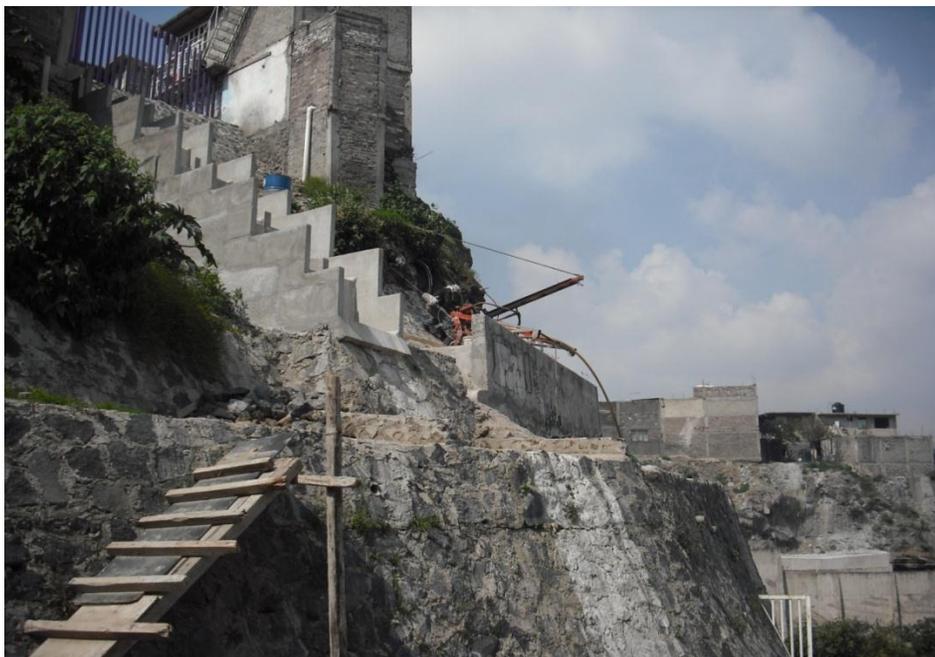


Figura 111. Vista general de lavadero tramo 14.

### 5.16 Aplicación de mezcla en la superficie del Cantil.

Para el suministro, fabricación y aplicación de lechada  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  sobre la superficie del talud (para disminuir el proceso de erosión ocasionado por el tránsito de los equipos de perforación y del personal), se empleó un agitador neumático, una bomba Moyno para su bombeo y un compresor de 375 psi. La ejecución de esta actividad fue necesaria, ya que en algunas zonas el flujo del material era muy grande, figuras 112 y 113.

La aplicación tenía que ser controlada de tal manera que no se generara ningún flujo de material inestable, ocasionado por el impacto de la mezcla con la superficie de la cara del Cantil.



Figura 112. Lechada cemento-agua en talud de escoria volcánica y basalto brechoide.



Figura 113. Lechada en talud para evitar el desprendimiento de material fino.

### 5.17 Suministro y colocación de concreto lanzado de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ .

La colocación del concreto lanzado en estrato de escoria volcánica a una altura de 0.0 a 7.0 m respecto al nivel de estrato natural, se reforzó con fibra metálica de  $40 \text{ kg/m}^3$  con un espesor de 12.0 y de 20.0 cm. En el pateo del estrato tratado (0.50 m de altura) se empleó como equipo de lanzado una Aliva 252 o similar, compresor Ingersoll Rand 750 u 825 psi o el que consideró la empresa que era el más adecuado.

Se debieron incluir el manejo de andamios en alturas de 0.0 a 16.0 m y cuerdas para el movimiento del equipo de lanzado. Considerando que la zona tenía un acceso muy restringido para la adecuación del área de lanzado, se emplearon líneas de vida y cuerdas para el movimiento del personal, por lo que el rendimiento disminuyó.

La escoria volcánica se protegió contra la erosión mediante la colocación de una capa de concreto lanzado de 15.0 cm de espesor, reforzada con malla triple torsión sujeta

con anclas de 6.0 m de longitud que se colocaron en arreglo tresbolillo a cada 2.5 m en ambos sentidos, figuras 114 y 115.



Figura 114. Lanzado de concreto vía seca.

El refuerzo interior de las anclas estuvo constituido por una varilla corrugada de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, y se inyectaron con una lechada bombeable de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ . La parte inferior del concreto lanzado se engrosó para formar un dentellón de 50.0 cm de altura y 20.0 cm de espesor, reforzado con fibra de acero a razón de  $40 \text{ kg/m}^3$ . Pevio a la colocación del concreto lanzado se dejaron las preparaciones para la inyección de contacto posterior.

Una vez protegida la escoria deberá inyectarse con un mortero  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ , a través de barrenos horizontales de 8.0 m de longitud y  $2 \frac{1}{2}$ " de diámetro, separados una distancia de 4.0 m en el sentido longitudinal y 0.5 m en el vertical.

En la parte inferior, en el contacto entre la escoria volcánica y las cenizas se instaló una línea de drenes de penetración transversal de 9.0 m de longitud, constituidos por tubos ranurados de PVC de 2” de diámetro; la separación longitudinal de los drenes dependerá de la posición final de las anclas, tratando que dicha separación sea del orden de 4.0 m.

Las cenizas expuestas en el pie del Cantil se protegieron contra la erosión, después de la colocación de malla e instalación del sistema de drenes, con un relleno de suelo-cemento, libre de basura y materia orgánica, para el cual se utilizó la escoria y basalto que cayeron y se depositaron en el espacio entre el Cantil y el muro de concreto.



**Figura 115. Concreto lanzado.**

# Capítulo 6

## Análisis de precios unitarios



## **6. Análisis de precios unitarios.**

La elaboración de los precios unitarios es una etapa dentro del proceso de análisis y estudio del proyecto, que se inicia con la investigación de la factibilidad para realizar una obra y que termina con la construcción, operación y mantenimiento de la misma.

No es posible calcular precios unitarios sin el apoyo de las especificaciones, ya que son éstas precisamente las que definen el costo de la obra que se requiere y el proceso constructivo que debe ejecutarse, lo que indudablemente hace necesario un análisis detallado de los precios unitarios por conceptos que serán ejecutados en esa obra.

### **6.1 Conceptos.**

Previo a la elaboración de esos precios unitarios es absolutamente indispensable conocer a fondo la naturaleza de los recursos, tanto humanos, como de maquinaria y materiales, así como la disponibilidad de los mismos, tanto en el mercado local, nacional o extranjero. En caso de requerirse tecnología la cantidad disponible de sus componentes o materiales, teniéndose especial cuidado con los mismos, ya que estos factores impactarán directamente en los tiempos de ejecución y costo de la obra.

#### **6.1.1 Concepto de presupuesto.**

El presupuesto al igual que cualquier dato técnico o económico dado con anticipación, es una de las tareas más arduas del trabajo de una construcción, ya que al tener conocimiento de estos datos nos permitirá una buena planeación y control de obra, permitiendo si es el caso una reprogramación de obra, afectando lo menos posible el proyecto original en su costo y tiempo.

Podemos definir como presupuesto una suposición del valor de un producto para condiciones definidas a un tiempo inmediato. Siendo un presupuesto el reflejo final de todos los balances que intervienen en la obra y donde finalmente se podrá averiguar la factibilidad de un proyecto.

Al hacer un presupuesto se deberá prácticamente cerrar los ojos y suponer que la obra ya está terminada para así poder valorarla. Deberá dar un paseo por ella e ir recogiendo todos los datos técnicos y económicos de lo hecho, teniendo en cuenta no omitir ni el más mínimo detalle por pequeño que éste sea, ya que las omisiones



cometidas se reflejarán durante el proceso de ejecución de la obra originando un sobrecosto y un aumento en el tiempo de ejecución de la misma, por otra parte, es de vital importancia que el catálogo de precios así como la formación de las matrices de precios unitarios sean elaborados por profesionales con amplia experiencia en el trabajo que se va a realizar, con la finalidad de tener un costo y tiempo de ejecución lo más real posible para evitar al máximo los llamados trabajos extraordinarios o fuera de catálogo, que en su mayoría representan un sobrecosto de obra y un tiempo adicional a la terminación de obra, lo que conlleva a no entregar la obra de acuerdo al compromiso pactado en los contratos, dando origen a sanciones, retenciones, rescisión de obra y en el peor de los casos, si no son justificables los tiempos de ejecución, a hacer efectivas las fianzas correspondientes otorgadas.

Lo mejor es seguir un orden administrativo y constructivo previamente diseñado por personal experimentado y especialistas, así como agrupar los diferentes trabajos en unidades en las que entren los mismos especialistas, garantizando la calidad, el cumplimiento de las normas vigentes correspondientes, la seguridad de los trabajadores, el tiempo de ejecución y el costo racional de la obra, en si asegurar el éxito del trabajo encomendado.

Los modelos o plantillas que se utilizan para los presupuestos son hechos en su mayoría por los propios constructores, no existe un modelo obligado para utilizar.

### **6.1.2 Concepto de análisis de precios unitarios.**

El análisis de precios unitarios no puede estar desligado de la contabilidad, puesto que ésta es el registro, control e información de las operaciones realizadas, es decir resulta ser la obtención de la información financiera; así mismo en la actualidad la contabilidad no está comprendida como un conjunto de hechos referidos al pasado, sino prevé situaciones siendo su información congruente, por lo que resulta ser una eficaz ayuda a la administración con sentido económico, de ahí resulta necesario conocer y aceptar las definiciones que ésta señala como términos contables.

- Costo indirecto.- son aquellos gastos que no pueden tener aplicación a un producto determinado, generalmente es la suma de los gastos técnicos – administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso



productivo, que por su naturaleza intrínseca son de aplicación en todas las obras efectuadas con un tiempo determinado, ejercicio fiscal o año fiscal, año calendario, etcétera.

- Costo directo.- son aquellos gastos que tienen aplicación a un producto determinado, siendo la suma de todos los gastos que por su naturaleza intrínseca son aplicables a todos los conceptos de una obra en especial como son: material, mano de obra y equipo necesarios para la realización de un proceso productivo, un subproducto o la realización de un producto terminado.

Lo anterior permite tener una visión de los elementos integrantes de un costo que finalmente permita llegar al análisis de precios unitarios, es decir, a la realización de las matrices de análisis, sin embargo es necesario revisar los elementos mismos expresados en las definiciones que anteceden.

### **6.1.3 Costo directo.**

El concepto de costo directo es complejo por lo que se requiere de un estudio y análisis detallado para poder integrar todos los componentes que lo forman, así como de las leyes y reglamentos que lo afectan directamente, por tal motivo se presenta a continuación el desglose del mismo para la industria de la construcción.

#### **6.1.3.1 Costos base de materiales.**

A una relación de costo base de materiales también se le conoce como precios de adquisición, ésta debe ser actualizada de acuerdo a las condiciones existentes en la zona y al tiempo de aplicación.

Es muy probable que en el transcurso de la ejecución de la obra los materiales que la integren sufran variaciones en el precio de compra, las cuales en el caso de ser significativas deberán provocar un nuevo análisis y valorar su consecuencia.

Es aconsejable que los costos bases de materiales deban considerarse “puestos en obra” es decir, tendrán incluidos en su costo los fletes necesarios, esto nos permite no repetir continuamente dichos conceptos en cada análisis.



### 6.1.3.2 Costos base de mano de obra.

La valuación del costo de la mano de obra es un problema dinámico y bastante complejo.

Su carácter dinámico lo determina el costo de la vida, así como el desarrollo de procedimientos de construcción diferentes debido a nuevos materiales, herramientas, tecnologías, etcétera. Su complejidad varía conforme a la dificultad o facilidad de realización, la magnitud de la obra a ejecutar, el riesgo o la seguridad en el proceso, el sistema de pago, las relaciones de trabajo, etcétera. Las condiciones climáticas, las costumbres locales y en general, todas las características que definen una forma de vida afectan directa o indirectamente el valor de la mano de obra. La industria de la construcción emplea poco personal altamente calificado, y un gran porcentaje de sus obreros pertenece al grupo de salario mínimo.

Por consiguiente si un porcentaje muy importante de los obreros de la construcción percibe el salario mínimo, cualquier valuación de la mano de obra deberá tomar muy en cuenta las variaciones del mismo.

En cuanto a las condiciones específicas de un proceso productivo, su facilidad o dificultad se refleja en un mayor o menor rendimiento del trabajador.

- Prestaciones y derechos.

Analizando el salario diario total encontraremos:

Salario diario total = (salario diario base + prestaciones) \* factor de salario real

Por tanto:  $SDT = (SDB + PRE) * FSR$

Salario diario base: el SDB en la República Mexicana y para la industria de la construcción está reglamentado a través de la comisión nacional de salarios mínimos, y actualmente esta comisión define también los salarios mínimos profesionales que incluyen los salarios por especialidades más comunes en la construcción.

- Prima vacacional (0.41 %  $(6 * 0.25 = 1.5)(1.5/365)$  como mínimo), establecida por la Ley Federal del Trabajo en su artículo 80. Los trabajadores tendrán derecho a



una prima no menor de veinticinco por ciento sobre los salarios que les correspondan durante el período de vacaciones.

- Aguinaldo (4.11% (15/365) como mínimo), de acuerdo a la Ley Federal del Trabajo en su artículo 87. Los trabajadores tendrán derecho a un aguinaldo anual que deberá pagarse antes del día veinte de diciembre, equivalente a quince días de salario por lo menos.

Los que no hayan cumplido el año de servicio independientemente de que se encuentren laborando o no en la fecha de liquidación del aguinaldo, tendrán derecho a que se les pague la parte proporcional del mismo, conforme al tiempo que hubieren trabajado cualquiera que fuere éste.

Seguro social (16.50% para menos de tres salarios mínimos, para mayores se consigna un pago patronal de 4.04% y para el trabajador del 1.36%), conforme a la ley del seguro social que cubre los siguientes seguros:

- I. prestaciones en dinero y especie (0.70 y .25%) (1.05 y 0.375%)
- II. invalidez y vida. (1.75 y 0.625%)
- III. cesantía de edad avanzada y vejez (3.15 y 1.125%)
- IV. riesgo de trabajo (7.58875%)

Los cuales son cubiertos entre el estado, el trabajador y el patrón, es ésta última aportación la que deberá incluirse en el costo de la mano de obra.

- Guarderías (1%), a partir del sexto bimestre de 1972 se inicia la participación del 1% sobre sueldos y salario base, para el sostenimiento de guarderías de hijos de trabajadores del IMSS.
- INFONAVIT (5%), esta cuota patronal tiene su origen en el IMSS, y por lo tanto debe incluirse en el costo directo.
- Prima dominical, Conforme a La Ley Federal del Trabajo en su artículo 71.



- Factor de productividad. Tanto la Ley Federal del Trabajo, como la costumbre y el medio ambiente reducen el tiempo efectivo de trabajo, por lo tanto se evalúa esta incidencia en cada obra particular en la forma siguiente:

$$\text{Factor de productividad} = \frac{\text{Período considerado total (PTC)}}{\text{Período trabajado real (PTR)}}$$

Donde:

Período trabajado real = período considerado total – días no trabajados

Analizando los días no trabajados encontramos:

- Domingos (52 días por año): según lo establecido en la Ley Federal del Trabajo en su artículo 69.
- Días festivos (7.17 días por año): la misma Ley Federal del Trabajo en su artículo 74 señala como días de descanso que reducen el tiempo de trabajo:

1 de enero

5 de febrero

21 de marzo

1 de mayo

16 de septiembre

20 de noviembre

25 de diciembre

1 de diciembre (cada seis años)

- Días de costumbre (6 a 8 días por año): la costumbre en la industria de la construcción, en ocasiones más arraigada que la Ley Federal del Trabajo señala,



según la ubicación geográfica de la obra diferentes días de descanso, entre otros:

3 de mayo	“día de la santa cruz”
Varía	“Jueves santo”
Varía	“Viernes santo”
Varía	“Sábado de gloria”
1 de noviembre	“Todos los santos”
2 de noviembre	“Fieles difuntos”
12 de diciembre	“Virgen de Guadalupe”
Varía	“Santo patrón de la población considerada”

- Vacaciones (6 a 22 días por año) señalado en la Ley Federal del Trabajo artículo 76.
- Mal tiempo (variable): éste afecta en forma atenuada la productividad, la posibilidad de que la lluvia paralice toda actividad en todo un día de trabajo es improbable, y si bien es cierto que en actividades de maquinaria pesada puede llegar a 120 días de total inactividad para regiones extremas de nuestro país, en el altiplano y norte de la república las paralizaciones son parciales y en ocasiones puede continuarse trabajando en otras actividades bajo cubierto.

### **6.1.3.3 Grupos de trabajo (cuadrillas).**

Si consideramos que a cada actividad en edificación corresponde un equipo de obreros que la puede realizar en forma efectiva, creemos que es posible encontrar algunos grupos representativos de todas o casi todas las actividades que integran la obra ejecutada directamente por el contratista general. Cabe mencionar que ésta sólo es una forma de organizar las cuadrillas de trabajo, ya que depende de las necesidades de cada obra en particular, por ejemplo tabla 13:



**Tabla 13. Diferentes tipos de cuadrillas de trabajo.**

<b>Grupo</b>	<b>Clave</b>	<b>Composición</b>
G-01		Tareas pesadas sin especialista 0.1 coordinador + 1.0 peón
G-02		Tareas pesadas con especialista 0.25 albañil + 1.0 peón
G-03		Carpintería obra negra 1.0 carpintero + 1.0 ayudante general
G-04		Acero de refuerzo 0.5 fierro + 1.0 peón
G-05		Albañilería 1.0 albañil + 1.0 Peón
G-06		Preparación de concreto con revolvedora de 1 saco y elevación con malacate de 1.0 t 1.0 operador equipo menor + 2.0 peones
G-16		Soldadura especializada 1.0 soldador + 1.0 ayudante de soldador
G-19		Operación equipo mayor 1.0 operador equipo mayor + 1.0 ayudante general
G-20		Topografía 1.0 topógrafo + 1.0 cadenero



- Factor de zona: (0.8 a 2.25) (FZ) es una condición que corrige para cada obra específica el rendimiento por grupo, según las características de la zona mencionada y más aun las del trabajo en cuestión, tales como costo de importación de mano de obra especializada de ciudades cercanas a la obra o la sede de la empresa, con los cargos que ésta conlleve, o bien pasajes, sobre sueldos por dificultad de acceso a la obra, etcétera, en forma específica y justa.
- Factor de equipo de seguridad: (1 a 3%) el artículo 178 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, señala la conveniencia de adicionar el equipo de seguridad para la protección personal del trabajador.
- Factor de herramienta menor: (1 a 5%) la depreciación de la herramienta que usa en forma particular el operario representa un estudio demasiado extenso y poco significativo, la costumbre ha consignado un valor de 3% de la mano de obra.

#### **6.1.3.4 Costos preliminares.**

Su clasificación como preliminares tiene como objetivo principal integrar bajo un mismo rango los elementos que forman parte de un gran número de productos, es decir se está agrupando en esta clasificación los costos que intervienen en una gran mayoría de costos finales.

Cabe aclarar que en los análisis de costos preliminares se refleja la política de la empresa, como relación a los consumos de los materiales, usos de cimbra, desperdicios de la misma, etcétera, por lo cual y debido a su condición de repetitivos será motivo de especial cuidado y actualización constante para cada obra y para cada condición de la misma.

#### **6.1.3.5 Costos finales.**

Un costo final puede constar de un gran número de conceptos que pueden reducirse según su importancia en el costo en cuestión, mas se recomienda que en principio se apliquen todos o casi todos ellos para conocer su rango de variación en cada costo estudiado.



Una recomendación importante es considerar el costo final como representante del máximo de conceptos comunes.

#### **6.1.4 Costo indirecto.**

El costo indirecto se debe analizar con detenimiento y cautela, ya que de ello dependen los gastos previstos para el desarrollo de la obra que no correspondan al costo directo y por ningún motivo se pueden cargar a una partida, por simple omisión de los mismos, ya que para la acreditación del mismo se debe presentar el análisis correspondiente del porcentaje que se está proponiendo para este concepto, a continuación se presenta un desglose del mismo.

##### **6.1.4.1 Costos de oficina central.**

Para la evaluación del costo de una organización central podemos suponer que independientemente de su tamaño, sus gastos se pueden agrupar en cinco rubros principales como pueden ser:

I. Gastos técnicos y administrativos: son aquellos que representan la estructura ejecutiva, técnica y administrativa de staff de una empresa tales como: honorarios y sueldos de ejecutivos, consultores, auditores, contadores, técnicos, secretarias, recepcionistas, jefes de compras, almacenistas, choferes, mecánicos, veladores, dibujantes, ayudantes, mozos para la limpieza y envíos; igual que por asuntos jurídicos, fiscales, etcétera.

II. Alquileres y/o depreciaciones: son aquellos por concepto de bienes, inmuebles, muebles y servicios necesarios para el buen desempeño de las funciones ejecutivas, técnicas, administrativas y de staff de una empresa tales como:

Rentas de oficina y almacenes, servicios de teléfono, energía eléctrica, correos, gastos de mantenimiento (para tener en condiciones inmediatas de operación) del equipo de almacén, de oficina y de vehículos asignados a la oficina central, así como también depreciaciones (que deberán aportarse para la reposición oportuna de los equipos antes mencionados), al igual que la absorción de gastos efectuados por anticipado tales como:

Gastos de organización y gastos de instalación.



III. Obligaciones y seguros: son aquellos gastos obligatorios para la operación de la empresa y convenientes para la dilución de riesgos a través de seguros que impidan una súbita descapitalización por siniestros. Entre estos podemos enumerar:

Inscripción a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, y cuotas de colegios y asociaciones profesionales (por ejemplo el Colegio de Ingenieros Civiles de México, el Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción, etcétera), seguros de vida, de automóvil, de camionetas, de robo, de incendio, etcétera.

IV. Materiales de consumo: son aquellos gastos por artículos de consumo necesarios para el funcionamiento de la empresa tales como:

Combustibles y lubricantes de automóviles y camionetas al servicio de la oficina central, gastos de papelería impresa, artículos de oficina, copias fotostáticas, artículos de limpieza, pasajes, azúcar, café y gastos del personal técnico administrativo, que para trabajos urgentes sacrifica el tiempo de comida con su familia y recurre a enviar por alimentos o bien usar un restaurante cercano para satisfacer esa necesidad.

V. Capacitación y promoción: en la empresa constructora mediana y pequeña su personal mínimo tiene una carga de trabajo múltiple y es de difícil sustitución, por tanto esta capacitación debe buscarse a un invirtiendo tiempo de descanso del capacitado.

Otro gasto promocional importante es el concurso que en un porcentaje muy alto no son ganados por la empresa ponente, además de los gastos de proyecto que después de fuertes erogaciones no son realizados.

Entre los gastos de capacitación y promoción podemos enlistar:

Cursos a obreros y empleados, cursos y gastos de congresos a funcionarios, gastos de actividades deportivas, de celebraciones de oficina, de honorarios extraordinarios con base a la productividad, regalos anuales a clientes y empleados, atención a clientes, gastos de concurso no obtenidos y gastos de proyectos no realizados.



#### **6.1.4.2 Costo indirecto de obra.**

Siendo la organización de obra semejante en su función a la organización central sólo que orientada hacia una obra específica, se debe realizar su evaluación también en forma porcentual con base a tiempo y costo, es decir obtener el costo de la organización de obra durante el tiempo de ejecución planeado, el cual dividido entre el costo directo de la misma determinará de cada peso erogado en obra cuánto debe incrementarse para cubrir los gastos de oficina de campo.

#### **6.1.4.3 Costo de la oficina de obra.**

Para la evaluación del costo de una organización de obra se puede suponer que independiente de su organigrama, sus gastos se pueden agrupar en cinco rubros:

Gastos técnicos y/o administrativos: son aquellos que representan la estructura ejecutiva, técnica, administrativa y de staff de una obra.

Traslado de personal a obra: son aquellos gastos por concepto de traslado de personal técnico y administrativo.

Comunicaciones y fletes: son aquellos gastos que tienen por objeto establecer un vínculo constante entre la oficina central y la obra, así como también el abasto de equipo idóneo de la bodega central a la obra y viceversa, incluyendo mantenimiento y depreciaciones de vehículos de uso exclusivo de la obra.

Construcciones provisionales: para proteger los intereses del cliente y de la empresa constructora así como también para mejorar la productividad de la obra, se hacen necesarios gastos de instalaciones provisionales.

Consumo y varios: Son aquellos gastos destinados al consumo de energéticos, gastos de oficina y auxiliares, incluyendo pago sindical.

#### **6.1.5 Financiamiento.**

Antes y durante la ejecución de los trabajos de construcción se efectuarán fuertes erogaciones es decir, cuando se excava el primer metro cúbico se ha hecho ya una erogación considerable. La estricta vigilancia y supervisión de las inversiones en las obras es también requerimiento indispensable que obliga a esperar un lapso para



cobrar la obra ejecutada, lo que convierte a la empresa en un financiamiento a corto plazo que forzosamente devenga intereses.

Al ser el financiamiento un gasto originado por un programa de obra y pagos fijados al contratista, se debe evaluar de la manera más justa y para esto se sugiere analizar los egresos y los ingresos de una empresa constructora.

#### **6.1.6 Utilidad.**

Inversión de renta variable: en ellas podemos consignar principalmente las sociedades anónimas que pueden ser industriales, bancarias, comerciales, de servicios, etcétera.

Entre las inversiones de renta variable están indudablemente comprometidas las empresas de edificación, con la característica especial de su dependencia en un 50 a 70% de productos elaborados por otras empresas, por lo tanto su porcentaje de riesgo se incrementa.

En las empresas de producción en general puede predeterminarse el costo del artículo por fabricar, revisar experimentalmente dicho costo y finalmente asignarle un precio de venta, teniendo por tanto como riesgo principal la demanda del producto, mas en una empresa de edificación, se tiene que suponer: el costo directo, los gastos indirectos, la utilidad, los cargos financieros, los cargos fiscales, y con todas esas presuposiciones obligarse a un precio de venta determinado.

En términos generales, en empresas de producción se reduce el riesgo del precio de un nuevo producto, averiguando, experimentando su costo, y posteriormente asignarle un precio de venta; cosa a todas luces imposibles para una empresa de edificación.

Otro elemento importante a considerar, debido a la libre competencia, y a la proliferación de empresas constructoras, es el factor de imprevistos el cual se constriñe a valores entre 1 y 3%.

La empresa constructora es el instrumento de producción de capital más rápido, así como también el más funesto, dado que esta pretendida utilidad puede también ser pérdida. Por lo tanto, una empresa de riesgos tan altos, tiene que estar sustentada con la mejor de las técnicas para asegurar su continuidad.



Como se ha mencionado los riesgos de las empresas constructoras en nuestro país son altos y variados, así como la competencia con empresas nuevas y otras con una trayectoria plenamente definida que ya cuentan con un reconocimiento nacional e internacional; la utilidad de cada una de ellas no está definida por alguna reglamentación dando margen a proponer su propia utilidad según su percepción del trabajo a ejecutar, sin embargo en la industria de la construcción para poder competir en las licitaciones públicas y particulares generalmente se propone de un 10 a 12% (de la suma del costo directo más el costo indirecto), en trabajos especializados y cuando estos están en función de alguna patente vigente la utilidad es considerablemente mayor debido a que sólo hay unas cuantas empresas que pueden ejecutar esos trabajos.

#### **6.1.7 Cargos adicionales.**

Son los correspondientes a las erogaciones que realiza el contratista por estipularse expresamente en el contrato de la obra como obligaciones adicionales, y que no están comprendidas dentro de los cargos directos ni en los indirectos ni en la utilidad. Se expresan generalmente como porcentaje sobre la suma de los costos directos más indirectos más utilidad.

Estos cargos siempre representan el porcentaje del precio unitario, ya que en general se gravitan directamente sobre el importe total de los contratos. Entre estos cargos se pueden mencionar:

- a) El pago de los derechos de inspección de obras públicas que paga toda empresa constructora cuando es contratada por organismos gubernamentales y que corresponde a 5 al millar, del importe total contratado. Como lo establece el Artículo 191 de la Ley Federal de Derechos y 189 de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
- b) Los pagos de impuestos estatales y municipales, que pagan las empresas constructoras cuando realizan obras en provincia.
- c) Aportaciones a Colegios.



## 6.2 Números generadores.

Los números generadores, también conocidos como generadores o generadoras de obra, se pueden definir como el documento mediante el cual se lleva a cabo la cuantificación o volumetría de un trabajo o concepto de obra, debidamente ubicado y referenciado por ejes, tramos, áreas, etcétera.

Dicha información es elaborada por el residente de obra y avalada por la supervisión a través de la firma autógrafa, esto en virtud de que el generador antecede a una estimación de obra.

PERÍODO: DEL 3 DE MARZO AL 3 DE DE ABRIL DEL 2009	CONCEPTO:	EST. 1 (UNO)
OBRA: TRABAJO DE ESTABILIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO DEL CANTIL PALMITAS	CONTRATO:	U.M.:
UBICACIÓN : COL. PALMITAS, IZTAPALAPA	CONTRATISTA:	HOJA No.: 1

No.	CONCEPTO	LOCALIZACIÓN	CANTIDAD			
		LONG.	VOLUMEN	PZA.	TOTAL	U.M.

Resumen general de estimación						
	Resumen limpieza, desyerbe y amacice	hoja	3	Total	543.64	m <sup>2</sup>
	Resumen de trazo topográfico	hoja	8	Total	560.95	m <sup>2</sup>
	Resumen de perforación	hoja	13	Total	144.00	m
	Resumen de suministro, habilitado y colocación de anclas 6.0 m <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	hoja	21	Total	20.00	pza
	Resumen inyección para la generación del bulbo de anclaje	hoja	29	Total	30,490.80	lt
	Resumen proceso de estabilización durante la perforación	hoja	40	Total	120.00	m
	Resumen de drenes de penetración transversal	hoja	44	Total	18.00	m



	Resumen de suministro de malla Maccaferri (B900)	hoja	49	Total	500.42	m <sup>2</sup>
	Resumen de instalación de malla de PVC	hoja	51	Total	134.32	m <sup>2</sup>



➤ **Perforación.**

<p><b>Período: del 3 de marzo al 3 de abril del 2009</b></p>	<p>Concepto: Perforación de 3 ½" a 4" de diámetro con equipo mecánico, para alojamiento de anclas, cualquier profundidad en terreno existente (basalto, brechoide, escoria, concreto lanzado, basura y/o ceniza volcánica), según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, debido a esto; el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreo dentro y fuera de obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p>	<p align="center"><b>EST N.: 1 (UNO)</b></p>	
<p><b>OBRA: TRABAJO DE ESTABILIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO DEL CANTIL PALMITAS</b></p>		<p><b>CONTRATO:</b> _____</p>	<p><b>U.M.: m</b></p>
<p><b>UBICACIÓN: COL. PALMITAS, IZTAPALAPA</b></p>		<p><b>CONTRATISTA:</b></p>	<p><b>HOJA No.: 13</b></p>

No.	CONCEPTO	LOCALIZACIÓN		DIMENSIONES			CANTIDAD		TOTAL	U.M.
		TRAMO	ZONA	ALTURA	BASE	LONG.	VOLUMEN	PZA.		

RESUMEN DE BARRENACIÓN										
						ZONA 15	HOJA	14	102.00	m
						ZONA 19	HOJA	17	42.00	m
								<b>TOTAL</b>	<b>144.00</b>	<b>m</b>



• ZEP 15

<p><b>Período: del 3 de marzo al 3 de abril del 2009</b></p>	<p>Concepto: Perforación de 3 ½" a 4" de diámetro con equipo mecánico, para alojamiento de anclas, cualquier profundidad en terreno existente (basalto, brechoide, escoria, concreto lanzado, basura y/o ceniza volcánica), según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, debido a esto; el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreos dentro y fuera de obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p>	<p align="center"><b>EST N.: 1 (UNO)</b></p>
<p><b>OBRA: TRABAJO DE ESTABILIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO DEL CANTIL PALMITAS</b></p>	<p><b>CONTRATO:</b> _____</p>	<p><b>U.M.:</b> m</p>
<p><b>UBICACIÓN: COL. PALMITAS, IZTAPALAPA</b></p>	<p><b>CONTRATISTA:</b></p>	<p><b>HOJA No.:</b> 14</p>

No.	CONCEPTO	LOCALIZACIÓN		DIMENSIONES	BASE	LONG.	CANTIDAD	PZA.	TOTAL	U.M.
		TRAMO	ZONA	ALTURA			VOLUMEN			
			<u>ZONA</u>							
		34'-B	15			6.00		1	6.00	
		35'-B	15			6.00		1	6.00	
		36'-B	15			6.00		1	6.00	
		23-C	15			6.00		1	6.00	
		24-C	15			6.00		1	6.00	
		26-C	15			6.00		1	6.00	
		27-C	15			6.00		1	6.00	
		34-C	15			6.00		1	6.00	
		35-C	15			6.00		1	6.00	
		21'-D	15			6.00		1	6.00	
		24-D	15			6.00		1	6.00	
		26'-D	15			6.00		1	6.00	



		33'-D	15			6.00		1	6.00	
		34'-D	15			6.00		1	6.00	
		34-E	15			6.00		1	6.00	
		23-F	15			6.00		1	6.00	
		24-F	15			6.00		1	6.00	
								<b>Total</b>	<b>102.00</b>	<b>m</b>

• ZEP 19

<p><b>Período: del 3 de marzo al 3 de abril del 2009</b></p>	<p>Concepto: Perforación de 3 ½" a 4" de diámetro con equipo mecánico, para alojamiento de anclas, cualquier profundidad en terreno existente (basalto, brechoide, escoria, concreto lanzado, basura y/o ceniza volcánica), según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, debido a esto; el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreos dentro y fuera de obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p>							<p><b>EST N.: 1 (UNO)</b></p>
	<p><b>OBRA: 2DA. ETAPA DE LOS TRABAJOS DE ESTABILIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO DEL CANTIL PALMITAS</b></p>					<p><b>CONTRATO:</b> _____</p>		<p><b>U.M.: m</b></p>
	<p><b>UBICACIÓN: COL. PALMITAS, IZTAPALAPA</b></p>					<p><b>CONTRATISTA:</b> _____</p>		<p><b>HOJA No.: 17</b></p>

No.	CONCEPTO	LOCALIZACIÓN		DIMENSIONES		LONG.	CANTIDAD		TOTAL	U.M.
		TRAMO	ZONA	ALTURA	BASE		VOLUMEN	PZA.		
			<u>ZONA</u>							
		B-1	19			12.00		1	12.00	
		B-3	19			6.00		1	6.00	
		B-5	19			6.00		1	6.00	
		B-7	19			6.00		1	6.00	
		B-9	19			12.00		1	12.00	
								<b>total</b>	<b>42.00</b>	<b>m</b>



➤ **Inyección.**

<b>Período: del 3 de marzo al 3 de abril del 2009</b>	Concepto: Inyección a base de mortero cemento: agua f'c= 200 kg/cm <sup>2</sup> (proporción de acuerdo a indicaciones del proyectista), con equipo mecánico a presión de 1.5 kg, según proyecto, con altura superiores a los 12.00 m y pendientes mayores a 60 grados. reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas , siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	<b>EST N.: 1 (UNO)</b>
<b>OBRA: TRABAJO DE ESTABILIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO DEL CANTIL PALMITAS</b>	<b>CONTRATO:</b>	<b>U.M.: It</b>
<b>UBICACIÓN: COL. PALMITAS, IZTAPALAPA</b>	<b>CONTRATISTA:</b>	<b>HOJA No.: 29</b>

No.	CONCEPTO	LOCALIZACIÓN			DIMENSIONES			VOLUMEN			
		EJE	TRAMO	TIPO	BASE	ESPESOR	LONG.	EXCEDENTE	PZA.	TOTAL	U.M.
			<b>Resumen general de inyección por zona</b>								
						ZEP6	hoja	30	10,794.42	It	
						ZEP15	hoja	33	15,406.29	It	
						ZEP19	hoja	36	4,290.09	It	
								<b>TOTAL</b>	<b>30,490.80</b>	<b>It</b>	



• ZEP 6

<p><b>Período: del 3 de marzo al 3 de abril del 2009</b></p>	<p>Concepto: Inyección a base de mortero cemento: agua f'c= 200 kg/cm<sup>2</sup> (proporción de acuerdo a indicaciones del proyectista), con equipo mecánico a presión de 1.5 kg, según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p>	<p align="center"><b>EST N.: 1 (UNO)</b></p>	
<p><b>OBRA: TRABAJO DE ESTABILIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO DEL CANTIL PALMITAS</b></p>	<p align="center"><b>CONTRATO:</b> _____</p>		<p align="center">It</p>
<p><b>UBICACIÓN: COL. PALMITAS, IZTAPALAPA</b></p>	<p align="center"><b>CONTRATISTA:</b></p>		<p><b>HOJA No.:</b> <b>30</b></p>

# BARRENOS	ZONA	INYECCIÓN	Resumen de bultos de cemento	Conversión bulto a litro	VOLUMEN	2 0 0 9				TOTAL
	6	PROFUNDIDAD			It	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	BULTOS
1	3-C'		9.00	46.13	415.17			9		9
2	1-D		15.00	46.13	691.95		15			15
3	3-D		9.00	46.13	415.17			9		9
4	4-D		12.00	46.13	553.56			12		12
5	6-D		12.00	46.13	553.56			12		12
6	7-D		12.00	46.13	553.56	12				12
7	9-D		21.00	46.13	968.73			21		21
8	11-D		15.00	46.13	691.95			15		15
9	3-E		9.00	46.13	415.17		9			9
10	4-E		12.00	46.13	553.56		12			12
11	5-E		12.00	46.13	553.56		12			12
12	6-E		15.00	46.13	691.95		15			15
13	7-E		12.00	46.13	553.56	12				12



14	12-E		9.00	46.13	415.17				9	9
15	3-F		18.00	46.13	830.34	18				18
16	13-F		21.00	46.13	968.73	21				21
17	3-G		6.00	46.13	276.78				6	6
18	5-G		6.00	46.13	276.78				6	6
19	23-G		9.00	46.13	415.17				9	9
	<b>TOTAL SUMA</b>		<b>234.00</b>	<b>BULTO</b>	<b>10,794.42</b>	<b>lt</b>				

• **ZEP 15**

<b>Período: del 3 de marzo al 3 de abril del 2009</b>	Concepto: Inyección a base de mortero cemento: agua f'c= 200 kg/cm <sup>2</sup> (proporción de acuerdo a indicaciones del proyectista), con equipo mecánico a presión de 1.5 kg, según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, cargas, descargas, acarreos dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	<b>EST N.: 1 (UNO)</b>	
<b>OBRA: TRABAJO DE ESTABILIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO DEL CANTIL PALMITAS</b>	<b>CONTRATO:</b> _____	<b>U.M.: lt</b>	
<b>UBICACIÓN: COL. PALMITAS, IZTAPALAPA</b>	<b>CONTRATISTA:</b> _____	<b>HOJA No.:</b>	<b>33</b>

# BARRENOS	ZONA	INYECCIÓN PROFUNDIDAD	Resumen de bultos de cemento	Conversión bulto a litro	VOLUMEN lt	2 0 0 9							TOTAL BULTOS
						22-mar	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	28-mar	30-mar	
1	17-A		9.00	46.13	415.17			6	3				9
2	18-A		21.00	46.13	968.73			12	9				21
3	19-A		21.00	46.13	968.73			12	9				21



“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD, CON ANCLAS Y MALLAS, DEL CANTIL UBICADO EN LA COLONIA PALMITAS, DELEGACION IZTAPALAPA, MEXICO D.F.”



4	29'-B		9.00	46.13	415.17					9			9
5	30'-B		6.00	46.13	276.78					6			6
6	33'-B		6.00	46.13	276.78					6			6
7	23-C		21.00	46.13	968.73					9	12		21
8	24-C		21.00	46.13	968.73					9	12		21
9	25-C		9.00	47.13	424.17					9			9
10	30-C		9.00	46.13	415.17					9			9
11	31-C		9.00	46.13	415.17					9			9
12	32-C		9.00	46.13	415.17					9			9
13	24-D		15.00	47.13	706.95						15		15
14	14-E		21.00	46.13	968.73	12	9						21
15	16-E		21.00	46.13	968.73		9	12					21
16	17-E		21.00	47.13	989.73					21			21
17	15'-E		9.00	46.13	415.17				9				9
18	16-F		6.00	46.13	276.78	3			3				6
19	17-F		15.00	46.13	691.95			15					15
20	19-F		21.00	46.13	968.73			15	6				21
21	21-F		21.00	46.13	968.73				21				21
22	23-F		12.00	46.13	553.56						12		12
23	24-F		21.00	46.13	968.73					6	15		21
	<b>TOTAL</b>	<b>SUMA</b>	<b>333.00</b>	<b>BULTO</b>	<b>15,406.29</b>	<b>lt</b>							



• **ZEP 19**

<p><b>Período: del 3 de marzo al 3 de abril del 2009</b></p>	<p>Concepto: Inyección a base de mortero cemento: agua f'c= 200 kg/cm<sup>2</sup> (proporción de acuerdo a indicaciones del proyectista), con equipo mecánico a presión de 1.5 kg, según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p>	<p align="center"><b>EST N.: 1 (UNO)</b></p>	
<p><b>OBRA: TRABAJO DE ESTABILIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO DEL CANTIL PALMITAS</b></p>	<p align="center"><b>CONTRATO:</b> _____</p>		<p align="center"><b>U.M.: It</b></p>
<p><b>UBICACIÓN: COL. PALMITAS, IZTAPALAPA</b></p>	<p align="center"><b>CONTRATISTA:</b></p>		<p><b>HOJA No.:</b> <span style="float: right;"><b>36</b></span></p>

# BARRENOS	ZONA	INYECCIÓN	Resumen de bultos de cemento	Conversión bulto a litro	VOLUMEN	2 0 0 9		TOTAL
	13	PROFUNDIDAD			It	23-mar	24-mar	BULTOS
1	1-A		21.00	46.13	968.73	18	3	21
2	2-A		15.00	46.13	691.95	15		15
3	3-A		21.00	46.13	968.73		21	21
4	4-A		15.00	46.13	691.95		15	15
5	5-A		21.00	46.13	968.73		21	21
	<b>TOTAL</b>	<b>SUMA</b>	<b>93.00</b>	<b>BULTO</b>	<b>4,290.09</b>	<b>It</b>		



### 6.3 Análisis de precios unitarios.

Es la determinación del costo de un concepto de trabajo, estructurado con costos directos, indirectos, de financiamiento, cargo por utilidad y cargos adicionales, donde se incluirán los materiales a utilizar con sus correspondientes consumos y costos, y de mano de obra, maquinaria y equipo de construcción con sus correspondientes rendimientos y costos.

Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

#### EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO

1 Limpieza y desyerbe realizada manualmente en una zona de difícil accesibilidad, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, debido a esto ; el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas , siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el optimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, aunado a que el material se retirará con botes y/o costales al hombro. Incluye: elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, acarreo dentro y fuera de obra a tiro libre propuesto por la contratista, equipo de seguridad, cargas, descargas, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. m<sup>2</sup>

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Mano de Obra</b>					
1AA00	Peón	jor	0.15012	\$ 342.90	\$ 51.48
1AZC1	Cabo	jor	0.00751	\$ 518.10	\$ 3.89
					<b>\$ 55.37</b>
<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 55.37	\$ 2.77
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 55.37	\$ 1.66
					<b>\$ 4.43</b>
<b>Equipo</b>					
AMAPE-039	Camión de volteo marca DINA de 7 m <sup>3</sup> de capacidad.	hr	0.15802	\$ 207.06	\$ 32.72
					<b>\$ 32.72</b>
<b>Suma de Equipo</b>					
Costo Directo					\$ 92.52
Indirectos					4.00% \$ 3.70
Indirectos de Campo					7.00% \$ 6.48
Subtotal					\$ 102.70
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 102.70
Utilidad					9.00% \$ 9.24
Cargos Adicionales					\$ 0.00
					<b>\$ 111.94</b>

**PRECIO UNITARIO  
CIENTO ONCE PESOS 94/100 M.N.**



Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

2.0 Trazo y nivelación con equipo de topografía para ubicación de puntos de perforación, según proyecto, en una zona de difícil accesibilidad, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, debido a esto ;el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas marcar los puntos de perforación, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el optimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de topografía, elementos de sujeción, acarreo dentro y fuera de obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. m<sup>2</sup>

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
TRY-004	Duela de pino 3a 3/4" x 3,5" x 8.25'.	pza	0.01624	\$ 24.00	\$ 0.39
MASP-0009	Hilo cáñamo o de plástico presentación en rollo de 300 m.	pza	0.00110	\$ 16.00	\$ 0.02
CMC-41160	Calhidra, proveedor cmc	ton	0.00057	\$ 847.83	\$ 0.48
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 0.89</b>
<b>Mano de Obra</b>					
MOCA-003	Cadenero	jor	0.00108	\$ 263.74	\$ 0.28
1AZC1	Cabo	jor	0.00011	\$ 518.10	\$ 0.06
MOCA-032	Topógrafo	jor	0.00108	\$ 602.64	\$ 0.65
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 0.99</b>
<b>Herramienta</b>					
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 0.99	\$ 0.03
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 0.99	\$ 0.05
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 0.08</b>
<b>Equipo</b>					
AMAPE-316	Sistema Cad, Incluye operador.	hr	0.00379	\$ 68.02	\$ 0.26
AMAPE-325	Estación Total SOKKIA SET 620K precisión 6 segundos, resolución en pantalla 1 segundo, alcance con tarjeta reflectora 150 metros, alcance con 1 prismas 3,000 metros, alcance con 3 prismas 4000 metros, precisión en distancia ( +/- 2 ppm x d ) mm, aumentos del visor 26x, enfoque mínimo 1.3 metros, plomada óptica 3x, precisión en plomada óptica 0.1 mm, puerto de salida rs-232, compensador doble eje, pantalla lcd una, resistente a lluvia y polvo si (ip66), memoria interna 10,000 puntos, peso 5.2 kg, base nivelante tipo tribach	hr	0.11581	\$ 32.54	\$ 3.77
AMAPE-317	Ploter designjet 1050C con disco duro, marca hewlett Packard, modelo 1050.	hr	0.00054	\$ 83.76	\$ 0.05
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 4.08</b>
Costo Directo					\$ 6.04
Indirectos				4.00%	\$ 0.24
Indirectos de Campo				7.00%	\$ 0.42
Subtotal					\$ 6.70
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 6.70
Utilidad				9.00%	\$ 0.60
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 7.30</b>
<b>SIETE PESOS 30/100 M.N.</b>					



**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

- 3.1 Perforación de 3 1/2" a 4" de diámetro con equipo mecánico, para alojamiento de anclas, cualquier profundidad en terreno existente (basalto, brechoide, escoria, concreto lanzado, basura y/o ceniza volcánica), según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, debido a esto; el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreo dentro y fuera de obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. m

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
PER-002	Broca de tungsteno de 3 1/2" de diámetro	pza	0.01046	\$ 12,041.60	\$ 125.96
H7DPL010	Aceite para motor a diesel pemex azul	lt	0.14553	\$ 44.52	\$ 6.48
BH7BPL005	Diesel	lt	25.86712	\$ 7.74	\$ 200.21
PER-006	Neumoaceite	lt	0.06405	\$ 64.15	\$ 4.11
PER-005	Grasa lithum ep-2	lt	0.11061	\$ 66.94	\$ 7.40
TIRFOR	Tirfor de 2 t con cable de acero de 5/16" de diámetro x 30 m de longitud	pza	0.00155	\$ 4,876.00	\$ 7.56
PER-004	Manguera flexible de 1 1/4" de diámetro, tramo de 30 m incluye conexiones rápidas	pza	0.00058	\$ 1,314.40	\$ 0.76
PER-003	Tubería de perforación de 75 mm de diámetro	pza	0.00122	\$ 614.80	\$ 0.75
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 353.23</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AENO	Sobrestante	jor	0.00646	\$ 1,161.72	\$ 7.50
1AZC1	Cabo	jor	0.01292	\$ 518.10	\$ 6.69
1BCM1	Operador compresor	jor	0.12917	\$ 592.23	\$ 76.50
1APBY	Ayudante de perforador	jor	0.25834	\$ 377.30	\$ 97.47
1APBO	Perforador	jor	0.12917	\$ 881.16	\$ 113.82
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 301.98</b>
<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 301.99	\$ 15.10
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 301.99	\$ 9.06
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 24.16</b>
<b>Equipo</b>					
PER-001	Martillo del fondo PUMA 3.5" para usar en máquina Stenuik	Renta	0.00540	\$ 9,010.00	\$ 48.65
COM-001	Compresor IR750 PCM	Renta	0.00408	\$ 33,920.00	\$ 138.39
STEN-002	Perforadora neumática Stenuik Mod. MD25/60 con motor de rotación F574FB	Renta	0.00515	\$ 24,380.00	\$ 125.56
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 312.60</b>
Costo Directo					\$ 991.98
Indirectos					4.00% \$ 39.68
Indirectos de Campo					7.00% \$ 69.44
Subtotal					\$ 1,101.10



Financiamiento		\$ 0.00
Subtotal		\$ 1,101.10
Utilidad	9.00%	\$ 99.10
Cargos Adicionales		\$ 0.00

**PRECIO UNITARIO  
UN MIL DOSCIENTOS PESOS 20/100 M.N.**

\$ 1,200.20

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

3.3 Perforación de 3 ½" a 4" de diámetro con equipo mecánico, para drenes cualquier profundidad en terreno existente (basalto, brechoide, escoria, concreto lanzado, ceniza volcánica), según proyecto, con altura hasta 8.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, debido a esto; el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreo dentro y fuera de obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
PER-002	Broca de tungsteno de 3 1/2" de diámetro	pza	0.01045	\$ 12,041.60	\$ 125.83
H7DPL010	Aceite para motor a diesel pemex azul	lt	0.14542	\$ 44.52	\$ 6.47
BH7BPL005	Diesel	lt	25.85115	\$ 7.74	\$ 200.09
PER-006	Neumoaceite	lt	0.06400	\$ 64.15	\$ 4.11
PER-005	Grasa lithum ep-2	lt	0.11053	\$ 66.94	\$ 7.40
TIRFOR	Tirfor de 2 t con cable de acero de 5/16" de diámetro x 30 m de longitud	pza	0.00155	\$ 4,876.00	\$ 7.56
PER-004	Manguera flexible de 1 1/4" de diámetro, tramo de 30 m incluye conexiones rápidas	pza	0.00058	\$ 1,314.40	\$ 0.76
PER-003	Tubería de perforación de 75 mm de diámetro	pza	0.00122	\$ 614.80	\$ 0.75
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 352.97</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AENO	Sobrestante	jor	0.00646	\$ 1,161.72	\$ 7.50
1AZC1	Cabo	jor	0.01293	\$ 518.10	\$ 6.70
1BCM1	Operador compresor	jor	0.12927	\$ 592.23	\$ 76.56
1APBY	Ayudante de perforador	jor	0.25854	\$ 377.30	\$ 97.55
1APBO	Perforador	jor	0.12927	\$ 881.16	\$ 113.91
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 302.22</b>
<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 302.22	\$ 15.11
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 302.22	\$ 9.07
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 24.18</b>
<b>Equipo</b>					
PER-001	Martillo del fondo PUMA 3.5" para usar en máquina	Renta	0.00540	\$ 9,010.00	\$ 48.65



	Stenuik				
COM-001	Compresor IR750 PCM	Renta	0.00408	\$ 33,920.00	\$ 138.39
STEN-002	Perforadora neumática Stenuik Mod. MD25/60 con motor de rotación F574FB	Renta	0.00515	\$ 24,380.00	\$ 125.56
	<b>Suma de Equipo</b>				<b>\$ 312.60</b>
	Costo Directo				\$ 991.97
	Indirectos			4.00%	\$ 39.68
	Indirectos de Campo			7.00%	\$ 69.44
	Subtotal				\$ 1,101.09
	Financiamiento				\$ 0.00
	Subtotal				\$ 1,101.09
	Utilidad			9.00%	\$ 99.10
	Cargos Adicionales				\$ 0.00
					<b>\$ 1,200.19</b>

**PRECIO UNITARIO  
UN MIL DOSCIENTOS PESOS 19/100 M.N.**

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

4.1 Suministro y colocación de anclas a base de acero de refuerzo de ¾" de diámetro y 6.0 m. De longitud  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: acero de refuerzo, centradores, soldadura, poliducto, PVC, cortes, placas de acero a-36, tuerca hexagonal pesada de 2h de 6 hilos de 3/4", roldana, elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, cargas, descargas acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.

pza

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
E3APG035	Poliducto de 13 mm, marca poliflex	m	11.00000	\$ 2.63	\$ 28.93
PER-008	Placa de acero de 1/2" de espesor de 30 x 30 cm y barreno de 1 3/8"	pza	1.02573	\$ 291.50	\$ 299.00
PER-0091	Tuerca hexagonal pesada 2h de 6 hilos de 3/4"	pza	1.00000	\$ 47.70	\$ 47.70
PER-011	Ancla de 3/4" de diámetro y 6.0 m de longitud, con cuerda de 20 cm de longitud	pza	1.00000	\$ 355.10	\$ 355.10
DRE-001	Tubo de PVC de 1 1/2" de diámetro	m	3.00000	\$ 10.75	\$ 32.25
	<b>Suma de Materiales</b>				<b>\$ 762.98</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AZB3	Colocador especializado	jor	0.28390	\$ 539.85	\$ 153.26
1AA00	Peón	jor	0.22710	\$ 342.90	\$ 77.87
1AZC1	Cabo	jor	0.07949	\$ 518.10	\$ 41.18
1AENO	Sobrestante	jor	0.02839	\$ 1,161.72	\$ 32.98
1AZB4	Ayudante de colocador de anclas	jor	1.13560	\$ 386.00	\$ 438.34
	<b>Suma de Mano de Obra</b>				<b>\$ 743.63</b>
<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 743.64	\$ 37.18



FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 743.64	\$ 22.31
	<b>Suma de Herramienta</b>				<b>\$ 59.49</b>
	<b>Equipo</b>				
AMAPE-304	Camioneta pick-up Ford F-250 de 85 hp XLT 8 cilindros 1.5 ton.	hr	0.45042	\$ 246.17	\$ 110.88
	<b>Suma de Equipo</b>				<b>\$ 110.88</b>
	Costo Directo				\$ 1,676.99
	Indirectos			4.00%	\$ 67.08
	Indirectos de Campo			7.00%	\$ 117.39
	Subtotal				\$ 1,861.46
	Financiamiento				\$ 0.00
	Subtotal				\$ 1,861.46
	Utilidad			9.00%	\$ 167.53
	Cargos Adicionales				\$ 0.00
					<b>\$ 2,028.99</b>

**PRECIO UNITARIO  
DOS MIL VEINTIOCHO PESOS 99/100 M.N.**

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

4.2 Suministro y colocación de anclas a base de acero de refuerzo de ¾" de diámetro y 18.0 m. De longitud  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: acero de refuerzo, centradores, soldadura, poliducto, PVC, cortes, elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, cargas, descargas acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. pza

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
E3APG035	Poliducto de 13 mm, marca poliflex	m	51.34138	\$ 2.63	\$ 135.03
PER-019	Tuerca hexagonal pesada de 2h de 6 hilos de 1" de diámetro	lote	1.00392	\$ 53.00	\$ 53.21
PER-008	Placa de acero de 1/2" de espesor de 30 x 30 cm y barreno de 1 3/8"	pza	1.00392	\$ 291.50	\$ 292.64
PER-023	Ancla de acero de 3/4" de diámetro y 18 m de largo con cuerda de 20 cm, incluye bulbo de soldadura	pza	1.00392	\$ 1,047.00	\$ 1,051.10
DRE-001	Tubo de PVC de 1 1/2" de diámetro	m	9.03532	\$ 10.75	\$ 97.13
	<b>Suma de Materiales</b>				<b>\$ 1,629.11</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AZB3	Colocador especializado	jor	0.28683	\$ 539.85	\$ 154.85
1AA00	Peón	jor	0.40158	\$ 342.90	\$ 137.70
1AZC1	Cabo	jor	0.09753	\$ 518.10	\$ 50.53
1AENO	Sobrestante	jor	0.02868	\$ 1,161.72	\$ 33.32
1AZB4	Ayudante de colocador de anclas	jor	1.14732	\$ 386.00	\$ 442.87
	<b>Suma de Mano de Obra</b>				<b>\$ 819.27</b>
<b>Herramienta</b>					



EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 819.26	\$ 40.96
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 819.26	\$ 24.58
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 65.54</b>
Costo Directo					\$ 2,513.91
Indirectos					4.00% \$ 100.56
Indirectos de Campo					7.00% \$ 175.97
Subtotal					\$ 2,790.44
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 2,790.44
Utilidad					9.00% \$ 251.14
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 3,041.58</b>

**TRES MIL CUARENTA Y UN PESOS 58/100 M.N.**

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

4.3 Suministro y colocación de ancla de 1" de diámetro x 2.0 metros de longitud, con cuerda de 20 cm de longitud con placa de 1/2" de 30 x 30 cm y barreno de 1 3/8", tuerca hexagonal pesada de 2h de 6 hilos de 1 1/2". incluye material, mano de obra y herramienta. pza

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
PER-053	Ancla de acero de 1" de diámetro y 2.00 m de largo	pza	1.00000	\$ 325.00	\$ 325.00
PER-0091	Tuerca hexagonal pesada 2h de 6 hilos de 3/4"	pza	1.00000	\$ 47.70	\$ 47.70
PER-008	Placa de acero de 1/2" de espesor de 30 x 30 cm y barreno de 1 3/8"	pza	1.00000	\$ 291.50	\$ 291.50
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 664.20</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AZB3	Colocador especializado	jor	0.06467	\$ 539.85	\$ 34.91
1AZB4	Ayudante de colocador de anclas	jor	0.06467	\$ 386.00	\$ 24.96
1AZC1	Cabo	jor	0.01300	\$ 518.10	\$ 6.74
1AA00	Peón	jor	0.06533	\$ 342.90	\$ 22.40
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 89.01</b>
<b>Herramienta</b>					
2HER	Herramienta menor	(%)mo	0.04000	\$ 89.02	\$ 3.56
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 3.56</b>
<b>Equipo</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 89.02	\$ 4.45
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 4.45</b>
Costo Directo					\$ 761.23
Indirectos					4.00% \$ 30.45
Indirectos de Campo					7.00% \$ 53.29
Subtotal					\$ 844.97
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 844.97
Utilidad					9.00% \$ 76.05
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 921.02</b>

**NOVECIENTOS VEINTIUN PESOS 2/100 M.N.**



Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

4.4 Suministro y colocación de anclas de ¾” de diámetro de 3 m de longitud con cuerda de 20 cm de longitud, con placa de ½” de 30 x 30 cm y barreno de 1 3/8”, tuerca hexagonal pesada de 2h de 6 hilos de ¾”, incluye: material, mano de obra y herramienta. pza

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
DRE-001	Tubo de PVC de 1 ½” de diámetro	m	1.48886	\$ 10.75	\$ 16.01
PER-008	Placa de acero de ½” de espesor de 30 x 30 cm y barreno de 1 3/8”	pza	0.99257	\$ 291.50	\$ 289.33
PER-0091	Tuerca hexagonal pesada 2h de 6 hilos de ¾”	pza	0.99257	\$ 47.70	\$ 47.35
PER-051	Ancla de ¾” de diámetro y 3.0 m	pza	0.99257	\$ 240.00	\$ 238.22
E3APG035	Poliducto de 13 mm, marca poliflex	m	4.96285	\$ 2.63	\$ 13.05
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 603.96</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AZB3	Colocador especializado	jor	0.06551	\$ 539.85	\$ 35.37
1AA00	Peón	jor	0.06618	\$ 342.90	\$ 22.69
1AZC1	Cabo	jor	0.01317	\$ 518.10	\$ 6.82
1AZB4	Ayudante de colocador de anclas	jor	0.06551	\$ 386.00	\$ 25.29
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 90.17</b>
<b>Herramienta</b>					
2HER	Herramienta menor	(%)mo	0.04000	\$ 90.17	\$ 3.61
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 3.61</b>
<b>Equipo</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 90.17	\$ 4.51
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 4.51</b>
Costo Directo					\$ 702.25
Indirectos					4.00% \$ 28.09
Indirectos de Campo					7.00% \$ 49.16
Subtotal					\$ 779.50
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 779.50
Utilidad					9.00% \$ 70.16
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 849.66</b>
<b>OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE PESOS 66/100 M.N.</b>					



Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

6 Suministro y aplicación de ademe a base de mortero cemento-agua proporción 25 kg x 16 litros de agua a razón de 28 litros por m, considerando desperdicios por filtraciones en grietas existentes, según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, debido a esto; el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreos dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución. m

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
ACACT020-A	Cemento tolteca CPC 30 r (cemento portland compuesto)	ton	0.02503	\$ 1,856.49	\$ 46.47
ACELERANTE	Acelerante de línea	lt	0.12554	\$ 27.64	\$ 3.47
MAD-001	Aserrín de madera de pino	kg	0.10000	\$ 5.30	\$ 0.53
ACMXX005	Agua	m <sup>3</sup>	0.01800	\$ 90.10	\$ 1.62
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 52.09</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AABY	Ayudante	jor	0.00982	\$ 377.74	\$ 3.71
1AZC1	Cabo	jor	0.00172	\$ 518.10	\$ 0.89
1AA00	Peón	jor	0.00735	\$ 342.90	\$ 2.52
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 7.12</b>
<b>Herramienta</b>					
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 7.12	\$ 0.21
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 7.12	\$ 0.36
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 0.57</b>
Costo Directo					\$ 59.78
Indirectos					4.00% \$ 2.39
Indirectos de Campo					7.00% \$ 4.18
Subtotal					\$ 66.35
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 66.35
Utilidad					9.00% \$ 5.97
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 72.32</b>
<b>SETENTA Y DOS PESOS 32/100 M.N.</b>					



Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

7 Suministro y colocación de tubo de PVC rd 36 de 2" de diámetro para drenes de penetración transversal, cubierta con malla geotextil, según proyecto, reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, cortes, nivelación, almacenaje, calafateo, ranurado, materiales, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución. m

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
DRE-030	Tubo hidráulico de 2"	m	1.08667	\$ 28.80	\$ 31.30
DRE-002	Malla geotextil	m	1.02240	\$ 1.59	\$ 1.63
PER-010	Mortero agua cemento 60 - 40	lt	0.61345	\$ 5.32	\$ 3.26
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 36.19</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AABO	Albañil	jor	0.02859	\$ 511.72	\$ 14.63
1AABY	Ayudante	jor	0.05718	\$ 377.74	\$ 21.60
1AZC1	Cabo	jor	0.00286	\$ 518.10	\$ 1.48
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 37.71</b>
<b>Herramienta</b>					
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 37.71	\$ 1.13
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 37.71	\$ 1.89
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 3.02</b>
<b>Equipo</b>					
EQACT002	Cortadora de material vidriado 1 hp	hr	0.33330	\$ 22.23	\$ 7.41
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 7.41</b>
Costo Directo					\$ 84.33
Indirectos					4.00% \$ 3.37
Indirectos de Campo					7.00% \$ 5.90
Subtotal					\$ 93.60
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 93.60
Utilidad					9.00% \$ 8.42
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 102.02</b>
<b>CIENTO DOS PESOS 2/100 M.N.</b>					



Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

8.1 Colocación de malla de triple torsión con recubrimiento de PVC anclaje en borde de malla a base de varilla de 1" de diámetro en forma de "t" @ 1.0 m, perforación de 1 1/2" de diámetro y de 1.0 a 1.5 m de profundidad con inyección de lechada cemento:agua f'c= 200 kg/cm<sup>2</sup>, según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: malla existente en la obra a resguardo y entregada a la empresa por la DGOP, elevación a cualquier altura, cortes, habilitado, desperdicios, traslapes, ajustes, maniobras, barrenado en placa, tejido, elementos de sujeción (placas de acero a-36, tuerca, roldana), anclaje de borde, perros, broches de presión, alambre galvanizado forrado con PVC, cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. m<sup>2</sup>

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
MAHERR-001	Suministro de placa cortada 4"x4" x 1/2" con barreno al centro de 1"	pza	0.16997	\$ 63.07	\$ 10.72
PERR-01	Perro de hierro de 7/16"	pza	0.17044	\$ 6.63	\$ 1.13
1502-75	Disco de corte de metal 381	pza	0.00029	\$ 68.30	\$ 0.02
PIN-006	Brocha	pza	0.00145	\$ 27.64	\$ 0.04
PIN-002	Thiner	lt	0.00362	\$ 13.82	\$ 0.05
PIN-005	Primario	lt	0.00846	\$ 46.09	\$ 0.39
MAACER-005	Acero de refuerzo fy = 4,200 kg/cm <sup>2</sup>	t	0.00032	\$ 8,637.33	\$ 2.76
B0575	Pintura alquidámica	lt	0.00734	\$ 53.14	\$ 0.39
MASOL-001	Soldadura 7018	kg	0.01698	\$ 50.65	\$ 0.86
MAHERR-002	Cuadrado de 1" x 1"	pza	0.00284	\$ 345.66	\$ 0.98
ACACT020-A	Cemento Tolteca CPC 30 r (cemento Portland compuesto)	ton	0.00002	\$ 1,856.49	\$ 0.04
ACMXX005	Agua	m <sup>3</sup>	0.00011	\$ 90.10	\$ 0.01
DEX-002	Barra de acero para barrenación de 70 cm de longitud	pza	0.00011	\$ 2,968.00	\$ 0.33
DEX-003	Barra de acero para perforación de 1.60 m por 1 1/2" de diámetro	pza	0.00013	\$ 3,710.00	\$ 0.48
H7DPL005.	Aceite para motor a gasolina pemex verde	lt	0.00771	\$ 35.02	\$ 0.27
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 18.47</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1ACLO	Colocador	jor	0.05341	\$ 522.14	\$ 27.89
1ASDY	Ayudante de soldador	jor	0.01182	\$ 182.31	\$ 2.15
1ASDO	Soldador	jor	0.01182	\$ 238.20	\$ 2.82
1AA00	Peón	jor	0.05228	\$ 342.90	\$ 17.93
1AZC1	Cabo	jor	0.01175	\$ 518.10	\$ 6.09
1ACLY	Ayudante de colocador	jor	0.05341	\$ 360.26	\$ 19.24
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 76.12</b>
<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 76.12	\$ 3.81
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 76.12	\$ 2.28



<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 6.09</b>
<b>Equipo</b>					
DEX-001	Perforadora Atlas Copco de 1 1/2" con manguera y lubricador	hr	0.01016	\$ 34.45	\$ 0.35
EQHA540-110	Compresor portátil mca. Atlas Copco mod. XAS-97 Motor a diesel de 48.3 hp. Presión máxima de trabajo 8.7 bar, 126 psi	hr	0.01002	\$ 133.67	\$ 1.34
EQA0X001	Equipo de Oxiacetileno par corte (incluye accesorios y consumos) sin operador.	hr	0.00099	\$ 80.91	\$ 0.08
EQASO001	Soldadora Lincon SAE 300 amp. K1277 mot. Perkins 4236, 4 cil, 60 hp, 1600 rpm (sin operador).	hr	0.01541	\$ 69.44	\$ 1.07
03-4250	Esmeril	hr	0.09615	\$ 0.52	\$ 0.05
AMAPE-304	Camioneta pick-up Ford F-250 de 85 hp x lt 8 cilindros 1.5 t.	hr	0.00252	\$ 246.17	\$ 0.62
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 3.51</b>
Costo Directo					\$ 104.19
Indirectos					4.00% \$ 4.17
Indirectos de Campo					7.00% \$ 7.29
Subtotal					\$ 115.65
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 115.65
Utilidad					9.00% \$ 10.41
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 126.06</b>
<b>CIENTO VEINTISEIS PESOS 6/100 M.N.</b>					

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

8.2 Suministro de malla triple torsión con recubrimiento de PVC, según proyecto, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. m<sup>2</sup>

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
MALLA-PCV	Malla triple torsión con recubrimiento de PVC	m <sup>2</sup>	1.09974	\$ 35.00	\$ 38.49
MACABAC-001	Cable de acero de 1/2"	m	0.12500	\$ 36.58	\$ 4.57
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 43.06</b>
Costo Directo					\$ 43.06
Indirectos					4.00% \$ 1.72
Indirectos de Campo					7.00% \$ 3.01
Subtotal					\$ 47.79
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 47.79
Utilidad					9.00% \$ 4.30
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 52.09</b>
<b>CINCUENTA Y DOS PESOS 9/100 M.N.</b>					



Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

8.3 Colocación de malla alta resistencia sistema Tecco, anclaje en borde de malla a base de varilla de 1" de diámetro en forma de "t" @ 1.00 m, perforación de 1 1/2" de diámetro y de 1.0 a 1.5 m de profundidad con inyección de lechada cemento:agua f'c= 200 kg/cm<sup>2</sup>, según proyecto, con altura superiores a los 12.00 m y pendientes mayores a 60 grados. reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevación a cualquier altura, cortes habilitado, desperdicios, traslapes, ajustes, maniobras, barrenado en placa, tejido, elementos de sujeción, anclaje de borde, perros y/o broches de hierro de 7/16" para sujeción en el doblez del cable de acero de 5/16" de diámetro, alambre galvanizado, cable de acero, cargas, descargas, acarrees dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. m<sup>2</sup>

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
MAHERR-001	Suministro de placa cortada 4"x4" x 1/2" con barreno al centro de 1"	pza	0.16997	\$ 63.07	\$ 10.72
PERR-01	Perro de hierro de 7/16"	pza	0.17044	\$ 6.63	\$ 1.13
1502-75	Disco de corte de metal 381	pza	0.00029	\$ 68.30	\$ 0.02
PIN-006	Brocha	pza	0.00145	\$ 27.64	\$ 0.04
PIN-002	Thiner	lt	0.00362	\$ 13.82	\$ 0.05
PIN-005	Primario	lt	0.00846	\$ 46.09	\$ 0.39
MAACER-005	Acero de refuerzo fy = 4,200 kg/cm <sup>2</sup>	t	0.00024	\$ 8,637.33	\$ 2.07
B0575	Pintura alquidámica	lt	0.00734	\$ 53.14	\$ 0.39
MASOL-001	Soldadura 7018	kg	0.01658	\$ 50.65	\$ 0.84
MAHERR-002	Cuadrado de 1" x 1"	pza	0.00284	\$ 345.66	\$ 0.98
ACACT020-A	Cemento Tolteca CPC 30 r (cemento Portland compuesto)	ton	0.00002	\$ 1,856.49	\$ 0.04
ACMXX005	Agua	m <sup>3</sup>	0.00011	\$ 90.10	\$ 0.01
DEX-002	Barra de acero para barrenación de 70 cm de longitud	pza	0.00011	\$ 2,968.00	\$ 0.33
DEX-003	Barra de acero para perforación de 1.6 m por 1 1/2" de diámetro	pza	0.00013	\$ 3,710.00	\$ 0.48
H7DPL005.	Aceite para motor a gasolina pemex verde	lt	0.00771	\$ 35.02	\$ 0.27
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 17.76</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1ACLO	Colocador	jor	0.05408	\$ 522.14	\$ 28.24
1ASDY	Ayudante de soldador	jor	0.01195	\$ 182.31	\$ 2.18
1ASDO	Soldador	jor	0.01195	\$ 238.20	\$ 2.85
1AA00	Peón	jor	0.05224	\$ 342.90	\$ 17.91
1AZC1	Cabo	jor	0.01183	\$ 518.10	\$ 6.13
1ACLY	Ayudante de colocador	jor	0.05408	\$ 360.26	\$ 19.48
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 76.79</b>
<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 76.78	\$ 3.84
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 76.78	\$ 2.30
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 6.14</b>
<b>Equipo</b>					



**“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD, CON ANCLAS Y MALLAS, DEL CANTIL UBICADO EN LA COLONIA PALMITAS, DELEGACION IZTAPALAPA, MEXICO D.F.”**



DEX-001	Perforadora Atlas Copco de 1 1/2" con manguera y lubricador	hr	0.01016	\$ 34.45	\$ 0.35
EQHA540-110	Compresor portátil Atlas Copco mod. XAS-97 Motor a diesel de 48.3 hp. Presión máxima de trabajo 8.7 bar, 126 psi	hr	0.01002	\$ 133.67	\$ 1.34
EQA0X001	Equipo de Oxiacetileno par corte (incluye accesorios y consumos) sin operador.	hr	0.00099	\$ 80.91	\$ 0.08
EQASO001	Soldadora Lincon SAE 300 amp. K1277 mot. Perkins 4236, 4 cil, 60 hp, 1600 rpm (sin operador).	hr	0.01541	\$ 69.44	\$ 1.07
03-4250	Esmeril	hr	0.09615	\$ 0.52	\$ 0.05
AMAPE-304	Camioneta pick-up Ford F-250 de 85 hp x lt 8 cilindros 1.5 ton.	hr	0.00252	\$ 246.17	\$ 0.62
	<b>Suma de Equipo</b>				<b>\$ 3.51</b>
	Costo Directo				\$ 104.19
	Indirectos			4.00%	\$ 4.17
	Indirectos de Campo			7.00%	\$ 7.29
	Subtotal				\$ 115.65
	Financiamiento				\$ 0.00
	Subtotal				\$ 115.65
	Utilidad			9.00%	\$ 10.41
	Cargos Adicionales				\$ 0.00
					<b>\$ 126.06</b>

**PRECIO UNITARIO  
CIENTO VEINTISEIS PESOS 6/100 M.N.**

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

8.4 Suministro de malla alta resistencia sistema Tecco, según proyecto, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. m<sup>2</sup>

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
	<b>Materiales</b>				
MALLA TECCO	Malla alta resistencia sistema Tecco	m <sup>2</sup>	1.09974	\$ 450.00	\$ 494.88
MACABAC-001	Cable de acero de 1/2"	m	0.12500	\$ 36.58	\$ 4.57
	<b>Suma de Materiales</b>				<b>\$ 499.45</b>
	Costo Directo				\$ 499.45
	Indirectos			4.00%	\$ 19.98
	Indirectos de Campo			7.00%	\$ 34.96
	Subtotal				\$ 554.39
	Financiamiento				\$ 0.00
	Subtotal				\$ 554.39
	Utilidad			9.00%	\$ 49.90
	Cargos Adicionales				\$ 0.00

**PRECIO UNITARIO  
SEISCIENTOS CUATRO PESOS 29/100 M.N.**



Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

9.1 Colocación de malla híbrida B900 (Maccaferri), reforzada con cable de acero de 5/16 y en el perímetro con cable de acero de 1/2", anclaje en borde de malla a base de varilla de 1" de diámetro en forma de "t" @ 1.00 m, perforación de 1 1/2" de diámetro y de 1.00 a 1.50 m de profundidad con inyección de lechada cemento:agua f'c= 200 kg/cm<sup>2</sup>, según proyecto, con altura superiores a los 12.00 m y pendientes mayores a 60 grados. reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevación a cualquier altura, cortes habilitado, desperdicios, traslapes, ajustes, maniobras, barrenado en placa, tejido, elementos de sujeción, anclaje de borde, perros y/o broches de hierro de 7/16" para sujeción en el doblez del cable de acero de 5/16" de diámetro, alambre galvanizado, cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. m<sup>2</sup>

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
MAHERR-001	Suministro de placa cortada 4"x4" x 1/2" con barreno al centro de 1"	pza	0.16997	\$ 63.07	\$ 10.72
PERR-01	Perro de hierro de 7/16"	pza	0.17044	\$ 6.63	\$ 1.13
1502-75	Disco de corte de metal 381	pza	0.00029	\$ 68.30	\$ 0.02
PIN-006	Brocha	pza	0.00145	\$ 27.64	\$ 0.04
PIN-002	Thiner	lt	0.00362	\$ 13.82	\$ 0.05
PIN-005	Primario	lt	0.00846	\$ 46.09	\$ 0.39
MAACER-005	Acero de refuerzo fy = 4,200 kg/cm <sup>2</sup>	ton	0.00024	\$ 8,637.33	\$ 2.07
B0575	Pintura alquidámica	lt	0.00734	\$ 53.14	\$ 0.39
MASOL-001	Soldadura 7018	kg	0.01658	\$ 50.65	\$ 0.84
MAHERR-002	Cuadrado de 1" x 1"	pza	0.00284	\$ 345.66	\$ 0.98
ACACT020-A	Cemento Tolteca CPC30 r (cemento Portland compuesto)	ton	0.00002	\$ 1,856.49	\$ 0.04
ACMXX005	Agua	m <sup>3</sup>	0.00011	\$ 90.10	\$ 0.01
DEX-002	Barra de acero para barrenación de 70 cm de longitud	pza	0.00011	\$ 2,968.00	\$ 0.33
DEX-003	Barra de acero para perforación de 1.60 m por 1 1/2" de diámetro	pza	0.00013	\$ 3,710.00	\$ 0.48
H7DPL005.	Aceite para motor a gasolina pemex verde	lt	0.00771	\$ 35.02	\$ 0.27
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 17.76</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1ACLO	Colocador	jor	0.05408	\$ 522.14	\$ 28.24
1ASDY	Ayudante de soldador	jor	0.01195	\$ 182.31	\$ 2.18
1ASDO	Soldador	jor	0.01195	\$ 238.20	\$ 2.85
1AA00	Peón	jor	0.05224	\$ 342.90	\$ 17.91
1AZC1	Cabo	jor	0.01183	\$ 518.10	\$ 6.13
1ACLY	Ayudante de colocador	jor	0.05408	\$ 360.26	\$ 19.48
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 76.79</b>
<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 76.78	\$ 3.84
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 76.78	\$ 2.30
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 6.14</b>
<b>Equipo</b>					



**“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD, CON ANCLAS Y MALLAS, DEL CANTIL UBICADO EN LA COLONIA PALMITAS, DELEGACION IZTAPALAPA, MEXICO D.F.”**



DEX-001	Perforadora Atlas Copco de 1 1/2” con manguera y lubricador	hr	0.01016	\$ 34.45	\$ 0.35
EQHA540-110	Compresor portátil Atlas Copco mod. XAS-97 Motor a diesel de 48.3 hp. Presión máxima de trabajo 8.7 bar, 126 psi	hr	0.01002	\$ 133.67	\$ 1.34
EQA0X001	Equipo de Oxiacetileno par corte (incluye accesorios y consumos) sin operador.	hr	0.00099	\$ 80.91	\$ 0.08
EQASO001	Soldadora Lincon SAE 300 amp. K1277 mot. Perkins 4236, 4 cil, 60 hp, 1600 rpm (sin operador).	hr	0.01541	\$ 69.44	\$ 1.07
03-4250	Esmeril	hr	0.09615	\$ 0.52	\$ 0.05
AMAPE-304	Camioneta pick-up Ford F-250 de 85 hp x lt 8 cilindros 1.5 t.	hr	0.00252	\$ 246.17	\$ 0.62
	<b>Suma de Equipo</b>				<b>\$ 3.51</b>
	Costo Directo				\$ 104.19
	Indirectos			4.00%	\$ 4.17
	Indirectos de Campo			7.00%	\$ 7.29
	Subtotal				\$ 115.65
	Financiamiento				\$ 0.00
	Subtotal				\$ 115.65
	Utilidad			9.00%	\$ 10.41
	Cargos Adicionales				\$ 0.00
					<b>\$ 126.06</b>

**PRECIO UNITARIO  
CIENTO VEINTISEIS PESOS 6/100 M.N.**

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

9.2 Suministro de malla hibrida B900 (Maccaferri), reforzada con cable de acero de 5/16 y en el perímetro con cable de acero de 1/2”, según proyecto, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el optimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución, m<sup>2</sup>

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
	<b>Materiales</b>				
MALLA-B900	Malla hibrida B-900 (Maccaferri)	m <sup>2</sup>	1.09974	\$ 154.00	\$ 169.36
MACABAC-001	Cable de acero de 1/2”	m	0.12500	\$ 36.58	\$ 4.57
	<b>Suma de Materiales</b>				<b>\$ 173.93</b>
	Costo Directo				\$ 173.93
	Indirectos			4.00%	\$ 6.96
	Indirectos de Campo			7.00%	\$ 12.18
	Subtotal				\$ 193.07
	Financiamiento				\$ 0.00
	Subtotal				\$ 193.07
	Utilidad			9.00%	\$ 17.38
	Cargos Adicionales				\$ 0.00
					<b>\$ 210.45</b>

**PRECIO UNITARIO  
DOSCIENTOS DIEZ PESOS 45/100 M.N.**

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**



**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

10 Fabricación de dados de concreto armado de 40 x 40 x 30 cm. Con  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  hecho en obra y acero de refuerzo del no. 4 con  $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , separación según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevación a cualquier altura, maniobras, equipo de seguridad, nivelación, cargas, descargas, mano de obra, herramienta, desperdicios, cimbra, descimbra, amarres, ganchos, doblez, alambre recocado, fabricación del concreto, colado, curado, acarreo dentro y fuera de la obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
MACAR-001	Triplay de 19mm de 2da.	m <sup>2</sup>	0.60898	\$ 105.27	\$ 64.11
DRE-020	Tubo de PVC de 40 mm	pza	0.05250	\$ 55.30	\$ 2.90
MAACER-007	Alambre recocado	kg	0.25549	\$ 18.02	\$ 4.60
MAACER-005	Acero de refuerzo $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$	t	0.00565	\$ 8,637.33	\$ 48.80
BH7BPL005	Diesel	lt	0.19999	\$ 7.74	\$ 1.55
MACAR-002	Clavo de 3" a 4"	kg	0.10000	\$ 26.50	\$ 2.65
ACACT020-A	Cemento Tolteca CPC 30 r (cemento Portland compuesto)	ton	0.02258	\$ 1,856.49	\$ 41.92
ACELERANTE001	Acelerante de línea Festermix	lt	0.24999	\$ 25.80	\$ 6.45
0302-30	Grava	m <sup>3</sup>	0.03945	\$ 282.85	\$ 11.16
AGRE-001	Arena.	m <sup>3</sup>	0.03258	\$ 270.00	\$ 8.80
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 192.94</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AZC1	Cabo	jor	0.03610	\$ 518.10	\$ 18.70
1AA00	Peón	jor	0.21429	\$ 342.90	\$ 73.48
1AABO	Albañil	jor	0.16211	\$ 511.72	\$ 82.95
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 175.13</b>
<b>Herramienta</b>					
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 167.46	\$ 5.02
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 167.46	\$ 8.37
AND%	Elementos auxiliares en trabajos de alto riesgo.	(%)mo	0.05000	\$ 167.46	\$ 8.37
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 21.76</b>
Costo Directo					\$ 389.84
Indirectos					4.00% \$ 15.59
Indirectos de Campo					7.00% \$ 27.29
Subtotal					\$ 432.72
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 432.72
Utilidad					9.00% \$ 38.94
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 471.66</b>
<b>CUATROCIENTOS SETENTA Y UN PESOS 66/100 M.N.</b>					



**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

11 Tensado de anclas con equipo calibrado, cualquier diámetro y longitud, según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevación a cualquier altura, maniobras, equipo de tensado, equipo de seguridad, reportes (pruebas de tensado, graficas), cargas, descargas, primer y pintura de esmalte en placas, soldadura 70-18, engrasado y poliducto en esparrago, acarreo dentro y fuera de la obra, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
B0575	Pintura alquídica	lt	0.08000	\$ 53.14	\$ 4.25
MASOL-001	Soldadura 7018	kg	0.07500	\$ 50.65	\$ 3.80
PER-005	Grasa litihum ep-2	lt	0.10000	\$ 66.94	\$ 6.69
DRE-001	Tubo de PVC de 1 1/2" de diámetro	m	0.30000	\$ 10.75	\$ 3.23
PIN-006	Brocha	pza	0.02000	\$ 27.64	\$ 0.55
PIN-002	Thiner	lt	0.02000	\$ 13.82	\$ 0.28
PIN-005	Primario	lt	0.04000	\$ 46.09	\$ 1.84
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 20.64</b>
<b>Mano de Obra</b>					
MO111	Técnico especializado	jor	0.20108	\$ 515.12	\$ 103.58
MO-211	Ayudante especializado	jor	0.01257	\$ 438.65	\$ 5.51
MO-210	Soldador especializado	jor	0.01257	\$ 1,014.98	\$ 12.76
1ACLY	Ayudante de colocador	jor	0.00533	\$ 360.26	\$ 1.92
1ACLO	Colocador	jor	0.00533	\$ 522.14	\$ 2.78
1AENO	Sobrestante	jor	0.02064	\$ 1,161.72	\$ 23.98
1AZC1	Cabo	jor	0.06265	\$ 518.10	\$ 32.46
1AABY	Ayudante	jor	0.40216	\$ 377.74	\$ 151.91
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 334.90</b>
<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 334.90	\$ 16.75
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 334.90	\$ 10.05
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 26.80</b>
<b>Equipo</b>					
EQTENSADO	Equipo de tensado	hr	2.05676	\$ 63.60	\$ 130.81
EQASO001	Soldadora Lincon SAE 300 amp. K1277 mot. Perkins 4236, 4 cil, 60 hp, 1600 r.p.m. (sin operador).	hr	0.08333	\$ 69.44	\$ 5.79
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 136.60</b>
Costo Directo					\$ 518.94
Indirectos					4.00% \$ 20.76
Indirectos de Campo					7.00% \$ 36.33
Subtotal					\$ 576.03
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 576.03
Utilidad					9.00% \$ 51.84
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 627.87</b>
<b>SEISCIENTOS VEINTISIETE PESOS 87/100 M.N.</b>					



Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

12 Demolición de rocas con explosivos químicos (expansivo), marca dexpan o similar, según proyecto, m<sup>3</sup>  
 con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual  
 realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil  
 estratigráfico, debido a esto ; el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas , siendo una zona  
 densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de  
 seguridad pertinentes para el optimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el  
 rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier nivel, perforación de 1 1/2" de diámetro de 0 a 1.00 m de  
 profundidad realizado con equipo neumático, carga de barrenos con dexpan o similar, equipo de  
 seguridad, retiro y bajado de rocas producto de la demolición, carga, descarga, mano de obra,  
 acarreo dentro y fuera de obra , instalación de mallas de protección necesarias para asegurar la  
 integridad de los habitantes de la zona de trabajo y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
MALLANT-02	Cable de acero de 1/2"	m	0.02222	\$ 73.33	\$ 1.63
MALLANT-03	Perro de hierro maleable de 3/4"	pza	0.04444	\$ 25.00	\$ 1.11
MALLANT-04	Cable de plástico de 3/4"	m	0.16667	\$ 38.70	\$ 6.45
OIAAC020	Cable de acero trenzado de 3/4" tipo boa marca comesa	m	1.00001	\$ 87.76	\$ 87.76
ACMXX005	Agua	m <sup>3</sup>	0.00400	\$ 90.10	\$ 0.36
DEX-004	Polvo expansivo demolidor marca "dexpan"	kg	4.00003	\$ 79.50	\$ 318.00
DEX-002	Barra de acero para barrenación de 70 cm de longitud	pza	0.00808	\$ 2,968.00	\$ 23.98
MALLANT-01	Llantas usadas de automotor	pza	0.02116	\$ 5.00	\$ 0.11
H7DPL005.	Aceite para motor a gasolina pemex verde	lt	0.30497	\$ 35.02	\$ 10.68
DEX-003	Barra de acero para perforación de 1.60 m por 1 1/2" de diámetro	pza	0.00780	\$ 3,710.00	\$ 28.94
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 479.02</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1ACTO	Oficial especializado	jor	0.12678	\$ 542.62	\$ 68.79
1AABY	Ayudante	jor	0.12678	\$ 377.74	\$ 47.89
1ACLY	Ayudante de colocador	jor	0.63390	\$ 360.26	\$ 228.37
1AA00	Peón	jor	0.13526	\$ 342.90	\$ 46.38
1AZC1	Cabo	jor	0.05157	\$ 518.10	\$ 26.72
1APBY	Ayudante de perforador	jor	0.12678	\$ 377.30	\$ 47.83
1BCM1	Operador compresor	jor	0.12678	\$ 592.23	\$ 75.08
1APBO	Perforador	jor	0.12678	\$ 881.16	\$ 111.71
1ACLO	Colocador	jor	0.12678	\$ 522.14	\$ 66.20
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 718.97</b>
<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 718.97	\$ 35.95
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 718.97	\$ 21.57
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 57.52</b>
<b>Equipo</b>					
EQTIFOR	Tirfor de 3.5 toneladas	hora	13.17741	\$ 2.63	\$ 34.66
EQAMC001	Malacate de 1000 kg con accesorios y motor kolher de gasolina de 12 hp ac. pluma polea triangulo elevador bogue y gancho.	hr	0.95843	\$ 51.08	\$ 48.96
AMAPE-039	Camión de volteo marca DINA de 7 m3 de capacidad.	hr	0.54889	\$ 207.06	\$ 113.65
DEX-001	Perforadora Atlas Copco de 1 1/2" con manguera y	hr	0.38336	\$ 34.45	\$ 13.21



lubricador					
EQHA540-110	Compresor portátil mca. Atlas Copco mod. XAS-97	hr	0.38331	\$ 133.67	\$ 51.24
	Motor a diesel de 48.3 hp. Presión máxima de trabajo 8.7 bar, 126 psi				
	<b>Suma de Equipo</b>				<b>\$ 261.72</b>
	Costo Directo				\$ 1,517.23
	Indirectos		4.00%		\$ 60.69
	Indirectos de Campo		7.00%		\$ 106.21
	Subtotal				\$ 1,684.13
	Financiamiento				\$ 0.00
	Subtotal				\$ 1,684.13
	Utilidad		9.00%		\$ 151.57
	Cargos Adicionales				\$ 0.00
					<b>\$ 1,835.70</b>

**PRECIO UNITARIO  
UN MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS 70/100 M.N.**

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

13 Suministro , fabricación y colocación de relleno fluido f'c= 8 kg/cm<sup>2</sup> a base de cemento, tepetate, agua y espuma química (agente espumante), relleno terreo en capas de 90 cm. Con secciones variables de acuerdo a la configuración topográfica del área, fabricado en obra con equipo neumático, según proyecto, reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el optimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevación a la altura de proyecto, maniobras, equipo mecánico, equipo de seguridad, señalamientos, tepetate libre de boleas, tuberías y mangueras de 3", bomba, nivelación, cargas, descargas, mano de obra, herramienta, cimbra, descimbra, acarreo dentro y fuera de la obra , limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución. m<sup>3</sup>

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
PER-045	Tinaco rotoplas de 1 100 lt	pza	0.00708	\$ 1,340.90	\$ 9.49
MAINS-100	Tubo de PVC de 4" de diámetro	m	0.06000	\$ 79.11	\$ 4.75
DRE-001	Tubo de PVC de 1 1/2" de diámetro	m	1.00744	\$ 10.75	\$ 10.83
MARELL-020	Tepetate	m <sup>3</sup>	0.51185	\$ 200.00	\$ 102.37
MAADIT-020	Espuma química	lt	0.85000	\$ 50.00	\$ 42.50
ACMXX005	Agua	m <sup>3</sup>	0.64690	\$ 90.10	\$ 58.29
ACACT020-A	Cemento Tolteca CPC 30 r (cemento Portland compuesto)	ton	0.04600	\$ 1,856.49	\$ 85.40
	<b>Suma de Materiales</b>				<b>\$ 313.63</b>
<b>Mano de Obra</b>					
MOCA-011	Operador equipo intermedio	jor	0.08575	\$ 445.77	\$ 38.22
1AZC1	Cabo	jor	0.03602	\$ 518.10	\$ 18.66
1AABO	Albañil	jor	0.08575	\$ 511.72	\$ 43.88
1AA00	Peón	jor	0.29155	\$ 342.90	\$ 99.97
	<b>Suma de Mano de Obra</b>				<b>\$ 200.73</b>
<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 200.74	\$ 10.04
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 200.74	\$ 6.02



<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 16.06</b>
<b>Equipo</b>					
PER-202	Manguera alta presión de 2" de diámetro.	Renta	0.00076	\$ 6,890.00	\$ 5.24
PER-205	Manguera tramada de 1"	Renta	0.00112	\$ 2,226.00	\$ 2.49
AMAPE-231	Revolvedora MYM:MM2-TTD 2 sacos de 15 hp mot. Lister diesel.	hr	0.51739	\$ 157.02	\$ 81.24
EQBOMBEO-01	Bombeo de relleno fluido con bomba estacionaria	hr	0.95000	\$ 270.00	\$ 256.50
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 345.47</b>
Costo Directo					\$ 875.90
Indirectos					4.00% \$ 35.04
Indirectos de Campo					7.00% \$ 61.31
Subtotal					\$ 972.25
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 972.25
Utilidad					9.00% \$ 87.50
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 1,059.75</b>
<b>UN MIL CINCUENTA Y NUEVE PESOS 75/100 M.N.</b>					

Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

14 Conformación de muro de mampostería con piedra existente en el lugar de los trabajos para relleno de oquedades y/o protección de estratos, junteado con mortero cemento: arena proporción 1:6 con sección según proyecto, reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevación a cualquier nivel, maniobras, equipo de seguridad, señalamientos, nivelación, reventón, plomeo, cargas, descargas, mano de obra, herramienta, andamios, desperdicios, acarreo dentro y fuera de la obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.

m<sup>3</sup>

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
ACACT020-A	Cemento Tolteca CPC 30 r (cemento Portland compuesto)	ton	0.10197	\$ 1,856.49	\$ 189.31
AGRE-001	Arena.	m <sup>3</sup>	0.42412	\$ 270.00	\$ 114.51
ACMXX005	Agua	m <sup>3</sup>	0.11025	\$ 90.10	\$ 9.93
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 313.75</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AA00	Peón	jor	0.89843	\$ 342.90	\$ 308.07
1AZC1	Cabo	jor	0.12914	\$ 518.10	\$ 66.91
1AABO	Albañil	jor	0.39297	\$ 511.72	\$ 201.09
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 576.07</b>
<b>Herramienta</b>					
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 576.07	\$ 17.28
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 576.07	\$ 28.80
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 46.08</b>
Costo Directo					\$ 935.90
Indirectos					4.00% \$ 37.44
Indirectos de Campo					7.00% \$ 65.51
Subtotal					\$ 1,038.85
Financiamiento					\$ 0.00



Subtotal		\$ 1,038.85
Utilidad	9.00%	\$ 93.50
Cargos Adicionales		\$ 0.00

**PRECIO UNITARIO  
UN MIL CIENTO TREINTA Y DOS PESOS 35/100 M.N.**

\$ 1,132.35

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

15 Lavadero forjado con una base de concreto armado de 10 cm de espesor  $f'c= 200 \text{ kg/cm}^2$  agregado máximo 3/4", acero de refuerzo  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$  de 1/2" a cada 20 cm en ambos sentidos, con alerones de 15 cm de espesor y altura variable de 20 a 40cm. Según proyecto, reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, cortes, doblez, ganchos, nivelación, cimbra común, descimbra, impermeabilizante integral, regleado, materiales, herramienta, acabado con pintura mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución,

$\text{m}^2$

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
MACAR-50	Polín de madera de 3.52x3.52x8'	pza	0.12295	\$ 65.00	\$ 7.99
MAIMP-051	Impermeabilizante integral	kg	2.27850	\$ 18.00	\$ 41.01
MAACER-007	Alambre recocado	kg	0.25550	\$ 18.02	\$ 4.60
MAACER-005	Acero de refuerzo $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$	ton	0.02352	\$ 8,637.33	\$ 203.15
BH7BPL005	Diesel	lt	0.20155	\$ 7.74	\$ 1.56
MACAR-002	Clavo de 3" a 4"	kg	0.15000	\$ 26.50	\$ 3.97
ACACT020-A	Cemento Tolteca CPC 30 r (cemento Portland compuesto)	ton	0.11408	\$ 1,856.49	\$ 211.79
MACAR-001	Triplay de 19mm de 2da.	$\text{m}^2$	0.35000	\$ 105.27	\$ 36.84
0302-30	Grava	$\text{m}^3$	0.19933	\$ 282.85	\$ 56.38
AGRE-001	Arena.	$\text{m}^3$	0.16461	\$ 270.00	\$ 44.44
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 611.73</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AZC1	Cabo	jor	0.03889	\$ 518.10	\$ 20.15
1AA00	Peón	jor	0.30291	\$ 342.90	\$ 103.87
1AABO	Albañil	jor	0.16345	\$ 511.72	\$ 83.64
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 207.66</b>
<b>Herramienta</b>					
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 168.84	\$ 5.07
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 168.84	\$ 8.44
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 13.51</b>
Costo Directo					\$ 832.91
Indirectos					4.00% \$ 33.32
Indirectos de Campo					7.00% \$ 58.30
Subtotal					\$ 924.53
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 924.53
Utilidad					9.00% \$ 83.21
Cargos Adicionales					\$ 0.00

**PRECIO UNITARIO  
UN MIL SIETE PESOS 74/100 M.N.**

\$ 1,007.74



**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

16 Aplicación de lechada cemento-agua con equipo de bombeo (Moyno), proporción de 40 lt de agua por bulto de cemento, según proyecto, en una zona de difícil accesibilidad, con altura de hasta 15 m. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, debido a esto ;el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas marcar los puntos de perforación, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el optimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, maniobras, desperdicio, materiales, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución,

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
ACACT020-A	Cemento tolteca CPC 30 r (cemento portland compuesto)	t	0.00097	\$ 1,856.49	\$ 1.80
ACMXX005	Agua	m <sup>3</sup>	0.00075	\$ 90.10	\$ 0.07
GASOLINA	Gasolina para motor	lt	0.01500	\$ 7.90	\$ 0.12
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 1.99</b>
<b>Mano de Obra</b>					
MOCA-011	Operador equipo intermedio	jor	0.00062	\$ 445.77	\$ 0.28
1AZC1	Cabo	jor	0.00029	\$ 518.10	\$ 0.15
1AA00	Peón	jor	0.00225	\$ 342.90	\$ 0.77
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 1.20</b>
<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 1.20	\$ 0.06
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 1.20	\$ 0.04
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 0.10</b>
<b>Equipo</b>					
PER-017	Bomba Moyno para dos kg de presión por cm <sup>2</sup>	Renta	0.00022	\$ 13,780.00	\$ 3.03
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 3.03</b>
Costo Directo					\$ 6.32
Indirectos				4.00%	\$ 0.25
Indirectos de Campo				7.00%	\$ 0.44
Subtotal					\$ 7.01
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 7.01
Utilidad				9.00%	\$ 0.63
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 7.64</b>
<b>SIETE PESOS 64/100 M.N.</b>					



**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

17 Conformación de muro de concreto lanzado en estrato de escoria volcánica con un espesor de 12 cm y rematado en el estrato de ceniza y/o arena volcánica con una sección de 20 x 50 cm con  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  reforzado con fibra de acero en proporción de  $40 \text{ kg/m}^3$  empleando equipo neumático, según proyecto, reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevación a cualquier nivel, maniobras, equipo mecánico, equipo de seguridad, señalamientos, nivelación, cargas, descargas, mano de obra, herramienta, andamios, desperdicios, pruebas de laboratorio, acarreo dentro y fuera de la obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.

$\text{m}^3$

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
PER-208	Fibra de acero	kg	40.00027	\$ 23.29	\$ 931.61
PER-045	Tinaco rotoplas de 1 100 lt	pza	0.01600	\$ 1,340.90	\$ 21.45
CONCRETOPL-150	Concreto $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ para lanzado	$\text{m}^3$	1.30000	\$ 1,308.40	\$ 1,700.92
ACMXX005	Agua	$\text{m}^3$	0.26580	\$ 90.10	\$ 23.95
ACELERANTE002	Fraguasil n	kg	17.59760	\$ 14.31	\$ 251.82
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 2,929.75</b>
<b>Mano de Obra</b>					
MO-LANZADOR	Lanzador	jor	0.20052	\$ 459.63	\$ 92.17
1AZC1	Cabo	jor	0.06016	\$ 518.10	\$ 31.17
1AABY	Ayudante	jor	1.20312	\$ 377.74	\$ 454.47
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 577.81</b>
<b>Herramienta</b>					
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 577.80	\$ 17.33
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 577.80	\$ 28.89
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 46.22</b>
<b>Equipo</b>					
PER-202	Manguera alta presión de 2" de diámetro.	Renta	0.00879	\$ 6,890.00	\$ 60.56
PER-203	Manguera alta presión de 1 1/4" de diámetro.	Renta	0.00879	\$ 5,300.00	\$ 46.59
PER-204	Lanzadora Aliva 252	Renta	0.00879	\$ 23,140.00	\$ 203.40
PER-206	Boquilla de lanzado hamm 2" de diámetro.	Renta	0.00879	\$ 4,664.00	\$ 41.00
PER-207	Zapata Aliva 252	Renta	0.00879	\$ 4,134.00	\$ 36.34
COM-001	Compresor IR750 PCM	Renta	0.00879	\$ 33,920.00	\$ 298.16
EQGENERADOR100KW	Generador eléctrico de 100 kw	Renta	0.00732	\$ 15,900.00	\$ 116.39
PER-017	Bomba Moyno para dos kg de presión por $\text{cm}^2$ .	Renta	0.00879	\$ 13,780.00	\$ 121.13
AMAPE-039	Camión de volteo marca DINA de 7 $\text{m}^3$ de capacidad.	hr	0.62375	\$ 207.06	\$ 129.15
PER-205	Manguera tramada de 1"	Renta	0.00879	\$ 2,226.00	\$ 19.57
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 1,072.29</b>
Costo Directo					\$ 4,626.06
Indirectos					4.00% \$ 185.04
Indirectos de Campo					7.00% \$ 323.82
Subtotal					\$ 5,134.92
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 5,134.92
Utilidad					9.00% \$ 462.14
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 5,597.06</b>
<b>CINCO MIL QUINIENTOS NOVENTA Y SIETE PESOS 6/100 M.N.</b>					



Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

18 Suministro y aplicación de aditivo estabilizador y acelerante libre de cloruros: disperpack, meaeo sa kg  
 160, sika rápido de mejor calidad, mezclado en la inyección a base de mortero cemento-agua  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ , según proyecto con alturas superiores a los 12.00 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución,

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
ADIT-002	Disperpack	saco	0.04988	\$ 701.72	\$ 35.00
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 35.00</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AABY	Ayudante	jor	0.00421	\$ 377.74	\$ 1.59
1AZC1	Cabo	jor	0.00084	\$ 518.10	\$ 0.44
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 2.03</b>
<b>Herramienta</b>					
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 2.03	\$ 0.06
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 2.03	\$ 0.10
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 0.16</b>
Costo Directo					\$ 37.19
Indirectos					4.00% \$ 1.49
Indirectos de Campo					7.00% \$ 2.60
Subtotal					\$ 41.28
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 41.28
Utilidad					9.00% \$ 3.72
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 45.00</b>
<b>CUARENTA Y CINCO PESOS 0/100 M.N.</b>					

Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

19 Suministro y aplicación de aditivo expansor libre de cloruros: expansil, expancreto, intraplast z o de kg  
 mejor calidad, mezclado en la inyección a base de mortero cemento-agua  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ , según proyecto con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se



reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
ADIT-005	Expansil	saco	0.04981	\$ 496.08	\$ 24.71
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 24.71</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AABY	Ayudante	jor	0.00474	\$ 377.74	\$ 1.79
1AZC1	Cabo	jor	0.00095	\$ 518.10	\$ 0.49
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 2.28</b>
<b>Herramienta</b>					
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 2.28	\$ 0.07
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 2.28	\$ 0.11
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 0.18</b>
Costo Directo					\$ 27.17
Indirectos					4.00% \$ 1.09
Indirectos de Campo					7.00% \$ 1.90
Subtotal					\$ 30.16
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 30.16
Utilidad					9.00% \$ 2.71
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 32.87</b>
<b>TREINTA Y DOS PESOS 87/100 M.N.</b>					

Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

### EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO

20 Inyección de escoria a base de mortero cemento-agua  $f'c= 100 \text{ kg/cm}^2$ , según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución,

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
ACACT020-A	Cemento Tolteca CPC 30 r (cemento Portland compuesto)	t	0.00045	\$ 1,856.49	\$ 0.84
ACMXX005	Agua	m <sup>3</sup>	0.00079	\$ 90.10	\$ 0.07
GASOLINA	Gasolina para motor	lt	0.01506	\$ 7.90	\$ 0.12
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 1.03</b>
<b>Mano de Obra</b>					
MOCA-011	Operador equipo intermedio	jor	0.00060	\$ 445.77	\$ 0.27
1AZC1	Cabo	jor	0.00028	\$ 518.10	\$ 0.15
1AA00	Peón	jor	0.00215	\$ 342.90	\$ 0.74
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 1.16</b>



<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 1.15	\$ 0.06
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 1.15	\$ 0.03
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 0.09</b>
<b>Equipo</b>					
PER-017	Bomba Moyno para dos kg de presión por cm².	Renta	0.00016	\$ 13,780.00	\$ 2.20
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 2.20</b>
Costo Directo					\$ 4.47
Indirectos					4.00% \$ 0.18
Indirectos de Campo					7.00% \$ 0.31
Subtotal					\$ 4.96
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 4.96
Utilidad					9.00% \$ 0.45
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 5.41</b>
<b>CINCO PESOS 41/100 M.N.</b>					

Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

21 Suministro y colocación de funda tergalina de 20 cm de diámetro para anclas, según proyecto, con altura superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevación a cualquier altura, maniobras, equipo de seguridad, desperdicios, hechura, cargas, descargas, acarreos dentro y fuera de la obra, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. m

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
FUN-001	Funda de tergalina de 20 cm de diámetro	pza	0.98470	\$ 19.61	\$ 19.31
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 19.31</b>
<b>Mano de Obra</b>					
IACLO	Colocador	jor	0.00386	\$ 522.14	\$ 2.02
IACLY	Ayudante de colocador	jor	0.00386	\$ 360.26	\$ 1.39
IAZCI	Cabo	jor	0.00077	\$ 518.10	\$ 0.40
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 3.81</b>
<b>Herramienta</b>					
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 3.81	\$ 0.11
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 3.81	\$ 0.19
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 0.30</b>
Costo Directo					\$ 23.42
Indirectos					4.00% \$ 0.94
Indirectos de Campo					7.00% \$ 1.64
Subtotal					\$ 26.00
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 26.00



Utilidad	9.00%	\$ 2.34
Cargos Adicionales		\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>\$ 28.34</b>

**VEINTIOCHO PESOS 34/100 M.N.**

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

22 Tala de árboles en forma manual con perímetro de tallo de 0.25 a 0.75 m, reconocimiento visual pza  
realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil  
estratigráfico, debido a esto ; el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas , siendo una zona  
densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de  
seguridad pertinentes para el optimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento,  
incluye: elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, mano de obra, ramaleo, troceo,  
acarreo dentro y fuera de obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, señalamientos,  
herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución,

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Mano de Obra</b>					
MO-051	Talador	jor	0.97569	\$ 879.19	\$ 857.82
MO-052	Ayudante de talador	jor	0.97569	\$ 445.77	\$ 434.93
IAZC1	Cabo	jor	0.09757	\$ 518.10	\$ 50.55
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 1,343.30</b>
<b>Herramienta</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 1,343.30	\$ 67.17
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 1,343.30	\$ 40.30
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 107.47</b>
<b>Equipo</b>					
H2855	Motosierra Stihl mod. 076 con espada de 91cm (36") de 13.9 kg	hr	8.00000	\$ 75.18	\$ 601.44
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 601.44</b>
Costo Directo					\$ 2,052.21
Indirectos				4.00%	\$ 82.09
Indirectos de Campo				7.00%	\$ 143.65
Subtotal					\$ 2,277.95
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 2,277.95
Utilidad				9.00%	\$ 205.02
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 2,482.97</b>

**DOS MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 97/100 M.N.**



**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

23 Colocación de cama de mampostería forjado con material existente en la zona, con espesor de 15 cm. m<sup>2</sup>  
 Junteado con mortero cemento-arena prop. 1:6, siguiendo el perfil del cantil, según proyecto, reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, cortes, nivelación, materiales, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución,

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
ACACT020-A	Cemento Tolteca CPC 30 r (cemento Portland compuesto)	t	0.02447	\$ 1,856.49	\$ 45.43
AGRE-001	Arena.	m <sup>3</sup>	0.10179	\$ 270.00	\$ 27.48
ACMXX005	Agua	m <sup>3</sup>	0.02646	\$ 90.10	\$ 2.38
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 75.29</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AA00	Peón	jor	0.21136	\$ 342.90	\$ 72.48
1AZC1	Cabo	jor	0.02910	\$ 518.10	\$ 15.08
1AABO	Albañil	jor	0.07958	\$ 511.72	\$ 40.72
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 128.28</b>
<b>Herramienta</b>					
FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 128.27	\$ 3.85
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 128.27	\$ 6.41
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 10.26</b>
Costo Directo					\$ 213.83
Indirectos					4.00% \$ 8.55
Indirectos de Campo					7.00% \$ 14.97
Subtotal					\$ 237.35
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 237.35
Utilidad					9.00% \$ 21.36
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 258.71</b>

**DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO PESOS 71/100 M.N.**



Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

24 Colocación de malla plástica con cuadro de 3.5 x 7 mm color negro, fijada mediante ancla (escorpión) de varilla corrugada de 1/2" de diámetro y 1.20 m de desarrollo en forma de "T", con remate de 0.20 m y soldadura para facilitar el hincado en la fijación de malla sombra en arreglo de tres bolillo @ 50 cm. Incluye: Acarreo a 1a estación de 20 m, colocación, equipo de seguridad y rapel, mano de obra y herramienta. Incluye: Equipo, mano de obra y herramienta. m<sup>2</sup>

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
MAACER-005	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup>	t	0.00337	\$ 8,637.33	\$ 29.11
MASOL-001	Soldadura 7018	kg	0.03750	\$ 50.65	\$ 1.90
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 31.01</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AA00	Peón	jor	0.02666	\$ 342.90	\$ 9.14
1AENO	Sobrestante	jor	0.00226	\$ 1,161.72	\$ 2.63
1ACLY	Ayudante de colocador	jor	0.02257	\$ 360.26	\$ 8.13
1ACLO	Colocador	jor	0.02257	\$ 522.14	\$ 11.78
1AZC1	Cabo	jor	0.00882	\$ 518.10	\$ 4.57
1ASDY	Ayudante de soldador	jor	0.01641	\$ 182.31	\$ 2.99
1ASDO	Soldador	jor	0.01641	\$ 238.20	\$ 3.91
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 43.15</b>
<b>Herramienta</b>					
2HER	Herramienta menor	(%)mo	0.04000	\$ 43.15	\$ 1.73
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 1.73</b>
<b>Equipo</b>					
EQA0X001	Equipo de Oxiacetileno par corte (incluye accesorios y consumos) sin operador	hr	0.02084	\$ 80.91	\$ 1.69
EQASO001	Soldadora Lincon SAE 300 amp. K1277 mot. Perkins 4236, 4 cil, 60 hp, 1600 rpm (sin operador)	hr	0.05000	\$ 69.44	\$ 3.47
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.07000	\$ 43.15	\$ 3.02
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 8.18</b>
Costo Directo					\$ 84.07
Indirectos					4.00% \$ 3.36
Indirectos de Campo					7.00% \$ 5.88
Subtotal					\$ 93.31
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 93.31
Utilidad					9.00% \$ 8.40
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 101.71</b>
<b>CIENTO UN PESOS 71/100 M.N.</b>					



**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

25 Anclaje para borde de malla triple torsión a base de varilla de 1" en forma de "t", sin función estructural, de 1.0 a 1.5 m de profundidad y con inyección de lechada cemento:agua f'c=200 kg/cm<sup>2</sup>. Incluye: perforación de 1 1/2", material, cortes, desperdicios, soldadura, equipo, mano de obra y herramienta. pza

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
H7DPL005.	Aceite para motor a gasolina pemex verde	lt	0.15000	\$ 35.02	\$ 5.25
MASOL-001	Soldadura 7018	kg	0.07500	\$ 50.65	\$ 3.80
DEX-003	Barra de acero para perforación de 1.60 m por 1 1/2" de diámetro	pza	0.00220	\$ 3,710.00	\$ 8.16
ACACT055	Cemento Tolteca CPC 30 r (cemento Portland compuesto)	t	0.00043	\$ 1,751.41	\$ 0.75
ACMXX005	Agua	m <sup>3</sup>	0.00073	\$ 90.10	\$ 0.07
DEX-002	Barra de acero para barrenación de 70 cm de longitud	pza	0.00220	\$ 2,968.00	\$ 6.53
MAACER-008	Acero de refuerzo del #6 y #8	ton	0.00490	\$ 8,162.00	\$ 39.99
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 64.55</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1ACLY	Ayudante de colocador	jor	0.01497	\$ 360.26	\$ 5.39
1AENO	Sobrestante	jor	0.00150	\$ 1,161.72	\$ 1.74
1AZC1	Cabo	jor	0.00449	\$ 518.10	\$ 2.33
1ACLO	Colocador	jor	0.01497	\$ 522.14	\$ 7.82
1ASDY	Ayudante de soldador	jor	0.01497	\$ 182.31	\$ 2.73
1ASDO	Soldador	jor	0.01497	\$ 238.20	\$ 3.57
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 23.58</b>
<b>Equipo</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 23.57	\$ 1.18
EQA0X001	Equipo de Oxiacetileno par corte (incluye accesorios y consumos) sin operador.	hr	0.02000	\$ 80.91	\$ 1.62
EQASO001	Soldadora Lincon SAE 300 amp. K1277 mot. Perkins 4236, 4 cil, 60 hp, 1600 rpm (sin operador).	hr	0.02500	\$ 69.44	\$ 1.74
EQHA540-110	Compresor portátil Atlas Copco mod. XAS-97 Motor a diesel de 48.3 hp. Presión máxima de trabajo 8.7 bar, 126 psi	hr	0.20000	\$ 133.67	\$ 26.73
DEX-001	Perforadora Atlas Copco de 1 1/2" con manguera y lubricador	hr	0.20000	\$ 34.45	\$ 6.89
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 38.16</b>
Costo Directo					\$ 126.28
Indirectos					4.00% \$ 5.05
Indirectos de Campo					7.00% \$ 8.84
Subtotal					\$ 140.17
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 140.17
Utilidad					9.00% \$ 12.62
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 152.79</b>
<b>CIENTO CINCUENTA Y DOS PESOS 79/100 M.N.</b>					



**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

26 Carga de barrenos, utilizando una mezcla de mortero expansivo marca dexpan y agua, incluye: material, herramienta y mano de obra. m

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
DEX-004	Polvo expansivo demoleedor marca "dexpan"	kg	2.00000	\$ 79.50	\$ 159.00
ACMXX008	Agua	lt	2.00000	\$ 0.11	\$ 0.22
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 159.22</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1APBO	Perforador	jor	0.00854	\$ 881.16	\$ 7.53
1BCM1	Operador compresor	jor	0.00854	\$ 592.23	\$ 5.06
1APBY	Ayudante de perforador	jor	0.00854	\$ 377.30	\$ 3.22
1AZC1	Cabo	jor	0.00085	\$ 518.10	\$ 0.44
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 16.25</b>
Costo Directo					\$ 175.47
Indirectos					4.00% \$ 7.02
Indirectos de Campo					7.00% \$ 12.28
Subtotal					\$ 194.77
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 194.77
Utilidad					9.00% \$ 17.53
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 212.30</b>
<b>DOSCIENTOS DOCE PESOS 30/100 M.N.</b>					

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

27 Colocación de malla hecha a base de llantas usadas y cable de acero de 1/2", para retención de material producto de demolición. Incluye: material, habilitado, mano de obra y herramienta. m<sup>2</sup>

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
MALLANT-02	Cable de acero de 1/2"	m	0.02222	\$ 73.33	\$ 1.63
MALLANT-03	Perro de hierro maleable de 3/4"	pza	0.04444	\$ 25.00	\$ 1.11
MALLANT-04	Cable de plástico de 3/4"	m	0.16667	\$ 38.70	\$ 6.45
MALLANT-01	Llantas usadas de automotor	pza	0.02116	\$ 5.00	\$ 0.11
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 9.30</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AZC1	Cabo	jor	0.01374	\$ 518.10	\$ 7.12
1AA00	Peón	jor	0.06866	\$ 342.90	\$ 23.54
1ACLY	Ayudante de colocador	jor	0.34335	\$ 360.26	\$ 123.70
1ACLO	Colocador	jor	0.06867	\$ 522.14	\$ 35.86



	<b>Suma de Mano de Obra</b>				<b>\$ 190.22</b>
	<b>Herramienta</b>				
2HER	Herramienta menor	(%)mo	0.04000	\$ 190.21	\$ 7.61
	<b>Suma de Herramienta</b>				<b>\$ 7.61</b>
	<b>Equipo</b>				
EQTIFOR	Tirfor de 3.5 toneladas	hr	3.75000	\$ 2.63	\$ 9.86
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 190.21	\$ 9.51
	<b>Suma de Equipo</b>				<b>\$ 19.37</b>
	Costo Directo				\$ 226.49
	Indirectos			4.00%	\$ 9.06
	Indirectos de Campo			7.00%	\$ 15.85
	Subtotal				\$ 251.40
	Financiamiento				\$ 0.00
	Subtotal				\$ 251.40
	Utilidad			9.00%	\$ 22.63
	Cargos Adicionales				\$ 0.00
					<b>\$ 274.03</b>

**PRECIO UNITARIO  
DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO PESOS 3/100 M.N.**

Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

28 Suministro y colocación de tubo de PVC ranurado de 1 ½ ” de diámetro . incluye: material, fabricación de ranuras colocación y herramienta. m

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
	<b>Materiales</b>				
DRE-035	Tubo sanitario de 1 ½”	m	1.05000	\$ 8.02	\$ 8.42
	<b>Suma de Materiales</b>				<b>\$ 8.42</b>
	<b>Mano de Obra</b>				
1AABO	Albañil	jor	0.01562	\$ 511.72	\$ 7.99
1AABY	Ayudante	jor	0.03124	\$ 377.74	\$ 11.80
1AZC1	Cabo	jor	0.00156	\$ 518.10	\$ 0.81
	<b>Suma de Mano de Obra</b>				<b>\$ 20.60</b>
	<b>Herramienta</b>				
2HER	Herramienta menor	(%)mo	0.04000	\$ 20.60	\$ 0.82
	<b>Suma de Herramienta</b>				<b>\$ 0.82</b>
	<b>Equipo</b>				
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 20.60	\$ 1.03
	<b>Suma de Equipo</b>				<b>\$ 1.03</b>
	Costo Directo				\$ 30.87
	Indirectos			4.00%	\$ 1.23
	Indirectos de Campo			7.00%	\$ 2.16
	Subtotal				\$ 34.26
	Financiamiento				\$ 0.00
	Subtotal				\$ 34.26
	Utilidad			9.00%	\$ 3.08
	Cargos Adicionales				\$ 0.00

**PRECIO UNITARIO  
TREINTA Y SIETE PESOS 34/100 M.N.**



**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

29 Extracción de corazones en muro de concreto armado, de 0.2 a 0.4 m de longitud, con broca bote con corona de tungsteno en un diámetro de 6". pza

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
BR-169	Broca bote con corona de tungsteno de 6"	pza	0.12500	\$ 9,000.00	\$ 1,125.00
GCA-REN	Renta semanal de extractor de corazones para concreto armado de 6" de diámetro	Semana	0.16660	\$ 5,000.00	\$ 833.00
ACMXX005	Agua	m <sup>3</sup>	0.15000	\$ 90.10	\$ 13.51
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 1,971.51</b>
<b>Mano de Obra</b>					
IAPBO	Perforador	jor	0.33537	\$ 881.16	\$ 295.51
IAPBY	Ayudante de perforador	jor	0.67074	\$ 377.30	\$ 253.07
IAENY	Cabo	jor	0.03354	\$ 543.24	\$ 18.22
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 566.80</b>
<b>Herramienta</b>					
2HER	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 566.80	\$ 17.00
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 17.00</b>
<b>Equipo</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.03000	\$ 566.80	\$ 17.00
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 17.00</b>
Costo Directo					\$ 2,572.32
Indirectos					4.00% \$ 102.89
Indirectos de Campo					7.00% \$ 180.06
Subtotal					\$ 2,855.27
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 2,855.27
Utilidad					9.00% \$ 256.97
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 3,112.24</b>
<b>TRES MIL CIENTO DOCE PESOS 24/100 M.N.</b>					

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

30 Perforación de barrenos de 1 1/2" de diámetro a una profundidad de 1.0 m. incluye. equipo, acero integral de barrenación, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución. m

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
DEX-002	Barra de acero para barrenación de 70 cm de longitud	pza	0.00333	\$ 2,968.00	\$ 9.88
DEX-003	Barra de acero para perforación de 1.60 m por 1 1/2" de diámetro	pza	0.00333	\$ 3,710.00	\$ 12.35
H7DPL005.	Aceite para motor a gasolina pemex verde	lt	0.15000	\$ 35.02	\$ 5.25
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 27.48</b>
<b>Mano de Obra</b>					
IAPBO	Perforador	jor	0.01146	\$ 881.16	\$ 10.10
1BCM1	Operador compresor	jor	0.01146	\$ 592.23	\$ 6.79



**“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD, CON ANCLAS Y MALLAS, DEL CANTIL UBICADO EN LA COLONIA PALMITAS, DELEGACION IZTAPALAPA, MEXICO D.F.”**



1APBY	Ayudante de perforador	zor	0.01146	\$ 377.30	\$ 4.32
1AZC1	Cabo	zor	0.00115	\$ 518.10	\$ 0.60
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 21.81</b>
<b>Equipo</b>					
EQHA540-110	Compresor portátil Atlas Copco mod. XAS-97 motor a diesel de 48.3 hp. Presión máxima de trabajo 8.7 bar, 126 psi	hr	0.20000	\$ 133.67	\$ 26.73
DEX-001	Perforadora Atlas Copco de 1 1/2" con manguera y lubricador	hr	0.20000	\$ 34.45	\$ 6.89
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 33.62</b>
	Costo Directo				\$ 82.90
	Indirectos			4.00%	\$ 3.32
	Indirectos de Campo			7.00%	\$ 5.80
	Subtotal				\$ 92.02
	Financiamiento				\$ 0.00
	Subtotal				\$ 92.02
	Utilidad			9.00%	\$ 8.28
	Cargos Adicionales				\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 100.30</b>
<b>CIEN PESOS 30/100 M.N.</b>					

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

31 Reperforación para colocación de anclas y drenes, a una profundidad de 6.0 a 12.0 m, en materiales sueltos como basura, escoria, ceniza volcánica, brechoide, roca maciza y fracturada, con un diámetro de 3 1/2" en talud vertical, con perforadora neumática marca "stenuick" incluye: equipo, mano de obra, material y herramienta m

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
TIRFOR	Tirfor de 2 Toneladas con cable de acero de 5/16" de diámetro x 30 m de longitud	pza	0.00067	\$ 4,876.00	\$ 3.27
H7DPL010	Aceite para motor a diesel pemex azul	lt	0.06250	\$ 44.52	\$ 2.78
DIS01001	Diesel centrifugado pemex	lt	11.11000	\$ 7.74	\$ 85.99
PER-006	Neumoaceite	lt	0.02751	\$ 64.15	\$ 1.76
PER-005	Grasa litihum ep-2	lt	0.04750	\$ 66.94	\$ 3.18
STEN-002	Perforadora neumática Stenuik Mod. MD25/60 con motor de rotación F574FB	Renta	0.00232	\$ 24,380.00	\$ 56.56
COM-001	Compresor IR750 PCM	Renta	0.00175	\$ 33,920.00	\$ 59.36
PER-001	Martillo del fondo PUMA 3.5" para usar en máquina Stenuik	Renta	0.00232	\$ 9,010.00	\$ 20.90
PER-002	Broca de tungsteno de 3 1/2" de diámetro	pza	0.00449	\$ 12,041.60	\$ 54.07
PER-003	Tubería de perforación de 75 mm de diámetro	pza	0.00050	\$ 614.80	\$ 0.31
PER-004	Manguera flexible de 1 1/4" de diámetro, tramo de 30 m incluye conexiones rápidas	pza	0.00025	\$ 1,314.40	\$ 0.33
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 288.51</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1AENO	Sobrestante	zor	0.00255	\$ 1,161.72	\$ 2.96
1AZC1	Cabo	zor	0.00509	\$ 518.10	\$ 2.64
1BCM1	Operador compresor	zor	0.05091	\$ 592.23	\$ 30.15
1APBY	Ayudante de perforador	zor	0.10182	\$ 377.30	\$ 38.42



1APBO	Perforador	jor	0.05091	\$ 881.16	\$ 44.86
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 119.03</b>
<b>Herramienta</b>					
2HER	Herramienta menor	(%)mo	0.03000	\$ 119.02	\$ 3.57
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 3.57</b>
<b>Equipo</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.03000	\$ 119.02	\$ 3.57
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 3.57</b>
Costo Directo					\$ 414.67
Indirectos					4.00% \$ 16.59
Indirectos de Campo					7.00% \$ 29.03
Subtotal					\$ 460.29
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 460.29
Utilidad					9.00% \$ 41.43
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 501.72</b>
<b>QUINIENTOS UN PESOS 72/100 M.N.</b>					

Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

32 Suministro y aplicación de soldadura 7018 en cuerda de anclas. Incluye: material, movimientos de equipo de soldadura, equipo de seguridad y rapel, mano de obra y herramienta. pza

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
MASOL-001	Soldadura 7018	kg	0.07500	\$ 50.65	\$ 3.80
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 3.80</b>
<b>Mano de Obra</b>					
MO-210	Soldador especializado	jor	0.01214	\$ 1,014.98	\$ 12.32
MO-211	Ayudante especializado	jor	0.01214	\$ 438.65	\$ 5.33
1AZC1	Cabo	jor	0.00121	\$ 518.10	\$ 0.63
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 18.28</b>
<b>Equipo</b>					
EQASO001	Soldadora Lincon SAE 300 amp. K1277 mot. Perkins 4236, 4 cil, 60 hp, 1600 rpm (sin operador)	hr	0.08333	\$ 69.44	\$ 5.79
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 18.28	\$ 0.91
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 6.70</b>
Costo Directo					\$ 28.78
Indirectos					4.00% \$ 1.15
Indirectos de Campo					7.00% \$ 2.01
Subtotal					\$ 31.94
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 31.94
Utilidad					9.00% \$ 2.87
Cargos Adicionales					\$ 0.00

**PRECIO UNITARIO**  
**TREINTA Y CUATRO PESOS 81/100 M.N.**



Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

33 Suministro y colocación de (broches) perros de hierro de 7/16", para poder sujetar los dobleces en el pza cable de acero 5/16" de diámetro en el cocido de la malla. incluye. material, mano de obra y herramienta.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
PERR-01	Perro de hierro de 7/16"	pza	1.00000	\$ 6.63	\$ 6.63
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 6.63</b>
<b>Mano de Obra</b>					
IACLO	Colocador	jor	0.00296	\$ 522.14	\$ 1.55
IACLY	Ayudante de colocador	jor	0.00296	\$ 360.26	\$ 1.07
IAENO	Sobrestante	jor	0.00030	\$ 1,161.72	\$ 0.35
IAENY	Cabo	jor	0.00030	\$ 543.24	\$ 0.16
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 3.13</b>
<b>Herramienta</b>					
2HER	Herramienta menor	(%)mo	0.04054	\$ 3.12	\$ 0.13
<b>Suma de Herramienta</b>					<b>\$ 0.13</b>
<b>Equipo</b>					
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 3.24	\$ 0.16
<b>Suma de Equipo</b>					<b>\$ 0.16</b>
Costo Directo					\$ 10.03
Indirectos					4.00% \$ 0.40
Indirectos de Campo					7.00% \$ 0.70
Subtotal					\$ 11.13
Financiamiento					\$ 0.00
Subtotal					\$ 11.13
Utilidad					9.00% \$ 1.00
Cargos Adicionales					\$ 0.00
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>\$ 12.13</b>
<b>DOCE PESOS 13/100 M.N.</b>					

Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

34 Suministro, habilitado y colocación de placa de polipropileno de 20 cm x 30 cm x1/2 ", con barrenado al pza centro de 1 1/4" de diámetro .incluye. materiales, habilitado, , barrenado, , acarreo horizontales y verticales a 1a estación de 20m, colocación, equipo de seguridad, equipo de rapel y herramienta.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
PLAHU-001	Placa de hule de 30x20x1/2"	pza	1.00000	\$ 145.00	\$ 145.00
<b>Suma de Materiales</b>					<b>\$ 145.00</b>
<b>Mano de Obra</b>					
IACLO	Colocador	jor	0.01725	\$ 522.14	\$ 9.01
IACLY	Ayudante de colocador	jor	0.01725	\$ 360.26	\$ 6.21
IAENO	Sobrestante	jor	0.00173	\$ 1,161.72	\$ 2.01
IAZC1	Cabo	jor	0.00345	\$ 518.10	\$ 1.79
<b>Suma de Mano de Obra</b>					<b>\$ 19.02</b>
<b>Equipo</b>					
ROTMARTILO	Rotomartillo dewalt trabajo pesado de 1 1/4"	hr	0.01300	\$ 9.19	\$ 0.12



EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 19.01	\$ 0.95
	<b>Suma de Equipo</b>				<b>\$ 1.07</b>
	Costo Directo				\$ 165.08
	Indirectos			4.00%	\$ 6.60
	Indirectos de Campo			7.00%	\$ 11.56
	Subtotal				\$ 183.24
	Financiamiento				\$ 0.00
	Subtotal				\$ 183.24
	Utilidad			9.00%	\$ 16.49
	Cargos Adicionales				\$ 0.00
					<b>\$ 199.73</b>

**PRECIO UNITARIO  
CIENTO NOVENTA Y NUEVE PESOS 73/100 M.N.**

**Obra: Trabajos de estabilización de las zonas de alto riesgo del Cantil de la colonia Palmitas en la delegación Iztapalapa**

**EXPLOSION DE PRECIO UNITARIO**

35 Suministro, fabricación y colocación de placa de 4"x4"x1/2" de acero A-36, con barreno al centro de 1 1/4" de diámetro y patín soldado en dos extremos de placa de 1" x 1".incluye.materiales, cortes, habilitado, desperdicios, barrenado, soldadura 7018, pintura epóxica, acarreos horizontales y verticales a 1a estación de 20 m, colocación, equipo de seguridad, equipo de rapel y herramienta. pza

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>Materiales</b>					
PIN-002	Thiner	lt	0.02000	\$ 13.82	\$ 0.28
1502-75	Disco de corte de metal 381	pza	0.00500	\$ 68.30	\$ 0.34
MASOL-001	Soldadura 7018	kg	0.07500	\$ 50.65	\$ 3.80
PIN-006	Brocha	pza	0.02000	\$ 27.64	\$ 0.55
MAHERR-001	Suministro de placa cortada 4"x4" x 1/2" con barreno al centro de 1"	pza	1.00000	\$ 63.07	\$ 63.07
PIN-005	Primario	lt	0.05000	\$ 46.09	\$ 2.30
B0575	Pintura alquídica	lt	0.10000	\$ 53.14	\$ 5.31
MAHERR-002	Cuadrado de 1" x 1"	pza	0.03500	\$ 345.66	\$ 12.10
	<b>Suma de Materiales</b>				<b>\$ 87.75</b>
<b>Mano de Obra</b>					
1ASDO	Soldador	jor	0.05858	\$ 238.20	\$ 13.95
1ASDY	Ayudante de soldador	jor	0.05858	\$ 182.31	\$ 10.68
1AZC1	Cabo	jor	0.00586	\$ 518.10	\$ 3.04
	<b>Suma de Mano de Obra</b>				<b>\$ 27.67</b>
<b>Equipo</b>					
EQASO001	Soldadora Lincon SAE 300 amp. K1277 mot. Perkins 4236, 4 cil, 60 hp, 1600 rpm (sin operador)	hr	0.08333	\$ 69.44	\$ 5.79
EQSEG	Equipo seguridad	(%)mo	0.05000	\$ 27.67	\$ 1.38
03-4250	Esmeril	hr	0.56000	\$ 0.52	\$ 0.29
	<b>Suma de Equipo</b>				<b>\$ 7.46</b>
	Costo Directo				\$ 122.88
	Indirectos			4.00%	\$ 4.92
	Indirectos de Campo			7.00%	\$ 8.60
	Subtotal				\$ 136.40
	Financiamiento				\$ 0.00
	Subtotal				\$ 136.40
	Utilidad			9.00%	\$ 12.28
	Cargos Adicionales				\$ 0.00
					<b>\$ 148.68</b>

**PRECIO UNITARIO  
CIENTO CUARENTA Y OCHO PESOS 68/100 M.N.**



### Análisis de precio unitario

En el proceso constructivo para le estabilidad de talud se utilizaron diferentes conceptos de trabajo, para cada uno de ellos se realizó un análisis de precio unitario para determinar su costo, en el presente trabajo utilizaremos sólo dos conceptos de ejemplo, para mostrar la forma como se estructura y determina su costo a través de un análisis de precio unitario.

- Inyección a base de mortero cemento: agua  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  (proporción 50 kg de cemento, 28 litros de agua), con equipo mecánico a presión de 1.5 kg, según proyecto, con alturas superiores a los 12.00 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas , siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el optimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.

El costo directo en materiales se determina con la explosión de insumos la cual requiere de una investigación de mercado.

#### Materiales que se necesitan por litro.

C. Clave	Descripción	unidad	cantidad	Precio unitario	Total
ACACT055	Cemento Tolteca CPC 30 R (cemento Portland compuesto)	ton	0.00117	1,856.49	2.17

El costo se obtiene de  $0.00117 \text{ t} * 1856.49 \text{ \$/t} = 2.17 \text{ \$}$

ACMXX005	Agua	$\text{m}^3$	0.00067	90.10	0.06
----------	------	--------------	---------	-------	------

El costo se obtiene de  $0.00067 \text{ m}^3 * 90.10 \text{ \$/m}^3 = 0.06 \text{ \$}$

GASOLINA	Gasolina para motor	lt	0.01500	7.90	0.12
----------	---------------------	----	---------	------	------

El costo se obtiene de  $0.01500 \text{ lt} * 90.10 \text{ \$/lt} = 0.12 \text{ \$}$

Total de materiales	2.35
---------------------	------



El costo directo en mano de obra se determina calculando el factor de salario real como se menciona en el apartado 6.1.

<i>Análisis fecha 2010</i>			
<b>ANALISIS DE FACTOR DE SALARIO REAL</b>			
<b>CATEGORIA: Cabo</b>			
SALARIO NOMINAL	325.00	SMDF	57.46
<b>Días trabajados al año</b>			
días calendario			365.25
días no trabajados			
g) domingos			49.00
h) días festivos por ley			7.17
i) días por costumbre			3.00
j) días sindicato			3.00
k) vacaciones			6.00
l) permisos y enfermedad			3.00
m) condiciones climatológicas			3.00
n) horas inactivas por arrastre			
o) días no trabajados por guardar			
total (días)			291.08
<b>Días pagados al año</b>			
a) días calendario			365.25
b) aguinaldo por ley			15.00
c) prima vacacional 25% por ley			1.50
d) días equivalentes por hrs. extra al año (especifique) por ley			
e) prestaciones por contrato de trabajo (anexar copia contrato y análisis correspondiente)			
Total (días)			381.75
Salario base =(1.3115*325)			426.24
<b>Prestaciones patronales imss</b>			
Excedente de tres salarios mínimos= 426.24- (37.9*3)			312.54
Aplicación imss al excedente (5.02%)=312.54*0.0502			15.69
Cuota fija %cf x smdf x dc/tdta (cf=15.2)=0.152*57.46*(365.25/291.08)			10.96
Prestaciones en especie pensionados (1.05%)=426.24*0.0105			4.48
Prestaciones en dinero (0.70%)=426.24*.007			2.98
Invalidez y vida (1.75%)=426.24*0.0175			7.46
Cesantía en edad avanzada y vejez(3.15%)=426.24*0.0315			13.43
Riesgos de trabajo (7.59%)=426.24*0.0759			32.35
Guarderías (1.00%)=426.24*0.010			4.26
<b>FSR monto de seguro social en pesos</b>			
Aportación sar (2% salario integrado)=426.24*0.02			8.52
Aportación infonavit (5% salario integrado)=426.24*0.05			21.31
Monto de pagos a terceros = 0 %			
Monto del salario real = salario base + fss+sar + infonavit = 21.31+8.52+91.61+426.24 + pagos a terceros			547.68
<b>Resumen factor de salario real</b>			
<b>Factor = monto sal real / monto sal nominal=547.68/325</b>			<b>1.6852</b>



### Mano de obra que se necesitan por litro.

C. Clave	Descripción	unidad	cantidad	Precio unitario	Total
1AZC1	Cabo	jor	0.00029	543.24	0.16

El costo se obtiene de  $0.00029 \text{ jor} * 543.24 \text{ \$/jor} = 0.16 \text{ \$}$

1AA00	Peón	jor	0.0023	359.53	0.83
-------	------	-----	--------	--------	------

El costo se obtiene de  $(0.0023 \text{ jor} * 359.53 \text{ \$/jor}) = 0.83 \text{ \$}$

MOCA-011	Operador de equipo intermedio	jor	0.00059	445.77	0.26
----------	-------------------------------	-----	---------	--------	------

El costo se obtiene de  $0.00059 \text{ jor} * 445.77 \text{ \$/jor} = 0.26 \text{ \$}$

Total de mano de obra	1.25
-----------------------	------

### Porcentaje de herramienta.

C. Clave	Descripción	unidad	cantidad	Precio unitario	Total
EQSEG	Equipo de seguridad	(%)mo	0.05	1.25	0.06

El costo se obtiene de  $0.05 \% \text{ mo} * 1.25 \text{ \$} = 0.06 \text{ \$}$

FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03	1.25	0.04
---------	-------------------	-------	------	------	------

El costo se obtiene de  $0.03 \% \text{ mo} * 1.25 \text{ \$} = 0.04 \text{ \$}$

Total de herramienta	0.10
----------------------	------



El costo directo de equipo se determina calculando el costo horario.

### ANÁLISIS DE COSTO HORARIO

EQUIPO No	CLASIFICACION	DESCRIPCION DE LA MAQUINA	
		camioneta pick up	
DATOS GENERALES	X	GASOLINA _____ DIESEL _____ OTROS _____	
(Pm) PRECIO DE LA MAQUINA	181,529.55	(HP) POTENCIA NOMINAL	85 HP
(Vn) PRECIO DE LAS LLANTAS	3,749.86	(Fc) FACTOR DE OPERACIÓN	1
(Va) VALOR DE ADQUISICION	177,779.69	(HPop) POTENCIA DE OPERACIÓN (HP X Fc)	85 HP
(Vr) VALOR DE RESCAT 20 % VA	35,555.94	(CC) COEFICIENTE DE COMBUSTIBLE	0.2271
(Ve) VIDA ECONOMICA	4,500 HRS	(Pc) PRECIO DEL COMBUSTIBLE	6.71 LT
(Ic) INSTRUMENTO DE CAPTACION	T.I.I.E.	(c) CAPACIDAD DEL CARTER	2 LTS
(i) TASA DE INTERES ANUAL	23.5 %	(t) HORAS ENTRE CAMBIO DE LUBTS	100 HRS
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	1,500.00	(CL) COEFICIENTES DE LUBRICANTES	0.0035
(S) PRIMA ANUAL PROMEDIO	6.00 %	(PL) PRECIO DEL LUBRICANTE)	56.52 LT
(Q) MANTENIMIENTO MAYOR Y MENOR	0.8	(Hv) VIDA DE LAS LLANTAS	2000 HRS
		(H) HORAS EFECTIVAS POR TURNO	6 HRS
		(So) SALARIO POR TURNO	TNO.
<b>I. CARGOS FIJOS</b>			
I.1 DEPRECIACION D = (Va - Vr) /	D = ( 177,779.69 - 35,555.94 ) / 4,500		= 31.61
I.2 INVERSION I = (Va + Vr) i / 2 Ha	I = ( 177,779.69 + 35,555.94 ) 0.235 / 2 X 1,500.00		= 16.71
I.3 SEGUROS S = (Va + Vr) s / 2 Ht	S = ( 177,779.69 + 35,555.94 ) X 0.06 / 2 X 1,500.00		= 4.27
I.4 MANTENIMIENTO T = Q X D	T = 0.8 X 31.61		= 25.28
	SUMA CARGOS FIJOS		= 77.87
<b>II. CONSUMOS</b>			
II.1 COMBUSTIBLES E = CC X HF	E = 0.2271 X 85 X 6.71		= 91.94
<b>II.2 OTRAS FUENTES DE ENERGIA</b>			
II.3 LUBRICANTES AL = (c/t) + CL	AL = ( 2 / 100 ) + 0.0035 X 85 X 56.52		= 17.95
II.4 LLANTAS N = Vn / Hv =	N = 3,749.86 / 2000		= 1.87
	SUMA CARGOS FIJOS		= 111.76
<b>III. OPERACIÓN</b>			
CATEGORIAS	CANTIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
III.1 OPERACIÓN Co = So / H =	(So) =		
COSTO DIRECTO POR OBRA = 77.87 + 111.76 + 0		SUMA OPERACIÓN =	189.61
		COSTO HORARIO INACTIVO =	13.44



### Costo directo de maquinaria y equipo.

C. Clave	Descripción	unidad	cantidad	Precio unitario	Total
H AMAPE-304	Camioneta pick up Ford f-250 de 85 hp x lt 8 hr cilindros 1.5 ton	hr	0.00102	246.17	.25

El costo se obtiene de  $0.00102 \text{ hr} * 246.17 \text{ \$/hr} = 0.25 \text{ \$}$

PER-017	Bomba Moyno para dos kg de presión por renta $\text{cm}^2$	renta	0.00023	1378.00	3.17
---------	------------------------------------------------------------	-------	---------	---------	------

El costo se obtiene de  $0.00023 \text{ hr} * 1378.00 \text{ hr/\$} = 3.17 \text{ \$}$

Total de maquinaria	3.42
Total de costo directo	7.12

### Costo indirecto se expresa como un porcentaje del costo directo.

Indirectos	4.00%	0.28
------------	-------	------

El costo se obtiene de  $0.04 \% * 7.12 \text{ \$} = 0.28 \text{ \$}$

Indirectos de campo	7.00%	0.50
---------------------	-------	------

El costo se obtiene de  $0.07 * 7.12 \text{ \$} = 0.50 \text{ \$}$

Subtotal	7.90
----------	------

El subtotal se obtiene de  $cd + ci + cic = 7.12 + 0.28 + 0.50 = 7.90 \text{ \$}$

### Financiamiento se expresa como un porcentaje del subtotal, para este caso es cero.

Financiamiento	0.00%	0.00
----------------	-------	------

El costo se obtiene de  $0.00\% * 7.90 \text{ \$} = 0.00 \text{ \$}$

### Utilidad se expresa como un porcentaje del subtotal, para este caso es 9%.

Utilidad	9.00%	0.71
----------	-------	------

El costo se obtiene de  $0.09 \% * 7.90 \text{ \$} = 0.71 \text{ \$}$

### Cargos adicionales para este caso es cero.

Cargos adicionales	0.00%	0.00
--------------------	-------	------

El costo se obtiene de  $0.00 \% * 8.61 \text{ \$} = 0.00 \text{ \$}$

### Precio unitario final.

Precio unitario	8.16
-----------------	------

El costo se obtiene de  $\text{subtotal} + \text{financiamiento} + \text{utilidad} + \text{cargos adicionales} = 8.16 \text{ \$}$

- Perforación de 3 1/2" a 4" de diámetro con equipo mecánico, para alojamiento de anclas, cualquier profundidad en terreno existente (basalto, brechoide, escoria, concreto lanzado, basura y/o ceniza volcánica), según proyecto, con altura superiores a los 12.00 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, debido a esto; el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreo dentro y fuera de obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.

### Materiales que se necesitan por metro.

C. Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
BH7BPL005	Diesel	lt	25.86745	7.74	200.21

El costo se obtiene de  $25.86745 \text{ lt} * 7.74 \text{ \$/lt} = 200.21 \text{ \$}$

H7DPL010	Aceite para motor a diesel Pemex azul	lt	0.14553	44.52	6.48
----------	---------------------------------------	----	---------	-------	------

El costo se obtiene de  $0.14553 \text{ lt} * 44.52 \text{ \$/lt} = 6.48 \text{ \$}$

PER-002	Broca de tungsteno de 3 1/2" de diámetro	pza	0.01046	12041.60	125.96
---------	------------------------------------------	-----	---------	----------	--------

El costo se obtiene de  $0.01046 \text{ pza} * 12041.60 \text{ \$/pza} = 125.96 \text{ \$}$

PER-003	Tubería de perforación de 75 mm de diámetro	pza	0.00122	614.80	0.75
---------	---------------------------------------------	-----	---------	--------	------

El costo se obtiene de  $0.0122 \text{ pza} * 614.8 \text{ \$/pza} = 0.75 \text{ \$}$

PER-004	Manguera flexible de 1 1/4" de diámetro, tramo de 30 m, incluye conexiones rápidas	pza	0.00058	1314.4	.76
---------	------------------------------------------------------------------------------------	-----	---------	--------	-----

El costo se obtiene de  $0.00058 \text{ pza} * 1314.4 \text{ \$/pza} = 0.76 \text{ \$}$

PER-005	Grasa litium ep-2	lt	0.11061	66.94	7.40
---------	-------------------	----	---------	-------	------

El costo se obtiene de  $0.11061 \text{ lt} * 66.94 \text{ \$/lt} = 7.40 \text{ \$}$



PER-006	Neumoaceite	lt	0.06405	64.15	4.11
---------	-------------	----	---------	-------	------

El costo se obtiene de  $0.06405 \text{ lt} * 64.15 \text{ \$/lt} = 4.11 \text{ \$}$

TIRFON	Tirfon de 2 ton con cable de acero de 5/16 " de diámetro x 30 m de longitud	pza	0.00155	4876.00	7.56
--------	-----------------------------------------------------------------------------	-----	---------	---------	------

El costo se obtiene de  $0.00155 \text{ pza} * 4876 \text{ \$/pza} = 7.56 \text{ \$}$

Total de materiales	353.23
---------------------	--------

El costo directo en mano de obra se determina calculando el factor de salario real como se menciona en el apartado 6.1.

Análisis fecha 2010	
ANALISIS DE FACTOR DE SALARIO REAL	
CATEGORIA:	Perforador
SALARIO NOMINAL	525.00
	SMDF 57.46
<b>días trabajados al año</b>	
días calendario	365.25
días no trabajados	
g) domingos	49.00
h) días festivos por ley	7.17
i) días por costumbre	3.00
j) días sindicato	3.00
k) vacaciones	6.00
l) permisos y enfermedad	3.00
m) condiciones climatológicas	3.00
n) horas inactivas por arrastre	
o) días no trabajados por guardar	
total (días)	291.08
<b>días pagados al año</b>	
a) días calendario	365.25
b) aguinaldo por ley	15.00
c) prima vacacional 25% por ley	1.50
d) días equivalentes por hrs. extra al año (especifique) por ley	
e) prestaciones por contrato de trabajo (anexar copia contrato y análisis correspondiente)	
total (días)	381.75
salario base $= (1.3115 * 525)$	688.53
factor para salario integrado $= (381.75 / 291.08)$	1.3115
<b>Prestaciones patronales IMSS</b>	
excedente de tres salarios mínimos $= 688.53 - (37.9 * 3)$	574.83
aplicación imss al excedente $(5.02\%) = 574.83 * 0.0502$	28.86
cuota fija $\%cf \times smdf \times dc / tda$ ( $cf = 15.2$ ) $= 0.152 * 57.46 * (365.25 / 291.08)$	10.96
prestaciones en especie pensionados $(1.05\%) = 688.53 * 0.0105$	7.23



prestaciones en dinero (0.70%)=688.53*.007	4.82
invalidez y vida (1.75%)=688.53*0.0175	12.05
cesantía en edad avanzada y vejez(3.15%)=688.53*0.0315	21.69
riesgos de trabajo (7.59%)=688.53*0.0759	52.26
guarderías (1.00%)=688.53*0.010	6.89
<b>fss monto de seguro social en pesos</b>	<b>144.75</b>
aportación sar (2% salario integrado)=688.53*0.02	13.77
aportación infonavit (5% salario integrado)=688.53*0.05	34.43
monto de pagos a terceros = 0 %	
monto del salario real = salario base + fss+sar +infonavit=688.53+144.75+13.77+34.43 + pagos a terceros	881.48
<b>resumen factor de salario real</b>	
<b>factor = monto sal real / monto sal nominal=881.48/525</b>	<b>1.6790</b>

### Mano de obra que se necesita por metro.

C. Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
1AENO	Sobrestante	jor	0.00647	1161.72	7.52

El costo se obtiene de 0.00647 jor \* 1161.72 \$/jor = 7.52 \$

1APBO	Perforador	jor	0.12956	881.16	113.99
-------	------------	-----	---------	--------	--------

El costo se obtiene de 0.12956 jor \* 881.16 \$/jor = 113.99 \$

1APBY	Ayudante de perforador	jor	0.25872	377.3	97.62
-------	------------------------	-----	---------	-------	-------

El costo se obtiene de 0.00059 jor \* 445.77 \$/jor = 0.26 \$

1AZC1	Cabo	jor	0.01294	543.24	7.03
-------	------	-----	---------	--------	------

El costo se obtiene de 0.01294 jor \* 543.24 \$/jor = 7.03 \$

1BCM1	Operador compresor	jor	0.12936	592.23	76.61
-------	--------------------	-----	---------	--------	-------

El costo se obtiene de 0.12936 jor \* 592.23 \$/jor = 76.61 \$

<b>Total de mano de obra</b>	<b>302.77</b>
------------------------------	---------------

### Porcentaje de herramienta.

C. Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
EQSEG	Equipo de seguridad	(%)mo	0.05	302.75	15.14



El costo se obtiene de  $0.05 \% \text{ mo} * 302.75 \$ = 15.14 \$$

FACHEME	Herramienta menor	(%)mo	0.03	302.75	9.08
---------	-------------------	-------	------	--------	------

El costo se obtiene de  $0.03 \% \text{ mo} * 302.75 \$ = 9.08 \$$

Total de herramienta	24.22
----------------------	-------

### Costo directo de maquinaria y equipo.

C. Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
COM-001	Compresor	renta	0.00408	33920.00	138.39

El costo se obtiene de  $0.00408 * 33920.00 = 138.39 \$$

PER-001	Martillo del fondo PUMA 3.5" para usar en maquina Stenuik	renta	0.00540	9010.00	48.65
---------	-----------------------------------------------------------	-------	---------	---------	-------

El costo se obtiene de  $0.00540 * 9010.00 \$ = 48.65 \$$

STEN-002	Perforadora neumática Stenuik mod. MD25/60 con motor de rotación F574FB	renta	0.00515	24380.00	125.56
----------	-------------------------------------------------------------------------	-------	---------	----------	--------

El costo se obtiene de  $0.00515 * 24380.00 \$ = 125.56 \$$

Total de maquinaria	312.60
Total de costo directo	992.80

### Costo indirecto se expresa como un porcentaje del costo directo.

Indirectos	4.00%	39.71
------------	-------	-------

El costo se obtiene de  $0.04 \% * 992.8 \$ = 39.71 \$$

Indirectos de campo	7.00%	69.50
---------------------	-------	-------

El costo se obtiene de  $0.07 * 992.8 \$ = 69.50 \$$

Subtotal	1102.01
----------	---------

El subtotal se obtiene de  $cd + ci + cic = 992.80 + 39.71 + 69.50 = 1102.01 \$$

### Financiamiento se expresa como un porcentaje del subtotal, para este caso es cero.

Financiamiento	0.00%	0.00
----------------	-------	------

El costo se obtiene de  $0.00\% * 1102.01 \$ = 0.00 \$$



**Utilidad se expresa como un porcentaje del subtotal, para este caso es 9%.**

Utilidad	9.00%	99.18
----------	-------	-------

El costo se obtiene de  $0.09 \% * 1102.01 \$ = 99.18 \$$

**Cargos adicionales, para este caso es cero.**

Cargos adicionales	0.00%	0.00
--------------------	-------	------

El costo se obtiene de  $0.00 \% * 1201.19 \$ = 0.00 \$$

**Precio unitario final.**

Precio unitario	1201.19
-----------------	---------

El costo se obtiene de subtotal + financiamiento + utilidad + cargos adicionales = 1201.19 \$



## 6.4 Presupuesto final.

### CATÁLOGO DE OBRA

		Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
1	Limpieza y desyerbe realizado manualmente en una zona de difícil accesibilidad, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, aunado a que el material se retirará con botes y/o costales al hombro. Incluye: elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, acarreo dentro y fuera de la obra a tiro libre propuesto por la contratista, equipo de seguridad, cargas, descargas, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	\$ 111.94	7,447.52	\$ 833,675.39
2	Trazo y nivelación con equipo de topografía para ubicación de puntos de perforación, según proyecto, en una zona de difícil accesibilidad, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas para marcar los puntos de perforación, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de topografía, elementos de sujeción, acarreo dentro y fuera de obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	\$ 7.30	12,164.85	\$ 88,803.41
3	Perforación.				



3.1	Perforación de 3 ½" a 4" de diámetro con equipo mecánico, para alojamiento de anclas, a cualquier profundidad en terreno existente (basalto, brechoide, escoria, concreto lanzado, basura y/o ceniza volcánica), según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	\$ 1,200.20	13,520.00	\$ 16,226,704.00
3.2	Perforación de 3 ½" a 4" de diámetro con equipo mecánico, para inyección en estrato de escoria, a cualquier profundidad en terreno existente (escoria, concreto lanzado), según proyecto, con alturas hasta 8.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	\$ 1,200.20	78.00	\$ 93,615.60



3.3	Perforación de 3 ½" a 4" de diámetro con equipo mecánico, para drenes a cualquier profundidad en terreno existente (basalto, brechoide, escoria, concreto lanzado, ceniza volcánica), según proyecto, con alturas hasta 8.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	\$ 1,200.19	1,439.90	\$ 1,728,153.58
4	Suministro y colocación de anclas.				
4.1	Suministro y colocación de anclas a base de acero de refuerzo de ¾" de diámetro y 6.0 m de longitud $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: acero de refuerzo, centradores, soldadura, poliducto, PVC, cortes, placas de acero A-36, tuerca hexagonal pesada de 2h de 6 hilos de ¾", roldana, elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza	\$ 2,028.99	1,324.00	\$ 2,686,382.76



4.2	Suministro y colocación de anclas a base de acero de refuerzo de $\frac{3}{4}$ " de diámetro y 18.0 m de longitud, $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil stratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: acero de refuerzo, centradores, soldadura, poliducto, PVC, cortes, elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza	\$ 3,041.58	591.00	\$ 1,797,573.78
4.3	Suministro y colocación de ancla de 1" de diámetro x 2.0 m de longitud, con cuerda de 20 cm de longitud con placa de $\frac{1}{2}$ " de 30 x 30 cm y barreno de 1 $\frac{3}{8}$ ", tuerca hexagonal pesada de 2h de 6 hilos de 1 $\frac{1}{2}$ ". Incluye: material, mano de obra y herramienta.	pza	\$ 921.02	14.00	\$ 12,894.28
4.4	Suministro y colocación de anclas de $\frac{3}{4}$ " de diámetro de 3.0 m de longitud con cuerda de 20 cm de longitud, con placa de $\frac{1}{2}$ " de 30 x 30 cm y barreno de 1 $\frac{3}{8}$ ", tuerca hexagonal pesada de 2h de 6 hilos de $\frac{3}{4}$ ". Incluye: material, mano de obra y herramienta.	pza	\$ 849.66	8.00	\$ 6,797.28
5	Inyección a base de mortero cemento-agua $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ (proporción 50 kg de cemento, 45 litros de agua), con equipo mecánico a presión de 1.5 kg, según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil stratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	lt	\$ 8.61	1,208,692.83	\$ 10,406,845.27



6	Suministro y aplicación de ademe a base de mortero cemento-agua proporción 25 kg x 16 lt de agua a razón de 28 lt por m, considerando desperdicios por filtraciones en grietas existentes, según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	\$ 72.32	7,374.00	\$ 533,287.68
7	Suministro y colocación de tubo de PVC rd 36 de 2" de diámetro para drenes de penetración transversal, cubierta con malla geotextil, según proyecto, reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, cortes, nivelación, almacenaje, calafateo, ranurado, materiales, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	\$ 102.02	516.30	\$ 52,672.93
8	Mallas metálicas alta resistencia triple torsión.				
8.1	Colocación de malla triple torsión con recubrimiento de PVC anclaje en borde de malla a base de varilla de 1" de diámetro en forma de "t" @ 1.0 m, perforación de 1 ½" de diámetro y de 1.0 a 1.5 m de profundidad con inyección de lechada cemento-agua f'c= 200 kg/cm <sup>2</sup> , según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño	m <sup>2</sup>	\$ 126.06	1,589.40	\$ 200,359.76



	de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: malla existente en la obra a resguardo y entregada a la empresa por la DGOP, elevación a cualquier altura, cortes, habilitado, desperdicios, traslapes, ajustes, maniobras, barrenado en placa, tejido, elementos de sujeción (placas de acero A-36, tuerca, roldana), anclaje de borde, perros, broches de presión, alambre galvanizado forrado con PVC, cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.				
8.2	Suministro de malla triple torsión con recubrimiento de PVC, según proyecto, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	\$ 52.09	1,589.40	\$ 82,791.85
8.3	Colocación de malla alta resistencia sistema Tecco, anclaje en borde de malla a base de varilla de 1" de diámetro en forma de "t" @ 1.0 m, perforación de 1 1/2" de diámetro y de 1.0 a 1.5 m de profundidad con inyección de lechada cemento-agua f'c= 200 kg/cm <sup>2</sup> , según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier altura, cortes, habilitado, desperdicios, traslapes, ajustes, maniobras, barrenado en placa, tejido, elementos de sujeción, anclaje de borde, perros y/o broches de hierro de 7/16" para sujeción en el doblez del cable de acero de 5/16" de diámetro, alambre galvanizado, cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	\$ 126.06	2,215.68	\$ 279,308.62



8.4	Suministro de malla alta resistencia sistema Tecco, según proyecto, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	\$ 604.29	2,215.68	\$ 1,338,913.27
9	Malla B 900.				
9.1	Colocación de malla híbrida B900 (Maccaferri), reforzada con cable de acero de 5/16" y en el perímetro con cable de acero de 1/2", anclaje en borde de malla a base de varilla de 1" de diámetro en forma de "t" @ 1.0 m, perforación de 1 1/2" de diámetro y de 1.0 a 1.5 m de profundidad con inyección de lechada cemento-agua f'c= 200 kg/cm <sup>2</sup> , según proyecto, con alturas superiores a los 12.00 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier altura, cortes, habilitado, desperdicios, traslapes, ajustes, maniobras, barrenado en placa, tejido, elementos de sujeción, anclaje de borde, perros y/o broches de hierro de 7/16" para sujeción en el doblez del cable de acero de 5/16" de diámetro, alambre galvanizado, cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	\$ 126.06	8,359.77	\$ 1,053,832.61
9.2	Suministro de malla híbrida B900 (Maccaferri), reforzada con cable de acero de 5/16" y en el perímetro con cable de acero de 1/2", según proyecto, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	\$ 210.45	8,359.77	\$ 1,759,313.60



10	Fabricación de dados de concreto armado de 40 x 40 x 30 cm, con $f'c= 200 \text{ kg/cm}^2$ hecho en obra y acero de refuerzo del N° 4 con $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , separación según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier altura, maniobras, equipo de seguridad, nivelación, cargas, descargas, mano de obra, herramienta, desperdicios, cimbra, descimbra, amarres, ganchos, doblez, alambre recocado, fabricación del concreto, colado, curado, acarreo dentro y fuera de la obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza	\$ 471.66	1,903.00	\$ 897,568.98
11	Tensado de anclas con equipo calibrado, cualquier diámetro y longitud, según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier altura, maniobras, equipo de tensado, equipo de seguridad, reportes (pruebas de tensado, gráficas), cargas, descargas, primer y pintura de esmalte en placas, soldadura 70-18, engrasado y poliducto en espárrago, acarreo dentro y fuera de la obra, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza	\$ 627.87	1,903.00	\$ 1,194,836.61
12	Demolición de rocas con explosivos químicos (expansivo), marca Dexpan o similar, según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier nivel, perforación de 1 ½" de diámetro de 0 a 1.0 m de profundidad	m <sup>3</sup>	\$ 1,835.70	349.29	\$ 641,191.65



	realizado con equipo neumático, carga de barrenos con Dexpan o similar, equipo de seguridad, retiro y bajado de rocas producto de la demolición, carga, descarga, mano de obra, acarreo dentro y fuera de obra , instalación de malla de protección necesaria para asegurar la integridad de los habitantes de la zona de trabajo y todo lo necesario para su correcta ejecución.				
13	Suministro, fabricación y colocación de relleno fluido $f'c= 8 \text{ kg/cm}^2$ a base de cemento, tepetate, agua y espuma química (agente espumante), relleno térreo en capas de 90 cm; con secciones variables de acuerdo a la configuración topográfica del área, fabricado en obra con equipo neumático, según proyecto, reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a la altura de proyecto, maniobras, equipo mecánico, equipo de seguridad, señalamientos, tepetate libre de boleas, tuberías y mangueras de 3", bomba, nivelación, cargas, descargas, mano de obra, herramienta, cimbra, descimbra, acarreos dentro y fuera de la obra , limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$\text{m}^3$	\$ 1,059.75	1,348.00	\$ 1,428,543.00
14	Conformación de muro de mampostería con piedra existente en el lugar de los trabajos para relleno de oquedades y/o protección de estratos, junteado con mortero cemento-arena proporción 1:6, con sección según proyecto, reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier nivel, maniobras, equipo de seguridad, señalamientos, nivelación, reventón, plomeo, cargas, descargas, mano de obra, herramienta, andamios, desperdicios, acarreos dentro y fuera de la obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$\text{m}^3$	\$ 1,132.35	198.28	\$ 224,522.36



15	Lavadero forjado con una base de concreto armado de 10 cm de espesor, $f'c= 200 \text{ kg/cm}^2$ , agregado máximo $\frac{3}{4}$ ", acero de refuerzo $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ de $\frac{1}{2}$ " a cada 20 cm, en ambos sentidos, con alerones de 15 cm de espesor y altura variable de 20 a 40 cm, según proyecto. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, cortes, doblez, ganchos, nivelación, cimbra común, descimbra, impermeabilizante integral, regleado, materiales, herramienta, acabado con pintura, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	\$ 1,007.74	21.00	\$ 21,162.54
16	Aplicación de lechada cemento-agua con equipo de bombeo (Moyno), proporción de 40 lt de agua por bulto de cemento, según proyecto, en una zona de difícil accesibilidad, con alturas de hasta 15 m. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas y marcar los puntos de perforación; siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, maniobras, desperdicio, materiales, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	lt	\$ 7.64	4,428.48	\$ 33,833.59
	Trabajos adicionales.				
17	Conformación de muro de concreto lanzado en estrato de escoria volcánica con un espesor de 12 cm y rematando en el estrato de ceniza y/o arena volcánica con una sección de 20 x 50 cm, con $f'c= 150 \text{ kg/cm}^2$ , reforzado con fibra de acero en proporción de $40 \text{ kg/m}^3$ empleando equipo neumático, según proyecto. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de	m <sup>3</sup>	\$ 5,597.06	40.00	\$ 223,882.40



	seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier nivel, maniobras, equipo mecánico, equipo de seguridad, señalamientos, nivelación, cargas, descargas, mano de obra, herramienta, andamios, desperdicios, pruebas de laboratorio, acarreo dentro y fuera de la obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.				
18	Suministro y aplicación de aditivo estabilizador y acelerante libre de cloruros: Disperpack, Meaeco 160, Sika rapid o uno de mejor calidad, mezclado en la inyección a base de mortero cemento-agua, $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , según proyecto con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	kg	\$ 45.00	339.90	\$ 15,295.50
19	Suministro y aplicación de aditivo expansor libre de cloruros: Expansil, Expancreto, Intraplast z o uno de mejor calidad, mezclado en la inyección a base de mortero cemento-agua, $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , según proyecto con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	kg	\$ 32.87	2,689.56	\$ 88,405.84



20	Inyección de escoria a base de mortero cemento-agua, f'c = 100 kg/cm <sup>2</sup> , según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	lt	\$ 5.41	37,463.56	\$ 202,677.86
21	Suministro y colocación de funda tergalina de 20 cm de diámetro para anclas, según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier altura, maniobras, equipo de seguridad, desperdicios, hechura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	\$ 28.34	1,641.00	\$ 46,505.94
22	Tala de árboles en forma manual con perímetro de tallo de 0.25 a 0.75 m. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, mano de obra, ramaleo, troceo, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza	\$ 2,482.97	10.00	\$ 24,829.70



23	Colocación de cama de mampostería forjado con material existente en la zona, con espesor de 15 cm, junteado con mortero cemento-arena proporción 1:6, siguiendo el perfil del Cantil, según proyecto. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, cortes, nivelación, materiales, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	\$ 258.71	89.74	\$ 23,216.64
24	Colocación de malla plástica con cuadro de 3.5 x 7 mm color negro, fijada mediante ancla (escorpión) de varilla corrugada de ½” de diámetro, y 1.2 m de desarrollo en forma de "t", con remate de 0.2 m y soldadura para facilitar el hincado en la fijación de malla sombra, en arreglo de tres bolillo @ 50 cm. Incluye: acarreo a 1a estación de 20 m, colocación, equipo de seguridad y rapel, mano de obra y herramienta.	m <sup>2</sup>	\$ 101.71	110.00	\$ 11,188.10
25	Anclaje para borde de malla triple torsión a base de varilla de 1" en forma de "t", sin función estructural, de 1.0 a 1.5 m de profundidad y con inyección de lechada cemento-agua, f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> , incluye: perforación de 1 ½”, material, cortes, desperdicios, soldadura, equipo, mano de obra y herramienta.	pza	\$ 152.79	182.00	\$ 27,807.78
26	Carga de barrenos, utilizando una mezcla de mortero expansivo marca Dexpan y agua. Incluye: material, herramienta y mano de obra.	m	\$ 212.30	1,256.25	\$ 266,701.88
27	Colocación de malla hecha a base de llantas usadas y cable de acero de ½”, para retención de material producto de demolición. Incluye: material, habilitado, mano de obra y herramienta.	m <sup>2</sup>	\$ 274.03	424.00	\$ 116,188.72
28	Suministro y colocación de tubo de PVC ranurado de 1 ½” de diámetro. Incluye: material, fabricación de ranuras, colocación y herramienta.	m	\$ 37.34	215.00	\$ 8,028.10
29	Extracción de corazones en muro de concreto armado, de 0.2 a 0.4 m de longitud, con broca bote con corona de tungsteno en un diámetro de 6".	pza	\$ 3,112.24	17.00	\$ 52,908.08
30	Perforación de barrenos de 1 ½” de diámetro a una profundidad de 1.0 m. Incluye: equipo, acero integral de barrenación, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	\$ 100.30	1,362.00	\$ 136,608.60



31	Re-perforación para colocación de anclas y drenes, a una profundidad de 6.0 a 12.0 m, en materiales sueltos como basura, escoria, ceniza volcánica, brechoide, roca maciza y fracturada, con un diámetro de 3 ½” en talud vertical, con perforadora neumática marca "Stenuick". Incluye: equipo, mano de obra, material y herramienta.	m	\$ 501.72	1,048.00	\$ 525,802.56
32	Suministro y aplicación de soldadura 7018 en cuerda de anclas. Incluye: material, movimientos de equipo de soldadura, equipo de seguridad y rapel, mano de obra y herramienta.	pza	\$ 34.81	1,389.00	\$ 48,351.09
33	Suministro y colocación de perros de hierro (broches) de 7/16", para poder sujetar los dobleces en el cable de acero 5/16" de diámetro en el cocido de la malla. Incluye: material, mano de obra y herramienta.	pza	\$ 12.13	150.00	\$ 1,819.50
34	Suministro, habilitado y colocación de placa de polipropileno de 20 x 30 cm x ½", con barreno al centro de 1 ¼" de diámetro. Incluye: materiales, habilitado, barrenado, acarreo horizontales y verticales a 1a estación de 20 m, colocación, equipo de seguridad, equipo de rapel y herramienta.	pza	\$ 199.73	33.00	\$ 6,591.09
35	Suministro, fabricación y colocación de placa de 4" x 4" x ½" de acero A-36, con barreno al centro de 1 ¼" de diámetro y patín soldado en dos extremos de placa de 1" x 1". Incluye: materiales, cortes, habilitado, desperdicios, barrenado, soldadura 7018, pintura epóxica, acarreo horizontales y verticales a 1a estación de 20 m, colocación, equipo de seguridad, equipo de rapel y herramienta.	pza	\$ 148.68	400.00	\$ 59,472.00

SUMA

**\$ 45,509,865.78**



### CATÁLOGO DE OBRA

			COMPARATIVA EN COSTO				
			CON MALLAS METÁLICAS		MÉTODO TRADICIONAL CONCRETO LANZADO		
	UNIDAD	P.U.	VOLUMEN	IMPORTE	VOLUMEN	IMPORTE	
1	<p>Limpeza y desyerbe realizado manualmente en una zona de difícil accesibilidad, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil stratigráfico; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, aunado a que el material se retirará con botes y/o costales al hombro. Incluye: elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, acarreo dentro y fuera de la obra a tiro libre propuesto por la contratista, equipo de seguridad, cargas, descargas, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p>	m <sup>2</sup>	\$111.94	7,447.52	\$833,675.39	12,164.85	\$1,361,733.31
2	<p>Trazo y nivelación con equipo de topografía para ubicación de puntos de perforación, según proyecto, en una zona de difícil accesibilidad, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil stratigráfico; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas y marcar los puntos de perforación, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de topografía, elementos de sujeción, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad,</p>	m <sup>2</sup>	\$7.30	12,164.85	\$88,803.41	12,164.85	\$88,803.41



	cargas, descargas, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.						
3	Perforación.						
3.1	Perforación de 3 ½ a 4" de diámetro con equipo mecánico, para alojamiento de anclas, cualquier profundidad en terreno existente (basalto, brechoide, escoria, concreto lanzado, basura y/o ceniza volcánica), según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreos dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	\$1,200.20	13,520.00	\$16,226,704.00	13,520.00	\$16,226,704.00
3.2	Perforación de 3 ½ a 4" de diámetro con equipo mecánico, para inyección en estrato de escoria, a cualquier profundidad en terreno existente (escoria, concreto lanzado), según proyecto, con alturas hasta 8.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se	m	\$1,200.20	78.00	\$93,615.60	78.00	\$93,615.60



	reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.						
3.3	Perforación de 3 ½ a 4" de diámetro con equipo mecánico, para drenes a cualquier profundidad en terreno existente (basalto, brechoide, escoria, concreto lanzado, ceniza volcánica), según proyecto, con alturas hasta 8.00 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	\$1,200.19	1,439.90	\$1,728,153.58	1,439.90	\$1,728,153.58
4	Suministro y colocación de anclas.						
4.1	Suministro y colocación de anclas a base de acero de refuerzo de ¾" de diámetro y 6.0 m de longitud, $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una	pza	\$2,028.99	1,324.00	\$2,686,382.76	1,324.00	\$2,686,382.76



	zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: acero de refuerzo, centradores, soldadura, poliducto, PVC, cortes, placas de acero A-36, tuerca hexagonal pesada de 2h de 6 hilos de ¾”, roldana, elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.						
4.2	Suministro y colocación de anclas a base de acero de refuerzo de ¾” de diámetro y 18.0 m de longitud, $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: acero de refuerzo, centradores, soldadura, poliducto, PVC, cortes, elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza	<b>\$3,041.58</b>	591.00	<b>\$1,797,573.78</b>	591.00	<b>\$1,797,573.78</b>
4.3	Suministro y colocación de ancla de 1" de diámetro x 2.0 m de longitud, con cuerda de 20 cm de longitud con placa de ½” de 30 x 30 cm y barreno de 1 3/8”, tuerca hexagonal pesada de 2h de 6 hilos de 1 ½”. Incluye: material, mano de obra y herramienta.	pza	<b>\$921.02</b>	14.00	<b>\$12,894.28</b>	14.00	<b>\$12,894.28</b>



4.4	Suministro y colocación de anclas de $\frac{3}{4}$ " de diámetro de 3.0 m de longitud con cuerda de 20 cm de longitud, con placa de $\frac{1}{2}$ " de 30 x 30 cm y barreno de 1 3/8", tuerca hexagonal pesada de 2h de 6 hilos de $\frac{3}{4}$ ". Incluye: material, mano de obra y herramienta.	pza	<b>\$849.66</b>	8.00	<b>\$6,797.28</b>	8.00	<b>\$6,797.28</b>
5	Inyección a base de mortero cemento-agua, f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> (proporción 50 kg de cemento, 45 lt de agua), con equipo mecánico a presión de 1.5 kg, según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	lt	<b>\$8.61</b>	1,208,692.83	<b>\$10,406,845.27</b>	1,208,692.83	<b>\$10,406,845.27</b>



6	Suministro y aplicación de ademe a base de mortero cemento-agua, proporción 25 kg x 16 lt de agua a razón de 28 lt por m, considerando desperdicios por filtraciones en grietas existentes, según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	<b>\$72.32</b>	7,374.00	<b>\$533,287.68</b>	9,374.00	<b>\$677,927.68</b>
7	Suministro y colocación de tubo de PVC rd 36 de 2" de diámetro para drenes de penetración transversal, cubierta con malla geotextil, según proyecto, reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, cortes, nivelación, almacenaje, calafateo, ranurado, materiales, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	<b>\$102.02</b>	516.30	<b>\$52,672.93</b>	516.30	<b>\$52,672.93</b>
8	Mallas metálicas alta resistencia triple torsión.						
8.1	Colocación de malla triple torsión con recubrimiento de PVC, anclaje en borde de malla a base de varilla de 1" de diámetro en forma de "t" @ 1.0 m, perforación de 1 ½" de	m <sup>2</sup>	<b>\$126.06</b>	1,589.40	<b>\$200,359.76</b>	0.00	<b>\$0.00</b>



	<p>diámetro y de 1.0 a 1.5 m de profundidad, con inyección de lechada cemento-agua <math>f'c = 200 \text{ kg/cm}^2</math>, según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: malla existente en la obra a resguardo y entregada a la empresa por la DGOP, elevación a cualquier altura, cortes, habilitado, desperdicios, traslapes, ajustes, maniobras, barrenado en placa, tejido, elementos de sujeción (placas de acero A-36, tuerca, roldana), anclaje de borde, perros, broches de presión, alambre galvanizado forrado con PVC, cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p>						
8.2	<p>Perforación de 3 ½ a 4" de diámetro con equipo mecánico, para alojamiento de anclas, cualquier profundidad en terreno existente (basalto, brechoide, escoria, concreto lanzado, basura y/o ceniza volcánica), según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo mecánico, compresor, mangueras, conexiones rápidas, tanque de</p>	m <sup>2</sup>	\$52.09	1,589.40	\$82,791.85	0.00	\$0.00



	almacenamiento de aire, elementos de sujeción, nivelación, maniobras de equipos, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, limpieza, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.						
8.3	Colocación de malla alta resistencia sistema Tecco, anclaje en borde de malla a base de varilla de 1" de diámetro en forma de "t" @ 1.0 m, perforación de 1½" de diámetro y de 1.0 a 1.5 m de profundidad, con inyección de lechada cemento-agua, f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> , según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier altura, cortes, habilitado, desperdicios, traslapes, ajustes, maniobras, barrenado en placa, tejido, elementos de sujeción, anclaje de borde, pernos y/o broches de hierro de 7/16" para sujeción en el doblez del cable de acero de 5/16" de diámetro, alambre galvanizado, cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	\$126.06	2,215.68	\$279,308.62	0.00	\$0.00



8.4	Suministro de malla alta resistencia sistema Tecco, según proyecto, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	<b>\$604.29</b>	2,215.68	<b>\$1,338,913.27</b>	0.00	<b>\$0.00</b>
9	Malla B 900.						
9.1	Colocación de malla híbrida B900 (Maccaferri), reforzada con cable de acero de 5/16" y en el perímetro con cable de acero de 1/2", anclaje en borde de malla a base de varilla de 1" de diámetro en forma de "t" @ 1.0 m, perforación de 1 1/2" de diámetro y de 1.0 a 1.5 m de profundidad, con inyección de lechada cemento-agua, f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> , según proyecto, con alturas superiores a los 12.00 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier altura, cortes habilitado, desperdicios, traslapes, ajustes, maniobras, barrenado en placa, tejido, elementos de sujeción, anclaje de borde, perros y/o broches de hierro de 7/16" para sujeción en el doblado del cable de acero de 5/16" de diámetro, alambre galvanizado, cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	<b>\$126.06</b>	8,359.77	<b>\$1,053,832.61</b>	0.00	<b>\$0.00</b>



9.2	Suministro de malla híbrida B 900 (Maccaferri), reforzada con cable de acero de 5/16” y en el perímetro con cable de acero de ½”, según proyecto, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: cable de acero, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, certificado de calidad, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	<b>\$210.45</b>	8,359.77	<b>\$1,759,313.60</b>	0.00	<b>\$0.00</b>
10	Fabricación de dados de concreto armado de 40 x 40 x 30 cm, con $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , hecho en obra, acero de refuerzo del N° 4 con $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , separación según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier altura, maniobras, equipo de seguridad, nivelación, cargas, descargas, mano de obra, herramienta, desperdicios, cimbra, descimbra, amarres, ganchos, doblez, alambre recocado, fabricación del concreto, colado, curado, acarreo dentro y fuera de la obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza	<b>\$471.66</b>	1,903.00	<b>\$897,568.98</b>	1,903.00	<b>\$897,568.98</b>



11	<p>Tensado de anclas con equipo calibrado, cualquier diámetro y longitud, según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier altura, maniobras, equipo de tensado, equipo de seguridad, reportes (pruebas de tensado, gráficas), cargas, descargas, primer y pintura de esmalte en placas, soldadura 70-18, engrasado y poliducto en espárrago, acarreo dentro y fuera de la obra, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p>	pza	<b>\$627.87</b>	1,903.00	<b>\$1,194,836.61</b>	1,903.00	<b>\$1,194,836.61</b>
12	<p>Demolición de rocas con explosivos químicos (expansivo), marca Dexpan o similar, según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier nivel, perforación de 1 ½” de diámetro de 0 a 1.0 m de profundidad realizado con equipo neumático, carga de barrenos con Dexpan o similar, equipo de seguridad, retiro y bajado de rocas producto de la demolición, carga, descarga, mano de obra, acarreo dentro y fuera de la obra, instalación de malla de protección necesaria para asegurar la integridad de los habitantes de la zona de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución.</p>	m <sup>3</sup>	<b>\$1,835.70</b>	349.29	<b>\$641,191.65</b>	349.29	<b>\$641,191.65</b>



13	Suministro, fabricación y colocación de relleno fluido $f'c= 8 \text{ kg/cm}^2$ a base de cemento, tepetate, agua y espuma química (agente espumante), relleno térreo en capas de 90 cm, con secciones variables de acuerdo a la configuración topográfica del área, fabricado en obra con equipo neumático, según proyecto. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a la altura de proyecto, maniobras, equipo mecánico, equipo de seguridad, señalamientos, tepetate libre de boleos, tuberías y mangueras de 3", bomba, nivelación, cargas, descargas, mano de obra, herramienta, cimbra, descimbra, acarreo dentro y fuera de la obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$\text{m}^3$	<b>\$1,059.75</b>	1,348.00	<b>\$1,428,543.00</b>	1,348.00	<b>\$1,428,543.00</b>
14	Conformación de muro de mampostería con piedra existente en el lugar de los trabajos para relleno de oquedades y/o protección de estratos, junteado con mortero cemento-arena, proporción 1:6, con sección según proyecto. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier nivel, maniobras, equipo de seguridad, señalamientos, nivelación, reventón, plomeo, cargas, descargas, mano de obra, herramienta, andamios, desperdicios, acarreo dentro y fuera de la obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	$\text{m}^3$	<b>\$1,132.35</b>	198.28	<b>\$224,522.36</b>	198.28	<b>\$224,522.36</b>



15	Lavadero forjado con una base de concreto armado de 10 cm de espesor, $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , agregado máximo $\frac{3}{4}$ ", acero de refuerzo $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ de $\frac{1}{2}$ " a cada 20 cm, en ambos sentidos, con alerones de 15 cm de espesor y altura variable de 20 a 40 cm, según proyecto. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, cortes, doblez, ganchos, nivelación, cimbra común, descimbra, impermeabilizante integral, regleado, materiales, herramienta, acabado con pintura, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	<b>\$1,007.74</b>	21.00	<b>\$21,162.54</b>	21.00	<b>\$21,162.54</b>
16	Aplicación de lechada cemento-agua con equipo de bombeo (Moyno), proporción de 40 lt de agua por bulto de cemento, según proyecto, en una zona de difícil accesibilidad, con alturas de hasta 15 m. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas y marcar los puntos de perforación, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, maniobras, desperdicio, materiales, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	lt	<b>\$7.64</b>	4,428.48	<b>\$33,833.59</b>	4,428.48	<b>\$33,833.59</b>
	Trabajos adicionales.						



17	Conformación de muro de concreto lanzado en estrato de escoria volcánica con un espesor de 12 cm, rematando en el estrato de ceniza y/o arena volcánica, con una sección de 20 x 50 cm, con f'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> reforzado con fibra de acero en proporción de 40 kg/m <sup>3</sup> empleando equipo neumático, según proyecto. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier nivel, maniobras, equipo mecánico, equipo de seguridad, señalamientos, nivelación, cargas, descargas, mano de obra, herramienta, andamios, desperdicios, pruebas de laboratorio, acarreo dentro y fuera de la obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>3</sup>	\$5,597.06	40.00	\$223,882.40	1,499.78	\$8,394,358.65
18	Suministro y aplicación de aditivo estabilizador y acelerante libre de cloruros: Disperpack, Meaeco 160, Sika rapid o uno de mejor calidad, mezclado en la inyección a base de mortero cemento-agua, f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> , según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	kg	\$45.00	339.90	\$15,295.50	339.90	\$15,295.50



19	Suministro y aplicación de aditivo expansor libre de cloruros: Expansil, Expancreto, Intraplast z o uno de mejor calidad, mezclado en la inyección a base de mortero cemento-agua, f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> , según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, pruebas de laboratorio, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	kg	<b>\$32.87</b>	2,689.56	<b>\$88,405.84</b>	2,689.56	<b>\$88,405.84</b>
20	Inyección de escoria a base de mortero cemento-agua, f'c = 100 kg/cm <sup>2</sup> , según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, equipo de inyección, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, almacenaje, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	lt	<b>\$5.41</b>	37,463.56	<b>\$202,677.86</b>	37,463.56	<b>\$202,677.86</b>



21	Suministro y colocación de funda tergalina de 20 cm de diámetro para anclas, según proyecto, con alturas superiores a los 12.0 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevación a cualquier altura, maniobras, equipo de seguridad, desperdicios, hechura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, almacenaje, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	<b>\$28.34</b>	1,641.00	<b>\$46,505.94</b>	1,641.00	<b>\$46,505.94</b>
22	Tala de árboles en forma manual con perímetro de tallo de 0.25 a 0.75 m, reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, mano de obra, ramaleo, troceo, acarreo dentro y fuera de la obra, equipo de seguridad, cargas, descargas, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	pza	<b>\$2,482.97</b>	10.00	<b>\$24,829.70</b>	10.00	<b>\$24,829.70</b>



23	Colocación de cama de mampostería forjada con material existente en la zona, con espesor de 15 cm, junteado con mortero cemento-arena, proporción 1:6, siguiendo el perfil del Cantil, según proyecto. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico, en una zona de difícil accesibilidad, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento. Incluye: elevaciones a cualquier altura, cargas, descargas, acarreo dentro y fuera de la obra, cortes, nivelación, materiales, herramienta, mano de obra, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	<b>\$258.71</b>	89.74	<b>\$23,216.64</b>	89.74	<b>\$23,216.64</b>
24	Colocación de malla plástica con cuadro de 3.5 x 7 mm color negro, fijada mediante ancla (escorpión) de varilla corrugada de ½" de diámetro y 1.2 m de desarrollo en forma de "t", con remate de 0.2 m y soldadura para facilitar el hincado en la fijación de malla sombra, en arreglo de tres bolillo @ 50 cm. Incluye: acarreo a 1a estación de 20 m, colocación, equipo de seguridad y rapel, mano de obra y herramienta. Incluye: equipo, mano de obra y herramienta.	m <sup>2</sup>	<b>\$101.71</b>	110.00	<b>\$11,188.10</b>	0.00	<b>\$0.00</b>
25	Anclaje para borde de malla de triple torsión a base de varilla de 1" en forma de "t", sin función estructural, de 1.0 a 1.5 m de profundidad y con inyección de lechada cemento-agua f'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> . Incluye: perforación de 1 ½", material, cortes, desperdicios, soldadura, equipo, mano de obra y herramienta.	pza	<b>\$152.79</b>	182.00	<b>\$27,807.78</b>	0.00	<b>\$0.00</b>
26	Carga de barrenos, utilizando una mezcla de mortero expansivo marca Dexpan y agua. Incluye: material, herramienta y mano de obra.	m	<b>\$212.30</b>	1,256.25	<b>\$266,701.88</b>	1,256.00	<b>\$266,648.80</b>



27	Colocación de malla hecha a base de llantas usadas y cable de acero de ½”, para retención de material producto de demolición. Incluye: material, habilitado, mano de obra y herramienta.	m <sup>2</sup>	<b>\$274.03</b>	424.00	<b>\$116,188.72</b>	424.63	<b>\$116,361.36</b>
28	Suministro y colocación de tubo de PVC ranurado de 1 ½” de diámetro. Incluye: material, fabricación de ranuras, colocación y herramienta.	m	<b>\$37.34</b>	215.00	<b>\$8,028.10</b>	215.00	<b>\$8,028.10</b>
29	Extracción de corazones en muro de concreto armado, de 0.2 a 0.4 m de longitud, con broca bote con corona de tungsteno en un diámetro de 6”.	pza	<b>\$3,112.24</b>	17.00	<b>\$52,908.08</b>	17.00	<b>\$52,908.08</b>
30	Perforación de barrenos de 1½” de diámetro a una profundidad de 1.0 m. Incluye: equipo, acero integral de barrenación, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m	<b>\$100.30</b>	1,362.00	<b>\$136,608.60</b>	1,362.00	<b>\$136,608.60</b>
31	Re-perforación para colocación de anclas y drenes, a una profundidad de 6.0 a 12.0 m, en materiales sueltos como basura, escoria, ceniza volcánica, brechoide, roca maciza y fracturada, con un diámetro de 3 ½” en talud vertical, con perforadora neumática marca "Stenuick". Incluye: equipo, mano de obra, material y herramienta .	m	<b>\$501.72</b>	1,048.00	<b>\$525,802.56</b>	1,048.00	<b>\$525,802.56</b>
32	Suministro y aplicación de soldadura 7018 en cuerda de anclas. Incluye: material, movimientos de equipo de soldadura, equipo de seguridad y rapel, mano de obra y herramienta.	pza	<b>\$34.81</b>	1,389.00	<b>\$48,351.09</b>	1,389.00	<b>\$48,351.09</b>
33	Suministro y colocación de perros de hierro (broches) de 7/16”, para poder sujetar los dobleces en el cable de acero de 5/16” de diámetro en el cocido de la malla. Incluye: material, mano de obra y herramienta.	pza	<b>\$12.13</b>	150.00	<b>\$1,819.50</b>	0.00	<b>\$0.00</b>
34	Suministro, habilitado y colocación de placa de polipropileno de 20 x 30 cm x ½”, con barreno al centro de 1¼” de diámetro. Incluye: materiales, habilitado, barrenado, acarreo horizontales y verticales a 1a estación de 20 m, colocación, equipo de seguridad, equipo de rapel y herramienta.	pza	<b>\$199.73</b>	33.00	<b>\$6,591.09</b>	0.00	<b>\$0.00</b>



35	Suministro, fabricación y colocación de placa de 4" x 4" x ½" de acero A-36, con barreno al centro de 1¼" de diámetro y patín soldado en dos extremos de placa de 1" x 1". Incluye: materiales, cortes, habilitado, desperdicios, barrenado, soldadura 7018, pintura epóxica, acarreo horizontales y verticales a 1a estación de 20 m, colocación, equipo de seguridad, equipo de rapel y herramienta.	pza	<b>\$148.68</b>	400.00	<b>\$59,472.00</b>	0.00	<b>\$0.00</b>
36	Limpieza y desyerbe realizado manualmente en una zona de difícil accesibilidad, con alturas superiores a los 12.00 m y pendientes mayores a 60 grados. Reconocimiento visual realizado en campo acerca de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico; debido a esto el personal debe bajar con arnés y/o cuerdas, siendo una zona densamente poblada con alto índice delictivo, por lo que se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad pertinentes para el óptimo desempeño de los trabajos, por lo que se reduce el rendimiento, aunado a que el material se retirará con botes y/o costales al hombro. Incluye: elevaciones a cualquier altura, elementos de sujeción, acarreo dentro y fuera de obra a tiro libre propuesto por la contratista, equipo de seguridad, cargas, descargas, señalamientos, herramienta, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m <sup>2</sup>	<b>\$45.00</b>	0.00	<b>\$0.00</b>	12,498.00	<b>\$562,410.00</b>
<b>DIFERENCIA ENTRE PROCESOS CONSTRUCTIVOS</b>			<b>\$ 4,584,305.52</b>	SUMA	<b>\$ 45,509,865.78</b>		<b>\$ 50,094,171.30</b>



## **6.5. Programa general de obra.**

En la planificación y programación de ejecución de una obra, se trata de definir el calendario de realización de un conjunto de actividades.

Para ello es necesario pensar en todas aquellas actividades de obra productivas, que afectan directamente a la empresa responsable de la ejecución, es decir al constructor. Sus actividades son condicionadas por las actividades de otros agentes que intervienen en el proceso: equipo de dirección de las obras, subcontratistas, en su caso proveedores de materiales y elementos, la administración, compañías de servicio, etc.

Por lo tanto, el programar la ejecución de una obra, no significa planear y planificar exclusivamente las actividades de uno solo de estos participantes. El programa ha de asumir una función de síntesis, integrando la intervención de los participantes en cada una de las actividades y han de ser los instrumentos que asegure la coordinación de las actividades a realizar por todos ellos, de acuerdo con unos objetivos generales predefinidos.

### **6.5.1. Ruta crítica.**

Para la programación de actividades es de gran utilidad el método de ruta crítica, el cual es un proceso administrativo (planeación, organización, dirección y control) de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse durante un tiempo crítico y al costo óptimo.

La aplicación potencial del método de la ruta crítica, debido a su gran flexibilidad y adaptación, abarca desde los estudios iniciales para un proyecto determinado, hasta la planeación y operación de sus instalaciones.

Los beneficios derivados de la aplicación del método de la ruta crítica se presentarán en relación directa a la habilidad con que se haya aplicado. Debe advertirse, sin embargo, que el camino crítico no es una panacea que resuelva problemas administrativos de un proyecto. Cualquier aplicación incorrecta producirá resultados adversos.

El método de la ruta crítica consta básicamente de dos ciclos:

#### **1. Planeación y programación.**



## 2. Ejecución y Control.

El primer ciclo termina hasta que todas las personas directoras o responsables de los diversos procesos que intervienen en el proyecto están plenamente de acuerdo con el desarrollo, tiempos, costos, elementos utilizados, coordinación, etc., tomando como base la red de camino crítico diseñada al efecto.

Al terminar la primera red, generalmente hay cambios en las actividades componentes, en las secuencias, en los tiempos y algunas veces en los costos, por lo que hay necesidad de diseñar nuevas redes hasta que exista un completo acuerdo de las personas que integran el grupo de ejecución.

El segundo ciclo termina al tiempo de hacer la última actividad del proyecto y entre tanto existen ajustes constantes debido a las diferencias que se presentan entre el trabajo programado y el realizado.

El primer ciclo se compone de las siguientes etapas: definición del proyecto, lista de actividades, matriz de secuencias, matriz de tiempos, red de actividades, costos y pendientes, compresión de la red, limitaciones de tiempo, de recursos económicos, matriz de elasticidad.

### 6.5.2. Gráfica de barras.

La gráfica de barras presentada contiene los siguientes programas:

- **Programa de tiempo (ejecución).**

Especificados los trabajos a ejecutar, hay que ubicarlos en el tiempo. La representación gráfica es la más adecuada y se hace de tal forma en que se lleva en las ordenadas las distintas secciones de la obra con sus detalles más importantes y en las abscisas el tiempo.

Debe hacerse un estudio detenido de este gráfico para verificar que las secciones de la obra y cada una de sus partidas a ejecutar estén coordinadas entre sí, es decir, haya una sucesión lógica entre ellas; que actividades similares, en distintas secciones, estén desplazadas en el tiempo para no duplicar los equipos y aumentar innecesariamente el personal; que actividades que sólo puedan realizarse en ciertas estaciones del año estén bien ubicadas en la programación; etc.



En la gráfica, el tiempo está dividido en meses, cuando se quiere llevar un control más exacto, se hacen divisiones semanales o diarias.

- **Programa de materiales.**

Este programa indica el tiempo en que se usarán los diferentes materiales que intervienen en cada uno de los conceptos que componen nuestra obra, por lo que se deberá tomar en cuenta para que estos se soliciten con la debida anticipación, además sirve para determinar la inversión que deberá realizarse.

- **Programa de costos.**

Este programa indica los gastos que deberán hacerse por concepto de la ejecución de cada uno de los precios unitarios que constituyen nuestra obra.

- **Programa financiero (inversión-recuperación).**

Para que un programa de obra se pueda cumplir es indispensable contar con los fondos necesarios para hacer en las fechas previstas las adquisiciones del equipo, las instalaciones anexas, pago de sueldos, adquisición de materiales, etc.

El programa financiero será, por lo tanto, la diferencia entre las sumas invertidas en las obras y las recibidas del propietario por cancelación de los estados de pago.

Si se lleva en gráficos dichos valores se tendrá el monto del capital de trabajo que se necesite cada mes.

Para mayor claridad se hacen gráficos separados para cada una de las partidas importantes.

A partir de los datos anteriores, se genera el diagrama de barras de la obra, donde figuran todas sus actividades, con sus fechas de inicio y fin calculadas, las duraciones, las holguras y las precedencias, indicadas gráficamente, se pueden visualizar por meses o semanas. Para una mejor utilización del programa se pueden introducir las fechas reales de ejecución, a medida que la obra avanza, a fin de obtener desviaciones y comparaciones con las fechas estimadas.



# Capítulo 7

## Comentarios y conclusiones



## 7. Comentarios y conclusiones.

Para cualquier proyecto de estabilidad, es importante la calidad y durabilidad de cada uno de sus elementos, ya que todos trabajan en conjunto para la buena funcionalidad del mismo. La aplicación de la malla metálica de triple torsión, es la alternativa más viable y económica para este tipo de protección, ya que prevé la degradación de las superficies sujetas a derrumbes, evita la caída de bloques de rocas, crea un consolidamiento natural superficial de la pendiente; además la malla se adapta a la forma de la superficie del talud, por lo que su impacto visual es menor.

La estabilidad del Cantil de la colonia Palmitas se realizó mediante el uso de mallas metálicas, debido principalmente al menor tiempo de ejecución y ahorro que representó en comparativa con el método tradicional de concreto lanzado; ahorro de un 10 % sobre el monto total de la obra ejecutada, sin embargo éstas no fueron las únicas consideraciones para determinar el método de estabilidad finalmente utilizado.

A continuación se describen los factores que influyeron para fundamentar esta decisión.

Técnicamente, para este caso en particular, es más confiable el método de mallas metálicas de alta resistencia de triple torsión, ya que no se tiene problemas con el empuje hidráulico que se presenta en período de lluvias. El concreto lanzado tiende a acumular agua en la parte posterior del talud, aún cuando se tengan drenes, ya que al no darles a estos un mantenimiento adecuado, por lo general se tapan con basura y raíces de plantas. Por otra parte si el concreto lanzado se agrieta y no está en contacto con la superficie del talud se forman oquedades, y el agua que se encuentra en la pared del talud empieza a corroer la malla electrosoldada. En el caso de las mallas metálicas triple torsión éstas son galvanizadas o extruidas con forro de PVC, para evitar la corrosión de la misma.

El sistema de trabajo en las mallas metálicas de triple torsión es por disipación de energía, en caso de presentarse algún caído las mallas cuentan con un grado de elasticidad, sin modificar sus especificaciones de carga. Así mismo el mantenimiento es mínimo, la garantía de estos materiales varía de 30 a 100 años, dependiendo el fabricante. La supervisión de la ejecución de los trabajos con mallas metálicas es menor que con el método tradicional de concreto lanzado. El número de anclas y de perforaciones para las mismas es menor, debido a que el peso propio de la malla metálica es insignificante para el cálculo, no siendo así para el caso del concreto



lanzado. Las zapatas de reacción para distribuir la carga de tensado están visibles (ubicadas en la superficie de la cara del talud), dando oportunidad a una revisión física del comportamiento del terreno al aplicar las cargas.

El tiempo de ejecución de los trabajos mediante el uso de mallas metálicas es considerablemente menor, comparado con el que se requiere para el caso del concreto lanzado. Un alto rendimiento en la colocación de la malla metálica, por ende un número menor de personal requerido. Mayor seguridad para el personal encargado de los trabajos; en todo momento se encuentran afianzados con sus cuerdas de vida. Por la rapidez del proceso se tiene la facilidad de ir colocando la malla conforme se avanza en el proceso de anclado e inyección. Así mismo el tensado de anclas facilita el proceso y aumenta el rendimiento. En este caso particular (viviendas ubicadas tanto en la base del talud como en la corona), los movimientos de materiales y equipos para la fabricación y colocación del concreto lanzado hubieran sido muy laboriosos; mínimo espacio para maniobrar y largas distancia que recorrer, incrementarían considerablemente la cantidad de personal para esta actividad. Además en período de lluvias no es recomendable la colocación de concreto lanzado, debido a que la humedad presente en el talud podría aumentar la cantidad de agua del mismo concreto, variando su relación agua-cemento.

La malla de alta resistencia triple torsión cuenta con las siguientes características:

- Flexibilidad: adopta las formas del corte.
- Permeabilidad: permite un rápido drenaje del agua que satura el terreno.
- Resistencia: soporta una carga de más de  $4,000.0 \text{ kg/m}^2$ .
- Durabilidad: están galvanizadas con forro de PVC para evitar la corrosión de la misma.
- Colocación rápida y económica: proceso constructivo económico.
- Elasticidad: las mallas tienen un grado de elasticidad sin modificar sus especificaciones de carga.

El uso de mallas metálicas de alta resistencia de triple torsión resulta más económico que el método tradicional de concreto lanzado; en este caso en particular un 10 % sobre el monto total de la obra ejecutada, representando en promedio dos tramos del Cantil. Cabe mencionar que tienen que considerarse como aditivas al costo de la obra, el importe cobrado por la empresa de supervisión externa; el importe de la empresa proyectista, tanto por el proyecto mismo como por la asesoría durante el proceso de la



obra; así como el importe correspondiente para las autoridades que participaron en la realización de la obra: Dirección General de Obras Públicas (como cliente), y la Secretaria de Protección Civil del Gobierno del D.F., quien apoyo con 100 elementos de seguridad pública promedio, durante todo el proceso de los trabajos.

Se hace la aclaración que estos datos e importes son de carácter académico, no siendo los correspondientes que ejecutaron las autoridades; sin embargo al estar plenamente identificados y actualizados a la fecha de su ejecución si son representativos del costo real de una obra de este tipo, por lo que la comparativa entre ambos procesos es correcta.

Como las condiciones geológicas son muy diversas a lo largo y ancho de nuestro país, es muy importante analizarlas con cuidado para poder hacer una buena planeación a la hora de elaborar proyectos de estabilización, ya que los riesgos son muy altos.

Socialmente esta obra es una de las de mayor inversión realizadas por parte del Gobierno del D.F., para zonas de bajos recursos y prácticamente marginadas. Anteriormente ya se habían presentado accidentes por desprendimientos de rocas de considerable tamaño, los cuales ocasionaron problemas serios a la población en su patrimonio; sin embargo, con el desprendimiento del macizo rocoso que cobró la vida de dos personas y la movilización de los medios de comunicación, este incidente se convirtió en un problema de tipo político, del cual afortunadamente resultaron beneficiados los habitantes de ese lugar. Actualmente el riesgo por desprendimiento de materiales o inestabilidad del Cantil es prácticamente nulo, ya que no sólo se colocó el sistema de retención de caídos mediante mallas, también se consolidó y mejoró en gran parte la capacidad de carga del suelo en donde se encuentran las viviendas que tenían desde antes problemas estructurales de cimentación.

Por ser una zona con un alto índice delictivo y con un sector de la población de muy escasos recursos económicos, se recomendó a las autoridades y a los vecinos la revisión periódica tanto de las placas metálicas de apoyo de tensado como de las mallas metálicas, para evitar el hurto de las mismas, aún cuando se hubiesen tomado las precauciones correspondientes.

Adicional a lo expuesto, cabe hacer la aclaración que el uso de tecnología para la estabilización de taludes con mallas metálicas es más rápido, económico y práctico que el método de concreto lanzado; sin embargo la utilización de un método u otro estará



definido por las particularidades propias del terreno, y el uso del mismo que se le dará después de haber sido estabilizado.

# Bibliografía



## Bibliografía

- Brown, D.G. (1970). Uplift capacity of grouted rock anchors. Ontario Hydroresearch Quartely. Vol 22, n°4, pp 18-24.
- Coats y Yu (1971). Rock anchor design mechanics. Departament of Energy Mines and Resources. Mines Branch Canada. Ottawa. Research report R-233. 13 p.
- Hobst, L. y Zajic, J (1983). Anchoring in rock and soil. Elsevier Scientific Publishing Company, 570 p.
- Littejohn, G. y Bruce, A. (1975). Rock anchors. Design and Quality Control. Design Methods in Rock mechanics. Sixteenth Symposium on Rock Mechanics. University of Minnesota. Ed. Charles Fairhust and Steven L. Crouch, pp 77-78.
- Suárez Salazar Carlos (1999). Costo y tiempo en edificación. Ed. Limusa, pp. 24-62, 95-126.
- Ucar R., (2004). Manual de anclajes en Ingeniería Civil. UD. Proyectos E.T.S.I. Minas, Universidad Politécnica de Madrid, 548 p.
- Informe sobre la asesoría geotécnica para la estabilización del Cantil en la colonia Palmitas, delegación Iztapalapa, México D.F. T.G.C. Geotecnia S.A. de C.V.
- Programa de computadora: Google Earth.
- Cartilla de diagnóstico preliminar de inestabilidad de laderas (2001). Imprenta Cosmos, México, D.F.
- Programa de precios unitarios: Opus AEC10. de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
- [www.funcionpublica.gob.mx/unaopspf/dgaop/lopt1cu.htm](http://www.funcionpublica.gob.mx/unaopspf/dgaop/lopt1cu.htm) Tema: Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas. Consulta: 6 de agosto de 2011.



- [www.prestosoftware.cl/presto/tiempos/tiempos.htm](http://www.prestosoftware.cl/presto/tiempos/tiempos.htm) Tema: Programa de obra.  
Consulta: 3 de septiembre de 2011.
- [www.cenidet.edu.mx/misc/cursoadmon/ruta%20critica.pdf](http://www.cenidet.edu.mx/misc/cursoadmon/ruta%20critica.pdf) Tema: Ruta crítica.  
Consulta: 9 de septiembre de 2011.



# MACCAFERRI

SOLUCIONES AMBIENTALES ®

Actualizado: Agosto 2006

Maccaferri de México, S.A. de C.V. se reserva el derecho de corregir especificaciones de los productos sin notificar, por lo que la Dependencia u organismo deberán revisar y validar las especificaciones que se están usando.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

# MALLA PARA PROTECCIÓN DE CAÍDOS

### MALLA GALVANIZADA CLASE III PARA PROTECCIÓN DE CAÍDOS.

La malla de alambre es comúnmente usada para detener la caída de roca y escombros en caminos. Este tipo de solución ayuda al crecimiento de la vegetación.

La malla para protección de caídos Maccaferri tiene las mismas características que la usada en los gaviones y colchones Reno.

Gracias a la triple torsión, es lo suficientemente fuerte para resistir el impacto de las rocas y aún cuando no exista traslape entre mallas, ésta trabaja de manera satisfactoria sin romperse.

#### Alambre para malla, aristas y amarre

Todas las pruebas al alambre son realizadas antes de la fabricación de la malla.

- Resistencia a la tensión:** tanto el alambre empleado para la fabricación de la malla, sus refuerzos así como el de amarre, tienen una resistencia a la tensión de de 38-48 kg/mm<sup>2</sup> (54,039-68,259 psi) de acuerdo con la norma NMX-B-085-CANACERO-2005 en concordancia con la norma ASTM A641.
- Deformación:** la prueba debe ser llevada a cabo a una muestra de por lo menos 30 cm (12 in) de largo. La deformación no debe de ser menor al 12%, de acuerdo con la norma ASTM A370-92.
- Recubrimiento de Zinc:** la cantidad mínima de zinc se muestra en la Tabla 1 conforme a la norma NMX-B-085-CANACERO-2005 en concordancia con la norma ASTM A641, Clase III.
- Adherencia del Zinc:** la adherencia del recubrimiento de zinc al alambre debe ser tal que cuando este sea torcido seis veces alrededor del alambre, no se escame o se desprenda, de acuerdo a lo señalado en la norma NMX-B-085-CANACERO-2005 en concordancia con la norma ASTM A641.

### MALLA GALVANIZADA CLASE III PARA PROTECCIÓN DE CAÍDOS CON RECUBRIMIENTO ADICIONAL DE PVC.

La malla galvanizada clase III para protección de caídos con recubrimiento adicional de PVC debe ser utilizada en ambientes contaminados donde tanto el suelo como el agua son ácidos, en agua dulce o salada donde exista riesgo de corrosión. Cuando se requiera, además del galvanizado Clase III, los alambres de acero se recubren con una capa de PVC cuyo espesor nominal es de 0.50 mm (0.02 in). Las características técnicas y de resistencia del PVC al envejecimiento están de acuerdo a las Norma Mexicana NMX-B-085-CANACERO-2005. Los principales valores para el PVC son los siguientes:

**Peso específico:** 1.30-1.35 kg/dm<sup>3</sup> de acuerdo a lo señalado en la norma NMX-B-085-CANACERO-2005 en concordancia con la norma ASTM D792.

**Dureza:** entre 50 y 60 Shore D de acuerdo a lo señalado en la norma NMX-B-085-CANACERO-2005 en concordancia con la norma ASTM D2240.

**Resistencia a la tensión:** mayor de 2kgf/mm<sup>2</sup> de acuerdo a lo señalado en la norma NMX-B-085-CANACERO-2005 en concordancia con la norma ASTM D792.

**Módulo de elasticidad:** mayor de 2kgf/mm<sup>2</sup> de acuerdo a lo señalado en la norma NMX-B-085-CANACERO-2005 en concordancia con la norma ASTM D792.

**Temperaturas de fragilización:** Debe ser igual o menor de 264°K (-9°C) de acuerdo a lo señalado en la norma NMX-B-085-CANACERO-2005 en concordancia con la norma ASTM D412.

**Resistencia a la abrasión:** El porcentaje de pérdida de masa debe de ser menor del 12%, de acuerdo a lo señalado en la norma NMX-B-085-CANACERO-2005 en concordancia con la norma ASTM D1242.

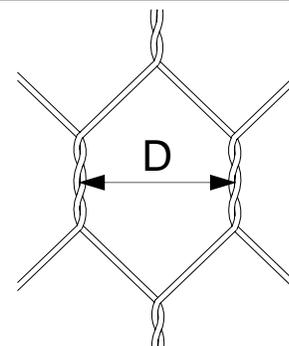
**Resistencia a la corrosión:** La máxima penetración de la corrosión de un alambre cortado debe de ser de 25 mm cuando la muestra ha sido sumergida por 2,000 hrs. En una solución con 5% de HCl (Ácido clorhídrico 12 Be).

**Envejecimiento acelerado:** no debe mostrar efectos de exposición después de 3000 hrs. En la cámara de niebla salina, conforme a la ASTM B117, y no debe mostrar efectos de exposición de luz ultravioleta después de 3000 hrs cuando se use el aparato tipo E y 63°C conforme a la ASTM D1499 y ASTM G 23 en concordancia con la NMX-B-085-CANACERO-2005.

Fig.1 Estabilización Autopista México Acapulco



Fig. 2



#### TOLERANCIA

Las tolerancias en las aberturas de la malla "D" (distancia entre ejes de torsión) es de acuerdo a la NMX-B-085-CANACERO-2005

Tab. 1

COMBINACIONES Y COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS			
Tipo de malla	D= 5, 5x7	D=6, 6x8	D=8, 8x10
No. Alambre (galga francés)	13.5 y 12	13 y 12	12 y 10
Diámetro alambre	2.2 mm y 2.7 mm en bordes	2.4 mm y 2.7 mm en bordes	2.7 mm y 3.4 mm en bordes
Tolerancia en abertura (%)	+/- 0.05	+/- 0.05	+/- 0.06
Contenido Zinc g/mm <sup>2</sup>	240	240	260
Longitud de rollos m	50, 100	50, 100	50, 100
Ancho en metros	2, 3 y 4	2, 3 y 4	2, 3 y 4
Peso de malla sin refuerzo	1.15	1.20	1.40
Prueba de punzonamiento (Kgf)	1,220	1,800	2,400
Resistencia a la Tensión (Kgf/m)	2,300	4,080	4,480
Resistencia media a la ruptura (kg/m <sup>2</sup> )	5,500	5,800	6,400

Tabla basada en la UNE-EN 10223-3 "Malla hexagonal de acero para aplicaciones industriales." NBR 10514. "Double twisted hexagonal steel mesh to manufacture gabions" NMX-B-085-CANACERO-2005. ASTM A 975 "Standard specification for double-twisted hexagonal mesh gabions and reeve mattresses (metallic-coated steel wire or metallic-coated steel wire with poly vinyl chloride (PVC) coating"

## PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

**A)** Para la instalación de la malla, se mide la altura del corte requerido y se cortan los lienzos por el largo necesario previamente a ella, se deberán realizar trabajos de limpieza y amacice de material suelto, a fin de garantizar que no subsista en la superficie del talud.

**B)** Una vez cortada la malla, se coloca sobre el corte. en la parte superior del corte la malla se puede dejar caer, o bien, jalar hacia arriba con unos lasos de plástico.

**C)** Colocada la malla, se fijan las anclas en la parte superior del corte, colocando un cable de acero de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro para una mejor distribución de refuerzos.

**D)** A continuación se procede a la unión a lomo de los lienzos de la malla, una con otra (mediante el cosido con alambre galvanizado clase III) cosiendo y uniendo la malla y sus orillas con alambre galvanizado calibre 13.5 con amarres de tipo armado de varilla para losa.

**E)** Posteriormente se lleva a cabo la barrenación con compresor y pistolas neumáticas, de nuevos barrenos de 2" de diámetro, con separación de 3.00 mts. en el sentido vertical y una distancia de 3.00 mts. entre ejes de cada fila. (tresbolillo de 3.00 x 3.00 mts. ambos sentidos) a continuación se colocan las anclas de varilla corrugada de 2" de diámetro y 1.10 mts. de largo, las cuales irán cementadas con mortero cemento-arena en proporción 1:4, sobresaliendo 10 cms. de la varilla. (Todas las distancias entre anclajes y tipos de estos varían de acuerdo Al tipo de material e inclinación del talud)

**F)** Posteriormente, se procede a la colocación de anclas en la parte inferior, colocando un cable de acero de  $\frac{3}{8}$ ", a cada 3.00 mts. con en cual se tensara la malla para evitar bolsas de material. En la parte inferior y superior del talud, se efectuara un doblez de 30 cms. Limpieza general del área de trabajo (pie de talud).

En la colocación de la malla mixta se deberá considerar todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos, tomando en cuenta todas las providencias que sean necesarias para prevenir y evitar accidentes, garantizando la seguridad de los trabajadores.

Es muy difícil formular una regla general sobre las modalidades de tal operación, pues según las condiciones y la morfología del terreno, se tienen que adoptar diversos sistemas. **CONSULTE A UN ESPECIALISTA.**

SISTEMA DE REVESTIMIENTO SIMPLE CON MALLA TRIPLE TORSION

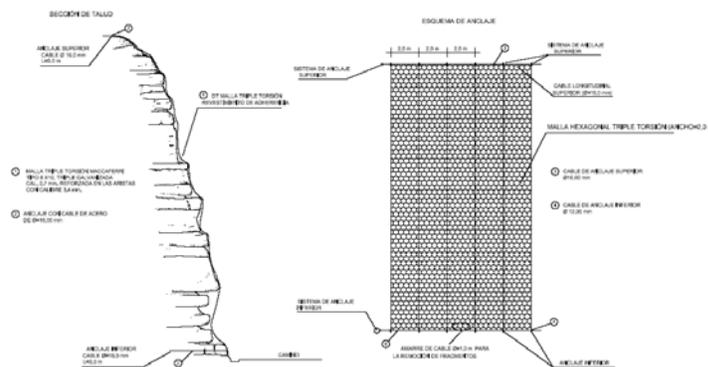


Fig.4



Fig.5 Amarre continuo

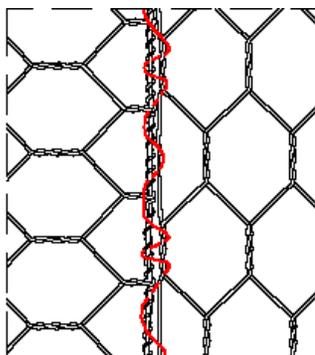


Fig.6 Amarre con grapas

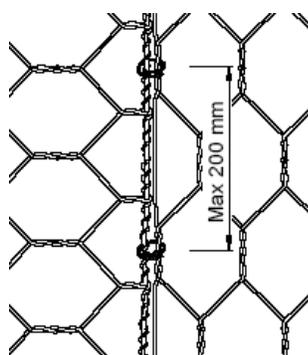


Fig.7 Software especializado.

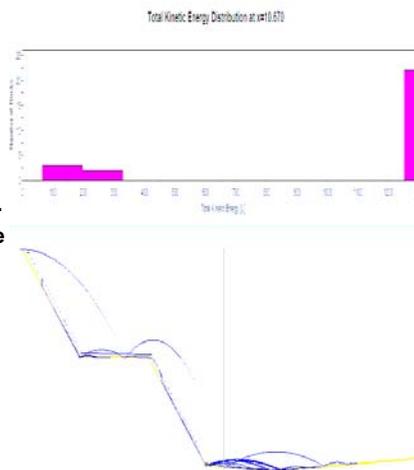


Fig.8 Asesoría en campo



**La Oficina técnica de Maccaferri, asesora en gabinete y campo sin ningún costo distintas opciones para la estabilización de taludes y control de caídos. Dentro de nuestras diferentes soluciones en el campo tenemos:**

- Estabilización con malla triple torsión simplemente apoyada.
- Estabilización con malla triple torsión reforzada con cable de acero anclada.
- Estabilización con malla triple torsión y técnicas de Bioingeniería (Hidrosiembra, Cultivos vegetales en talud).
- Muros alcancía y barreras anti impacto.
- Soluciones mixtas.

**CONSULTENOS Y/O SOLICITENOS INFORMACIÓN SIN NINGÚN COSTO.**



**MACCAFERRI**

MACCAFERRI DE MEXICO, S.A. DE C.V. <sup>TM</sup>

**Oficina Querétaro y Planta**  
Parque Industrial Querétaro  
Km. 28.5 Carretera Querétaro – San Luis  
Av. San Pedrito No. 119  
Santa Rosa Jáuregui, C.P. 76220  
Lada sin costo: 01 800 672 34 82  
Commutador: 01 44 22 29 43 00 (Con 10 líneas)  
Fax: 01 44 22 40 90 96 / 97  
www.maccaferri.com

**Oficina Ciudad de México**  
Galileo No. 20 – 401, Col. Polanco Chapultepec,  
Del. Miguel Hidalgo, C.P. 11560 México D.F.  
Tel. 52 80 08 46, 52 82 33 61  
52 81 76 65, Fax. 52 80 07 21  
Lada sin costo: 01 800 5074260  
[info@maccaferri.com.mx](mailto:info@maccaferri.com.mx)  
**Oficina Guadalajara:** Tel 01 33 35605037



# TECCO<sup>®</sup>

## Sistema de Estabilización de Taludes

### Manual del Sistema

1. Campo de aplicación
2. Calidad de los componentes del sistema
3. Idoneidad
4. Planificación e implementación
5. Instalación del sistema
6. Cláusula de responsabilidad

Este manual del sistema describe el sistema de estabilización para taludes TECCO<sup>®</sup>. Con este propósito, el dimensionado es efectuado por medio de pruebas de estabilidad en base al desarrollo del concepto RUVOLUM<sup>®</sup>. Las resistencias necesarias de soporte de los elementos individuales del sistema y los dispositivos de conexión, así como el sistema mismo, han sido determinadas en pruebas especiales.

Sujeto a cambio sin previo aviso.

116-N-FO  
Edición: 02/AR/DF  
Fecha: Octubre 2, 2006

© Fatzer AG  
Sistemas de Protección Geobrugg  
CH- 8590 Romanshorn, Suiza

El sistema de estabilización de taludes TECCO® es un sistema de protección que consiste de una malla de alambre de alto límite elástico, en combinación con anclajes para suelos o roca, empleada para estabilizar taludes de mucha pendiente en materiales sueltos o rocas susceptibles a desprenderse.

Este manual del sistema es la base para la planificación y ejecución de estabilizaciones de taludes con el sistema TECCO® y describe los elementos que lo componen así como los elementos y métodos de fijación al terreno. Este manual para el sistema TECCO® afirma que:

- El campo de aplicación del mismo está definido;
- El sistema está fabricado de acuerdo con los últimos avances técnicos y está libre de deficiencias;
- Existe documentación completa para la planificación;
- La planificación se realiza de acuerdo con todos los requerimientos relevantes y se observan al detalle las condiciones
- Se establecen comprobaciones del factor de seguridad de la capacidad del soporte;
- La instalación es llevada a cabo de forma profesional y correctamente revisada.

Este manual está estructurado de la siguiente forma:

- Garantía de calidad / Declaración de conformidad
- Fundamentos para la planificación
- Instrucciones de Instalación
- Recomendaciones técnicas para la instalación
- Certificados ISO 9001

Este documento no contempla todos los casos posibles. El manual describe aplicaciones estándar y no toma en cuenta parámetros específicos del proyecto a realizar. Geoblogg no se considera responsable por cualquier costo extra que eventualmente pudiera verificarse en casos particulares. En caso de incertidumbre, por favor contactar a Geoblogg. Las Condiciones Generales de Venta de Fatzer AG y todas sus subsidiarias son aplicables a este sistema.

---

Responsable del contenido de este manual:

Fatzer AG  
Sistemas de Protección Geoblogg  
Hofstrasse 55  
Postfach  
CH-8590 Romanshorn, Suiza

Fono ++41-71-466 81 55  
Fax ++41-71-466 81 50  
e-mail [info@geoblogg.com](mailto:info@geoblogg.com)

Romanshorn, Agosto 31, 2006



**FATZER AG** Geoblogg Protection Systems  
Hofstrasse 55 • CH-8590 Romanshorn

(sello y firmas autorizadas)

## 1. Campo de aplicación

El sistema TECCO® está destinado a estabilizar taludes abruptos, compuestos por materiales no consolidados y rocas; su objetivo es contener el material degradado o meteorizado y los bloques o rocas susceptibles a deslizamientos.

La superficie a proteger es limpiada, nivelada y perfilada, y luego cubierta con la malla de acero TECCO®. La malla es sujeta al terreno mediante anclajes para suelo o roca, con una fuerza definida, la unión de los anclajes y la malla se hace mediante una placa especial denominada spike.

En relación a esto, la malla es colocada sobre la superficie del talud de forma que se puedan prevenir deformaciones, deslizamientos o roturas. Esta pretensión externa incrementa el factor de seguridad y la eficiencia del sistema de forma decisiva.

Los anclajes que sujetan al sistema TECCO® se colocan de forma regular y también son utilizados para sostener roturas y deslizamientos más profundos. Para lo cual es necesario un conocimiento apropiado de las superficies potenciales de deslizamiento o falla, y adicional a las pruebas de protección superficial, deben ser presentadas pruebas de seguridad contra la ruptura del terreno.

Como se trata de una estructura abierta, el sistema TECCO® permite la revegetación de la superficie, también es posible la siembra de especies autóctonas. Y en casos excepcionales es posible la siembra de árboles pequeños.

De forma opcional y con el fin de reforzar el sistema, se pueden colocar cables perimetrales bajo condiciones topográficas o estáticas excepcionales. Estos cables son atados y tensados a anclajes de cable. Si la superficie es muy irregular pueden ser necesarios anclajes cortos para el correcto adosado de la malla al terreno.

## 2. Calidad de los componentes del sistema

La división GEOBRUGG de FATZER AG posee el **Certificado de Calidad internacional de acuerdo con la ISO 9001 (Rev. 2001)**. El número de registro es el **11774-03**. La aprobación se obtuvo el 22 de agosto de 1995. La institución responsable de la auditoría es la SQS (Swiss Association for Quality and Management Systems), la cual es miembro de la **EQ-Net 9000**. El manual de calidad de FATZER AG incluye un control completo de las dimensiones de cada componente, materias primas, así como elementos fabricados. Los certificados se anexan.

## 3. Idoneidad

El funcionamiento del sistema está basado en comprobaciones de estabilidad de elementos individuales, que incluye los aparatos de fijación, a través de un sistema específico de modelos estáticos para suelo y roca.

Se establecen comprobaciones del sistema de anclajes de fijación y de transmisión de los esfuerzos al interior del terreno.

Es un requisito previo a las comprobaciones el adecuado conocimiento no solo de la topografía y de las circunstancias geológicas, también de los parámetros de la resistencia a corte del terreno.

## 4. Planeamiento e implementación

Los Capítulos 1 - 6 de este manual del sistema describen el plan de tareas y los conocimientos y fundamentos que se requieren.

## 5. Instalación del sistema

Los Capítulos del 7 - 18 de este manual del sistema describen en forma detallada los pasos a seguir para realizar una instalación apropiada del sistema TECCO® por parte de contratistas calificados y cuales son los puntos en particular necesarios a tener en cuenta.

## 6. Cláusula de responsabilidad

Los desprendimientos de roca, deslizamientos de tierras, flujos de detritus o avalanchas ocurren esporádicamente y son impredecibles. Debido a la gran cantidad de causas que pueden originar tales eventos (actividad humana, estado del tiempo, sismo, etc.) es imposible proporcionar una garantía absoluta para la seguridad de las personas y los bienes materiales en base a procedimientos científicos.

Sin embargo, los cálculos de ingeniería adecuados, basados en parámetros previsible y la correspondiente implementación de medidas de protección en áreas de riesgo específico, reducen efectivamente los daños humanos y pérdidas de bienes materiales.

La inspección y el mantenimiento de estos sistemas son necesarios para asegurar el nivel de protección deseado. Los sistemas pueden verse afectados por daños debidos a esfuerzos que excedan los límites para los cuales fueron creados o por la acción de la corrosión causada por la polución del entorno u otros factores humanos.

## Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Secuencia de trabajo</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Planificación</b> .....	<b>9</b>
3.1	El sistema de estabilización de taludes TECCO® .....	9
3.2	Variables del sistema TECCO® .....	10
3.3	Condiciones mínimas generales .....	11
3.4	Condiciones especiales .....	13
3.5	Especificaciones particulares .....	13
3.6	Levantamiento del terreno .....	13
<b>4</b>	<b>Dimensionamiento</b> .....	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Proyecto</b> .....	<b>16</b>
5.1	General .....	16
5.2	Aspectos especiales .....	17
5.3	Ofertas .....	17
<b>6</b>	<b>Elementos del sistema y equipamiento auxiliar</b> .....	<b>19</b>
6.1	Elementos del sistema .....	19
6.2	Elementos de unión .....	23
6.3	Equipamiento y herramientas adicionales.....	24
<b>7</b>	<b>Preparación del terreno</b> .....	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>Replanteo</b> .....	<b>26</b>
<b>9</b>	<b>Variantes de ejecución</b> .....	<b>27</b>
9.1	VARIANTE A: Colocación de la malla después de hacer los anclajes .....	27
9.2	VARIANTE B: Extender la malla antes de colocar los anclajes .....	29
9.3	Observaciones sobre la estabilidad del talud .....	30
9.4	Dispositivo para perforación TECCO® .....	31
<b>10</b>	<b>Instalación de los anclajes</b> .....	<b>32</b>
10.1	Trabajo de perforación .....	32
10.2	Colocación e inyección de los anclajes.....	34
10.3	Preparación de las cabezas de los anclajes .....	35
10.4	Ensayos a los anclajes .....	35
10.5	Aspectos particulares .....	36
<b>11</b>	<b>Montaje de la malla</b> .....	<b>37</b>
11.1	Corte de la malla TECCO® a medida .....	37
11.2	Desenrollado de los rollos de malla TECCO® .....	37
11.3	Unión vertical entre paños de malla .....	39
11.4	Unión horizontal entre paños.....	40
11.5	Colocación de las placas spike .....	41
11.6	Colocación de las placas spike en zonas deprimidas del terreno. ....	42
11.7	Pretensión del sistema de protección superficial .....	43
11.8	Perímetro de la malla .....	44
11.9	Perímetro inferior de la malla (pie del talud) .....	46

11.10	Sujeción de los cables perimetrales a los anclajes de cable mediante sujetacables .....	47
<b>12</b>	<b>Agua, drenajes .....</b>	<b>48</b>
<b>13</b>	<b>Control de la erosión.....</b>	<b>49</b>
<b>14</b>	<b>Revegetación y plantación .....</b>	<b>50</b>
14.1	Valoración general de la necesidad de revegetación desde el punto de vista técnico.....	50
14.2	Revegetación.....	51
14.3	Revegetación con la geomalla TECMAT® .....	52
14.4	Siembra .....	55
14.5	Mantenimiento .....	56
<b>15</b>	<b>Depresiones (oquedades).....</b>	<b>58</b>
15.1	Depresiones del terreno de hasta 0.5m .....	58
15.2	Depresiones del terreno mayores de 0.5m .....	58
15.3	Relleno de huecos con un refuerzo estático .....	59
<b>16</b>	<b>Barrera de intercepción .....</b>	<b>61</b>
<b>17</b>	<b>Aceptación de la obra .....</b>	<b>64</b>
17.1	Inspección para la aceptación de la obra.....	64
17.2	Protocolo de aceptación .....	65
<b>18</b>	<b>Mantenimiento e inspecciones periódicas del sistema .....</b>	<b>66</b>
18.1	Mantenimiento del sistema.....	66
18.2	Inspecciones periódicas del sistema.....	67

## Anexos

---

Recomendaciones técnicas para la instalación  
Certificados ISO 9001

## 1 Introducción

El sistema de estabilización de taludes TECCO® permite la protección y estabilización de taludes de mucha pendiente, constituidos en general por materiales no consolidados y roca meteorizada o fracturada, para prevenir su rotura y desprendimiento.

Junto con los anclajes que lo sujetan y con los cuales se realiza el pretensado, el sistema TECCO® debe satisfacer todos los requerimientos de naturaleza estática del suelo y de la roca.

El sistema TECCO® consiste de una malla de alambre de alto límite elástico, anclada. La sujeción a los anclajes se realiza mediante una placa denominada spike. Para el anclaje se emplean las barras de acero disponibles en el mercado (GEWI, TITAN, etc.). El tipo de anclaje, diámetro, capacidad de soporte con respecto a la presión y a la tensión a que están sometidos, así como su longitud dependerá de los requerimientos específicos del proyecto.



## 2 Secuencia de trabajo

Para una adecuada implementación del sistema de estabilización de taludes TECCO® es necesario establecer la siguiente secuencia de trabajo, para poder llevar a cabo el proyecto. La secuencia puede incluir un resumen de cantidades y detalles de medidas en particular (p.e.: drenaje) que garanticen el propósito deseado:

### Pasos

- |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Problema                                         | Planteamiento del problema en general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2. Sistema de estabilización de taludes TECCO®      | Posibilidades generales en función del campo de aplicación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3. Función                                          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Estabilización de taludes</li><li>• Protección contra roturas o deslizamientos</li><li>• Protección contra desprendimiento de rocas</li><li>• Protección contra la erosión</li></ul>                                                                                                                                                                                                              |
| 4. Parámetros fundamentales TECCO®                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Información general del proyecto</li><li>• Topografía</li><li>• Perfiles del terreno</li><li>• Geología en general</li><li>• Condiciones del subsuelo</li><li>• Disposición de los estratos</li><li>• Superficie de los estratos</li><li>• Valores característicos de suelo y roca</li><li>• Profundidad de la superficie de deslizamiento</li><li>• Agua</li><li>• Aspectos especiales</li></ul> |
| 5. Dimensionamiento por medio del concepto RUVOLUM® | <ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobación de la capacidad de soporte y la seguridad.</li><li>• Medidas para hacer posible este propósito</li></ul> <p>Se debe considerar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Distancia máxima entre anclajes</li><li>• Tipo de anclaje y longitudes</li><li>• Fuerzas de pretensión</li><li>• Medidas específicas objetivas</li></ul>                                    |
| 6. Proyecto                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Dimensión de las medidas de seguridad</li><li>• Plan de bulonado</li><li>• Preparación del terreno</li><li>• Alcance, requerimientos materiales</li><li>• Medidas especiales a ordenar</li><li>• Protección contra la erosión</li><li>• Drenaje</li><li>• Revegetación, plantación de arbustos</li><li>• Oferta formal</li></ul>                                                                  |

### 3 Planificación

Para activar una adecuada planificación del sistema de estabilización de taludes TECCO®, es necesario saber que es lo que es lo fundamental que se debe disponer y cuales son las condiciones al detalle.

La base de esto la constituye la lista de chequeo TECCO® la cual permite recolectar toda la información básica más relevante y los detalles necesarios para el dimensionamiento y para la ejecución de los trabajos. El completar esta información es imprescindible antes de que se pueda continuar procesando la información del proyecto.

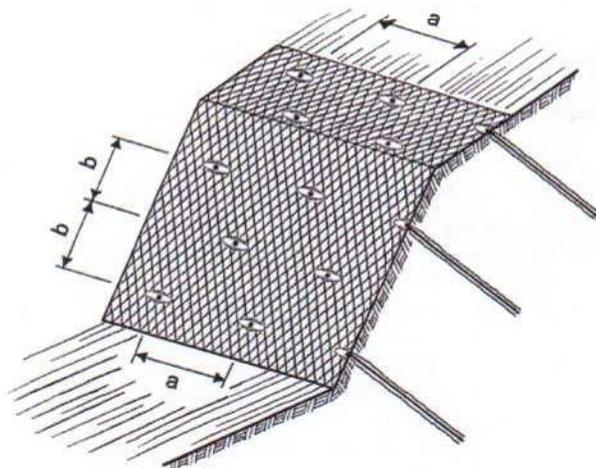
Varios datos e información pueden ser obtenidos de terceros (Planos, geología, valores característicos del suelo, etc.) Es importante establecer cuales son las fuentes de la información, para delimitar las responsabilidades. Por ejemplo si es el Geólogo o el Geotécnico quien provee la información del subsuelo y los valores característicos decisivos, esta será la persona responsable de estos y de establecer los factores de seguridad correspondientes.

El proveedor del sistema no es responsable de los posibles daños que se puedan originar debido a una valoración incorrecta de estos parámetros de partida.

Al no ser que también participe en las investigaciones geológico-geotécnicas, el proveedor del sistema es solo responsable por los fallos que pudiese tener el material o del dimensionado (cuando el dimensionado está en manos del proveedor).

#### 3.1 El sistema de estabilización de taludes TECCO®

El sistema TECCO® sirve para estabilizar taludes de elevada pendiente, compuestos de suelo o roca. La superficie a proteger debe ser limpiada, y perfilada antes de cubrirla con la malla de acero TECCO®. La malla se sujeta al terreno mediante anclajes para suelo o roca por medio de una placa especial spike que pertenece al sistema. Para el tensado del sistema de estabilización de taludes se pretensan los nodos con una fuerza predefinida.



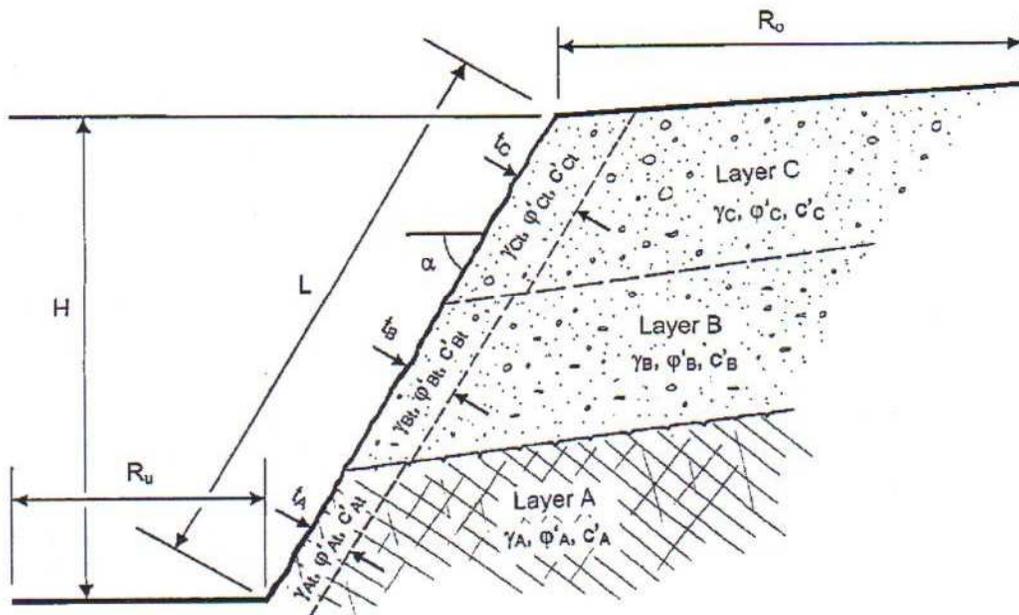
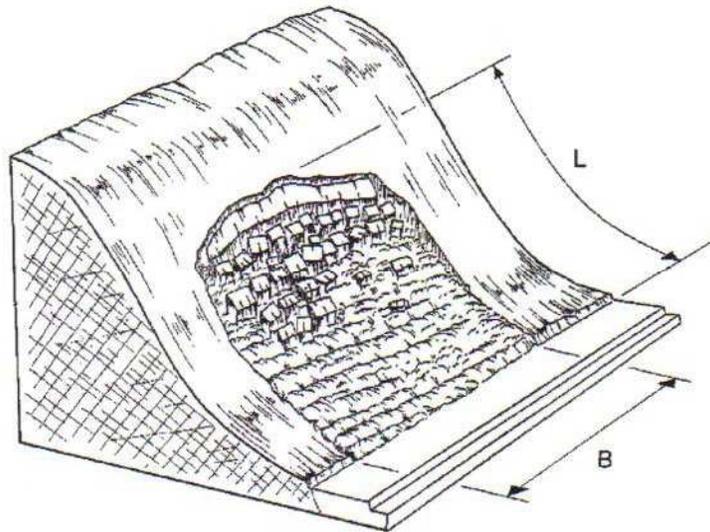


### 3.3 Condiciones mínimas generales

Varias condiciones generales se deben conocer para cada proyecto para permitir la determinación de las variables por comprobación de la capacidad de soporte y la estabilidad.

#### Condiciones mínimas

1.	<b>Perfil de terreno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura del talud (medición vertical)</li> <li>• Longitud del talud (desarrollo, cara del talud)</li> <li>• Ancho del talud (medición horizontal)</li> <li>• Con adecuada sección límite inferior</li> <li>• Con adecuada sección límite superior</li> <li>• Pendiente del talud</li> </ul>	<p>H L B <math>R_u &gt; H/2</math> <math>R_o &gt; H</math> <math>\alpha</math></p>
2.	<b>Estructura de capas de subsuelo</b>	<p>Descripción del subsuelo (Clasificación material suelto o roca) Capas desde la coronación hasta el pie</p>	<p>A, B, C, ...</p>
3.	<b>Espesor de capa</b>	<p>Espesor de la capa superficial a ser asegurada, medida a la derecha de la superficie, con clasificación relativa a las capas de subsuelo A, B, C, ...</p>	<p><math>t_A, t_B, t_C, \dots</math></p>
4.	<b>Valores característicos del terreno</b>	<p>Diferenciación entre las capas de importantes de suelo</p> <p>Capa de subsuelo A, B, C, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• densidad</li> <li>• ángulo de fricción</li> <li>• cohesión</li> </ul> <p>Superficie perteneciente a la capa A, B, C ... de espesor <math>t_A, t_B, t_C, \dots</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• densidad</li> <li>• ángulo de fricción</li> <li>• cohesión</li> </ul>	<p><math>\gamma_{A,B,C, \dots}</math> <math>\phi_{A,B,C, \dots}</math> <math>C_{A,B,C, \dots}</math></p> <p><math>\gamma_{A B C, \dots}</math> <math>\phi_{A B C, \dots}</math> <math>C_{A B C, \dots}</math></p>
5.	<b>Estabilidad global</b>	<p>Valoración de la necesidad de asegurar superficies de deslizamiento potenciales, por medio de anclajes con un adecuado factor de seguridad.</p>	



### 3.4 Condiciones especiales

- Agua en la ladera o talud, presencia de manantiales
- Obstáculos (árboles, edificaciones, etc.)
- Necesidades de revegetación y/o plantación de pequeños árboles.  
(altitud, exposición, clima, posibilidades de vegetación natural)
- Requerimientos para aplicar hidrosiembras o plantaciones.
- Protección adicional contra la erosión en caso de suelos con mucho material fino.
- Protección adicional contra desprendimientos de rocas en caso de peligros especiales.

### 3.5 Especificaciones particulares

- Tipo de anclaje.
- Longitud de anclaje (p.e. para asegurar superficies de deslizamiento profundas).
- Proceso de perforación adecuado en función del tipo de terreno.

### 3.6 Levantamiento del terreno

En la **fase preliminar del proyecto**, de forma simple pero real se puede realizar el levantamiento mediante la medición con cinta métrica y un transportador, esto es suficiente en general. Si existen, peden ser utilizados, documentos tales como planos de situación o secciones transversales.

El levantamiento final del terreno es mejor **después** de realizadas las tareas preparatorias (ver capítulo 7), de lo contrario solo estará disponible información imprecisa para solicitar la malla.

- Levantamiento trigonométrico con teodolito y distanciómetro electrónico o a través de la sección transversal.
- Preparación del modelo del terreno incluyendo una situación con curvas de nivel y secciones transversales. Las distintas formas del terreno (vaguada, montículo, divisoria) deben ser evidentes para los documentos de planificación para permitir una correcta y detallada planificación y evitar sorpresas durante la ejecución.
- Finalmente, con estos documentos de planificación es posible planificar el pedido de las mallas (rollos de malla) y de los anclajes. La posición de los anclajes es determinada de acuerdo a las especificaciones de las comprobaciones de estabilidad (máximas distancias horizontal y vertical), con adaptaciones de las condiciones locales prevalecientes (montículos u oquedades). Sin embargo, las últimas adaptaciones deben ser realizadas directamente sobre el terreno.

#### 4 Dimensionamiento

El concepto de dimensionamiento RUVOLUM® permite considerar la pretensión del sistema en particular. Esto hace posible establecer las comprobaciones de capacidad de soporte.

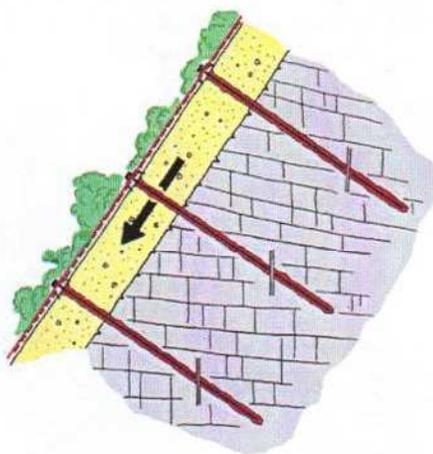
El dimensionamiento de la superficie flexible TECCO® de acuerdo al concepto RUVOLUM® comprende en principio dos investigaciones (la información técnica del sistema TECCO® y la información particular para el dimensionamiento de acuerdo con el concepto RUVOLUM®):

➤ **Investigación de las inestabilidades superficiales paralelas al talud**

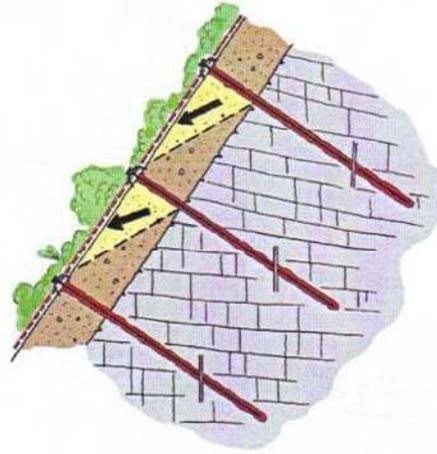
La capa de cobertura existente entre la cara del talud y el subsuelo puede ser retenida por los anclajes. Cada anclaje puede soportar un cuerpo de ancho  $a$  y espesor  $t$  con cierta fiabilidad.

➤ **Investigación de las inestabilidades locales entre anclajes**

Si los anclajes son dimensionados y colocados de forma tal que detengan los deslizamientos de la capa superficial como un todo, se debe continuar investigando si pueden o no ocurrir inestabilidades locales, por ejemplo: entre filas de anclajes. Estos posibles cuerpos locales sujetos a deslizar pudieran ser retenidos con seguridad utilizando el sistema de estabilización de taludes compuesto de bulones y malla.



Inestabilidades superficiales paralelas al talud



Inestabilidades locales entre anclajes

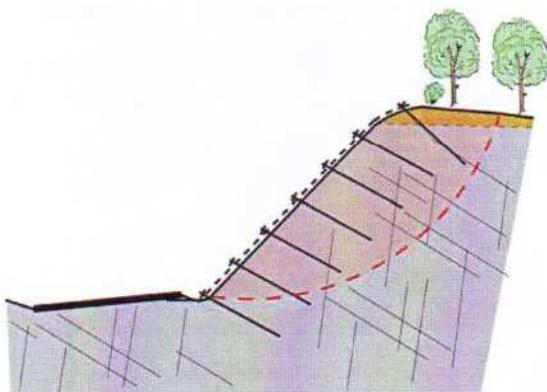
Para poder realizar las verificaciones de capacidad del soporte es necesario conocer lo siguiente:  
a) la capacidad de carga de la malla en el área de fijación alrededor del anclaje, con la placa de ajuste spike aplicada para una determinada fuerza de tensión paralela al talud así como el punzonado, y b) la capacidad de soporte de carga para la combinación de los esfuerzos de tensión y corte en los anclajes.

Mientras la capacidad de carga de los bulones puede ser determinada por los valores característicos del material, la capacidad de carga de la malla con el anclaje para evitar el deslizamiento de la capa paralela al talud y el punzonado se determina mediante ensayos específicos en cada caso.

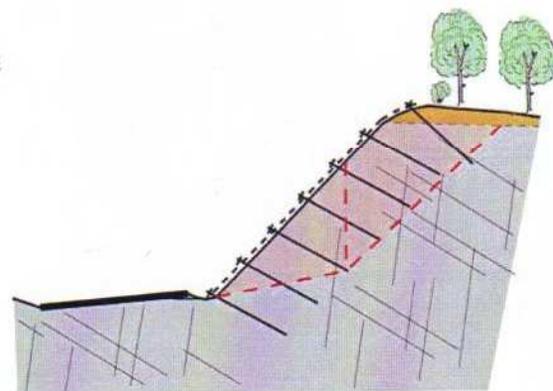
La capacidad de soporte determinada para el sistema de estabilización TECCO® no es aplicable a otros sistemas y materiales. Con el propósito de establecer comparaciones, se establecen valores por medio de ensayos apropiados. Esto es muy importante para evaluar la igualdad de productos competitivos.

#### **Comprobación de la resistencia del terreno contra deslizamientos (superficies profundas del deslizamiento)**

El dimensionamiento del sistema de estabilización de taludes TECCO® (Malla TECCO® en combinación con bulones) incluye, en función de las condiciones geológicas del terreno no solo la investigación de las inestabilidades cercanas a la superficie de acuerdo al concepto RUVOLUM® sino que además incluye comprobaciones de la resistencia contra el deslizamiento del terreno, con superficie profundas de deslizamiento. Deben considerarse, las superficies de deslizamiento que se adapten topográficamente y geotécnicamente. En la mayoría de los casos, los anclajes están incluidos en los cálculos como elementos a tensión que brindan un efecto estabilizador y menos frecuentemente como elementos a corte.



Superficie de deslizamiento circular



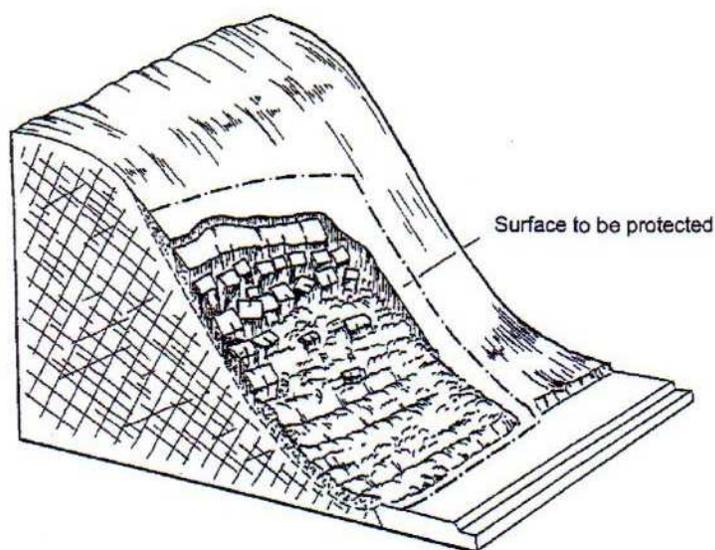
Superficie de deslizamiento plano

## 5 Proyecto

### 5.1 General

Los requerimientos para el proyecto en mano son los mencionados en la planificación (topografía, geometría del terreno, perfiles, etc.) más los resultados del dimensionamiento a partir de las comprobaciones de la capacidad de soporte, la cual define la máxima distancia admisible entre anclajes, tipo y longitud de anclaje, así como la mínima fuerza de pretensión.

En la determinación del área a proteger es importante extenderse suficientemente (en general, al menos 2 metros) más allá de la zona de comienzo potencial o existente.



Los bordes (con/sin cable perimetral) pueden ser especificados en el proyecto. Si se usan cables perimetrales deben ser definidos los anclajes de cable correspondiente (en este contexto, también detalles sobre la ejecución).

Para proteger taludes existentes deben ser establecidos la nivelación y conformación del terreno.

Cuando existan taludes cubiertos de vegetación deben ser mostrados por separado el desbroce, la limpieza, la tala de árboles, eliminación de raíces (área, dimensiones, número, etc.)

## 5.2 Aspectos especiales

Las condiciones siguientes, además, deben estar de acuerdo con el proyecto y estar presentes en los planes y/o descritas de manera específica de la forma más extensa posible (la lista no está completa):

- Depresiones grandes.
- Bloques, que pueden ser rodeados o especialmente asegurados.
- Existencia de árboles que deben permanecer.
- Manantiales, áreas de emanación de agua y las medidas correspondientes de drenaje.
- Medidas especiales, tales como relleno con morteros proyectados.
- Han de ser rodeadas las partes estructurales, tales como, cimentaciones de postes, etc.
- Necesidad de medidas de protección contra la erosión.
- Revegetación, plantaciones.

## 5.3 Ofertas

Las ofertas formales para la realización de obras con el sistema TECCO® debe contener la totalidad de materiales a suministrar así como las tareas que se van a llevar a cabo. Las propiedades y requerimientos aplicados a los materiales del sistema TECCO® deben ser especificados de tal forma que se tengan en cuenta al comparar con otros proveedores.

### Están incluidos en este propósito:

- Mínima resistencia de a tracción, longitudinal / transversal
  - Tamaño máximo de la malla
  - Fuerza mínima a cortante del anclaje de sujeción. \*)
  - Resistencia mínima al punzonado expresada como un incremento en la capacidad de soporte para las diferencias entre los ensayos con / sin malla \*)
  - Fuerza de tensión mínima de las conexiones entre paños de malla.
- \*) De acuerdo con los ensayos estándar TECCO®  
Protección contra la corrosión: GEOBRUGG SUPERCOATING® aluminio-zinc recubrimiento,  
Espesor de capa 150 g/m<sup>2</sup>

Para los anclajes, debe especificarse:

- Tipo de anclaje
- Soporte mínimo interno/ externo
- Medidas de protección contra la corrosión
- Diámetro mínimo de la perforación
- Longitud de los anclajes
- Método de perforación  
seco (descarga de aire)  
el en caso de anclajes autoperforantes si se utiliza un mortero adecuado
- Cantidad y tipos de ensayos a los anclaje  
(si es necesario hacer un ensayo preliminar para determinar la capacidad de carga externa)
- Cantidad de ensayos a los anclajes para dimensionar la resistencia  
(ensayos aleatorios del sistema de anclajes)

Están disponibles ejemplos de ofertas para el sistema de estabilización de taludes TECCO®.

## 6 Elementos del sistema y equipamiento auxiliar

### 6.1 Elementos del sistema

El sistema de estabilización de taludes TECCO® tiene los siguientes elementos:

#### Material de superficie

- Malla de acero TECCO®
- Grapa TECCO®

#### Anclajes para suelo y roca

- Anclaje principal (con tuerca)
- Placa TECCO® spike

#### Componentes opcionales

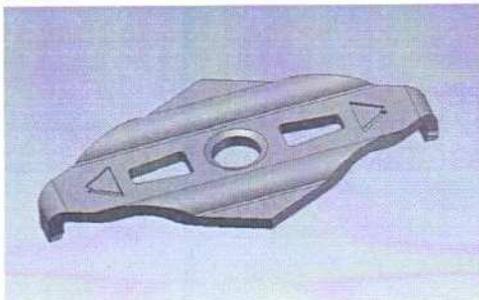
- Anclajes cortos
- Anclajes de adosado
- Cables perimetrales
- Anclajes de cables

**6.1.1 Malla de alambre de acero de alto límite elástico TECCO® (G65, 3 mm)**

Datos técnicos	
Resistencia a tracción directa	150 kN/m
Cantidad de espiras transversales	12 u/m
Cantidad de espiras longitudinales	7 u/m
Diámetro del alambre	3 mm
Calidad del acero	Acero al carbón de alta resistencia
Resistencia del alambre de acero	≥ 1'770 N/mm <sup>2</sup>
Forma de la malla	romboidal
Dimensiones de la malla	83 · 143 mm (+/- 3%)
Diámetro de la circunferencia inscrita en el rombo	65 mm (+/- 3%)
Espesor total de la malla	11.0 mm (+/- 1 mm)
Protección contra la corrosión	GEOBRUGG SUPERCOATING®
Composición de la protección	95% Zn / 5% Al
Densidad de la protección	150 g/m <sup>2</sup>

**6.1.2 Placa spike del sistema TECCO®**

Datos técnicos	
Geometría	Forma romboidal (330 · 190 mm)
Espesor	10 mm
Diámetro del orificio interior	40 mm
Tipos	Suelo: longitud mínima de 25 mm (grapa spike) Roca: longitud mínima de 15 mm (grapa cápsula)
Protección contra la corrosión	Extra galvanizada en caliente según EN ISO 1461, espesor de capa 55 µm
Tipos de anclaje:	p.e. SWISS GEWI 25 / 28 / 32, TITAN 30/16 / 30/11, IBO R 25 / R 32 / R 38



Generalmente se recomiendan para la sujeción del sistema TECCO® tuercas esféricas para las placas spike.

Si se van a instalar anclajes con diámetros < 28 mm, se recomienda la instalación de las arandelas correspondientes.

Para utilizar otros tipos de anclaje, favor de contactar con el fabricante.

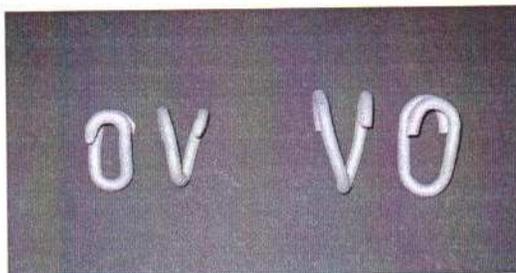
Placa spike del sistema TECCO®

### 6.1.3 Anclaje principal (anclajes suelos y rocas)

Datos técnicos	
Ejecución	p.e. GEWI (alternativamente anclajes autoperforantes tipo TITAN) Distancias entre anclajes a = 2.0...3.6 m (en dirección horizontal) b = 2.0...3.6 m (vertical en la cara del talud) o para satisfacer requerimientos locales
Diámetro	D = 25 / 28 / 32 mm, según se requiera
Longitud	Según se requiera, generalmente más de L = 2.0 m
Protección contra la corrosión	Teniendo en cuenta una pérdida de superficie por corrosión de (2 mm) $D_{red} [mm] = D [mm] - 4 mm$ de forma opcional para la zona de la cabeza: protección con zinc después de la colocación final y el corte (o al menos alguna medida anticorrosión equivalente)  *) En general el anclaje está algunas veces sobredimensionado en la sección de la cabeza porque su resistencia contra la tensión y el corte, para proteger de los deslizamientos paralelos a la superficie del talud es decisiva para las necesidades de dimensionado.

### 6.1.4 Grapas TECCO®

Datos técnicos	
Aplicación	Elementos de unión entre paños de malla (tipo 1) elementos de conexión de la malla con el cable perimetral (tipo 2)
Ejecución	Abierta para compresión en el lugar de instalación (in situ)
Calidad del material	Fe360, diámetro 6mm
Protección contra la corrosión	Extra galvanizado en caliente, capa 55 µm



Grapa tipo 1

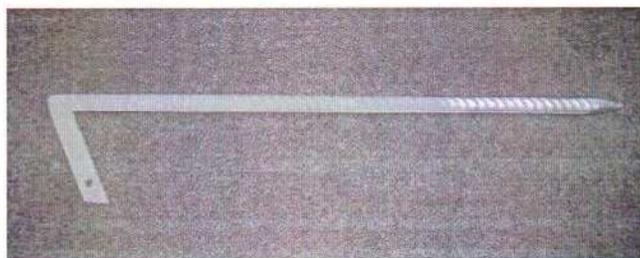
Grapa tipo 2

### 6.1.5 Anclajes cortos adicionales (opcional)

Datos técnicos	
Ejecución	p.e. GEWI, con placas spike y tuerca (tuerca semiesférica)
Aplicación	Para la sujeción en el perímetro, puntos bajos, etc. diámetro: según se requiera, normalmente D = 20, 25 mm
Longitud	Usualmente predeterminada: L = 1.5 m
Protección contra la corrosión	Teniendo en cuenta una pérdida de superficie por corrosión de (2 mm) $D_{red} [mm] = D [mm] - 4 mm$ de forma opcional para la zona de la cabeza: protección con zinc después de la colocación final y el corte (o al menos alguna medida anticorrosión equivalente) *) En general el anclaje está algunas veces sobredimensionado en la sección de la cabeza porque su resistencia contra la tensión y el corte, para proteger de los deslizamientos paralelos a la superficie del talud es decisiva para las necesidades de dimensionado.

### 6.1.6 Anclajes cortos de adosado (opcional)

Datos técnicos	
Aplicación	Para posible sujeción intermedia o perimetral de la malla (aprox. 1 u/m)
Ejecución	p.e. acero corrugado D = 16 mm con una sujeción lateral en la cabeza, L = 0.6 m o 1.0 m
Protección contra la corrosión	Extra galvanizado en caliente, capa 85 µm



Anclaje de adosado

### 6.1.7 Cables perimetrales (opcional)

Datos técnicos	
Aplicación	Para fijación perimetral extra según requerimientos topográficos y estáticos
Tipo ligero	Cable de acero, alma metálica D = 10 mm fuerza mínima de rotura 58 kN
Tipo pesado	Cable de acero, alma metálica D = 12 mm fuerza mínima de rotura 84 kN
Protección contra la corrosión	Protección al Zn/Al GEOBRUGG SUPERCOATING®

### 6.1.8 Anclajes de cable espiral (opcional)

Datos técnicos	
Aplicación	Bajo condiciones críticas como anclaje de tensión para la sujeción perimetral
Ejecución	Cable espiral doble con una cabeza realizada en 2 tubos de acero
Protección del cable contra la corrosión	Una capa de al menos 230 g/m <sup>2</sup>
Protección del tubo contra la corrosión	Extra galvanizada en caliente de al menos 250 g/m <sup>2</sup>
Tipo ligero	D = 10.5 mm, carga de trabajo 100 kN longitud en función de las condiciones del terreno: L = 2...3 m
Tipo pesado	D = 14.5 mm, carga de trabajo 195 kN longitud en función de las condiciones del terreno L = 2...4 m

## 6.2 Elementos de unión

En casos excepcionales, es posible utilizar además elementos de unión específicos del proyecto. Este es el caso particular de espacios que se deben reservar para plantar árboles. En correspondencia a lo acordado con el proveedor, se puede utilizar grapas de aluminio (DIN 3093) o sujetacables (NG3, DIN 741) como elementos de conexión (vea además el capítulo 11.4.1).

### 6.3 Equipamiento y herramientas adicionales

- Máquina perforadora (máquina autopropulsada, si es apropiado el equipo de perforación portátil), diámetro mínimo de la perforación = 1.5 veces el diámetro del anclaje
- Bomba de inyección de mortero para los anclajes, pe. SIG-Jet 2000 (Lumesa SA), MAI - Mungg (GD-Anker AG) o un dispositivo de Morath GmbH
- Corta cables con fuerza de corte mínima para diámetro  $\varnothing$  12 mm (p.e. tipo Felco)
- Caja de herramientas con un juego de llaves de cubo, M10 - M32
- Llave de torque para el pretensionado del sistema, rango 0.3 - 0.6 kNm en concordancia con el anclaje del sistema (ver capítulo 11.7)
- Tenazas ó alicátes para tubos para cerrar las grapas
- Tenazas ó alicátes para comprimir las grapas de aluminio (si se utilizan, ver capítulo 6.2)
- Tráctel (dispositivo para tensado de cables) si se necesitan (p.e. LUGAL)

## 7 Preparación del terreno

El terreno debe ser debidamente preparado antes de colocar el sistema en su lugar:

- Desbroce del talud
- Limpieza del talud
- Nivelación del talud
- Recorte del talud (si se requiere en el caso de una obra nueva)
- Medidas de drenaje (en caso que se requiera)

### Apuntes sobre las medidas de preparación del terreno

Las zonas fracturadas se caracterizan frecuentemente por elementos verticales o sobresalientes del terreno. Normalmente se requiere **nivelación o saneamiento del terreno**. Este trabajo consiste en el corte de los salientes del terreno, la retirada de bloques sueltos y el relleno de oquedades.

Adicionalmente se pueden talar árboles que no tienen valor particular. Algunos árboles pueden permanecer en el lugar, sin embargo estos aspectos han de ser tenidos en cuenta en la colocación de la malla. Los troncos deben ser cortados completamente desde la raíz.



Medidas de preparación del talud (limpieza, desbroce, cortes parciales, etc.)



Medidas de preparación del terreno (limpieza, desbroce, cortes parciales, etc.)

## 8 Replanteo

El replanteo y marcaje de todos los puntos de importancia para la operación facilita la ejecución y proporciona en todo momento una buena visión general.

El replanteo debe marcar los elementos listados a continuación con estacas, anclajes o puntos pintados de acuerdo a las especificaciones del proyecto y adaptado a la forma del terreno, obstáculos, etc.

- Límites perimetrales
- Esquinas
- Delimitación de paños de malla
- Anclajes, numerados según el protocolo a seguir
- Anclajes de cable (opcional en combinación con cables perimetrales)

Durante el replanteo, se debe tener en cuenta la distancia entre anclajes que figura en el proyecto y tratar de no superarla. La distancia entre anclajes está basada en el dimensionamiento y las pruebas de estabilidad del sistema, teniendo en cuenta las condiciones prevalecientes del terreno y la pendiente del talud.

**Para la colocación de cada anclaje se puede admitir una desviación máxima de +/- 10 % de la distancia especificada en el proyecto (horizontal o verticalmente sobre la cara del talud).** La reducción de la distancia entre anclajes o la colocación de anclajes extras para la adaptación a las condiciones del terreno es siempre admisible.

En los taludes a proteger, normalmente se requieren realizar adaptaciones a las condiciones predominantes actualmente. Las especificaciones del proyecto no deben y no pueden ser aplicadas estrictamente. Sin embargo, si fueran necesarias grandes modificaciones o si las pendientes de los perfiles o el subsuelo no se corresponden con lo asumido en el proyecto, el director del proyecto y si es apropiado, el autor del proyecto, deben ser avisados de inmediato.

## 9 Variantes de ejecución

Se pueden diferenciar básicamente dos variantes de colocación:

- Variante A) Colocación de la malla **después** de hacer los anclajes
- Variante B) Colocación de la malla **antes** de hacer los anclajes

La variante de ejecución seleccionada depende por ejemplo, del tipo de anclaje, el método de perforación y en algunos casos también de las instrucciones de instalación.

### 9.1 VARIANTE A: Colocación de la malla después de hacer los anclajes

Esta variante de instalación es necesaria si el diámetro de perforación requerido o especificado es más de 65 mm. Este puede ser el caso si:

- La capacidad de carga a arrancamiento del anclaje requiere un diámetro de perforación grande (especificado por ensayos o por el autor del proyecto)
- Se instalan tubos e inyección debido a la mala estabilidad de las paredes del orificio
- Se necesita utilizar una boca de perforación de martillo de más de 65 mm
- Se necesita entubar el orificio

La variante A, sin embargo, es aconsejable para:

- Protección de sitios compuestos por materiales sueltos, rocas no consolidadas que requieran un diámetro de perforación mayor de 65 mm.
- En rocas altamente meteorizadas, desintegradas o con muchas fisuras bajo ciertas circunstancias en las que se requiere colocar retenes para limitar el consumo del mortero.
- Generalmente cuando las paredes del orificio son inestables.
- Cuando se requiere el entubado de la pared del orificio.
- Cuando hay posibilidades de presencia de agua en el talud y se necesitan poner drenes

#### **Secuencia de instalación para la variante A:**

- Replanteo de los puntos de inicio para la perforación y el patrón de anclajes teniendo en cuenta las especificaciones del proyecto y los puntos bajos.
- excavación de la zona alrededor del anclaje, (para pretensionar) preferentemente **antes** de perforar
- perforación de los anclajes (la cabeza del anclaje no sobrepasará la línea del terreno) y si es necesario los orificios para los anclajes de cable
- colocación e inyección de los anclajes (y si es necesario, de los anclajes de cable)
- descubrir las cabezas de los anclajes
- colocar la malla de alambre
- conectar los paños de malla uno con otro
- fijar los cables perimetrales (opcional)
- colocar las placas de ajuste spike y dar la pretensión requerida mediante llave de torque o prensa hidráulica según fuerzas especificadas.

#### **Ventajas de la variante A:**

- independencia en el proceso de perforación y en el diámetro del orificio
- inyección antes de colocar la malla, por ejemplo, no se contamina la malla con el mortero de anclaje
- trabajo posterior sobre las cabezas de anclajes (quitando el mortero) y es posible preparar la zona alrededor de las cabezas de anclaje (para colocar la placa spike)
- no hay obstáculos en las operaciones de perforación (especialmente en zonas deprimidas)
- en el último momento existen posibilidades de ejecución para medidas de drenaje, etc.

#### **Desventajas de la variante A:**

- sobresalen los anclajes y obstaculizan la colocación de la malla; si es apropiado, los anclajes se pueden cortar con antelación.
- La posición óptima de los anclajes para el tensado de la malla no es tan fácilmente visible como cuando se utiliza la variante B.
- No hay protección contra pequeños desprendimientos de roca (mientras se perfora y se fija la malla) como en la variante B, pudieran necesitarse medidas de protección adicional.

## 9.2 VARIANTE B: Extender la malla antes de colocar los anclajes

Esta variante de instalación es posible si el diámetro del taladro es inferior a 65 mm y si:

- Las condiciones del sustrato permiten la utilización de diámetros pequeños de perforación y la capacidad de arrancamiento de los anclajes es garantizada uniformemente (se requieren ensayos de arrancamiento de anclajes)
- Las paredes de los taladros son estables y no se requieren tubos de infiltración.
- No se requiere la colocación de camisas para la perforación ni tuberías de drenaje.

La variante B puede ser aconsejable para:

- Protección de emplazamientos de adecuada densidad, materiales sin consolidar; pero, con cierta firmeza, los cuales permiten que las paredes del taladro sean estables y no presenten problemas hasta el fin de la perforación.
- En rocas meteorizadas y desintegradas, de grado medio, con pocas fisuras que requieran el uso de obturadores para limitar el consumo de mortero.
- Sitios donde halla poca o ninguna infiltración de agua que requiera medidas especiales de drenaje.

Secuencia de instalación para la variante B:

- Replanteo, perforación, colocación e inyección con morteros de los anclajes de coronación
- Replanteo de los puntos de perforación de los anclajes, teniendo en cuenta las depresiones y salientes del terreno, sin exceder el rango de tolerancia establecido de acuerdo con los requerimientos estáticos.
- Excavación de las zonas alrededor del anclaje.
- Asegurar las mallas a los anclajes perimetrales superiores.
- Desenrollar y colocar los rollos de malla.
- Conexión de los paños de mallas entre si con ayuda de las grapas de conexión.
- Optimización de los puntos de anclaje teniendo en cuenta los saliente y depresiones del terreno dentro del rango de tolerancia establecido siguiendo el patrón de acuerdo con los requerimientos estáticos.
- Perforación de los orificios para los anclajes a través de la malla usando el dispositivo especial para perforación TECCO®.
- Colocación de las barras e inyección con mortero.
- Instalación de las placas de ajuste spike y puesta en tensión de las mismas utilizando una llave de torque o una prensa hidráulica con la fuerza especificada.

#### **Ventajas de la variante B:**

- Sencilla colocación de la malla sin los obstáculos que significan las cabezas de los anclajes
- Determinación en forma sencilla de la posición óptima de los anclajes, para el adosado de la malla a la superficie antes de barrenar
- Protección contra desprendimientos de roca mediante la propia malla, mientras se realizan los trabajos de perforación.
- Se facilita el movimiento de los operarios sobre la malla (se pueden emplear calzado con spikes, para facilitar el movimiento sobre la malla).

#### **Desventajas de la variante B:**

- En general, el diámetro de perforación está limitado a 90 mm usando el dispositivo para perforación TECCO®
- De acuerdo a la secuencia de los trabajos en la zona de la cabeza de los anclajes, donde se apoya la placa de ajuste spike está cubierta por la malla.
- Contaminación de la malla con mortero, tal vez sea necesario limpiarla
- Ejecutar medidas de drenaje con la malla colocada puede ser muy complicado y causar demoras.

### **9.3 Observaciones sobre la estabilidad del talud**

En lugares donde se realiza un talud nuevo, el tamaño del emplazamiento a ejecutar de una vez (perforación, fijación de anclajes, colocación de malla) depende de las condiciones de estabilidad en cada pequeña área.

En principio la estabilidad es determinada por la cohesión aparente del subsuelo y la presencia de agua. La forma en que sale el agua del talud puede influir sustancialmente (grietas, por donde emana el agua o lluvia directa sobre el talud).

#### 9.4 Dispositivo para perforación TECCO®

El diámetro libre de la malla TECCO® G65 es 65 mm. El dispositivo de perforación TECCO® está diseñado para permitir un diámetro de perforación de hasta 90 mm sin dañar la malla y su protección anticorrosiva. Este se localiza en la malla encima del punto de perforación. El borde de paso de seguridad del embudo de perforación es ubicado a través de la malla. El perno de fijación es introducido en la malla para evitar que el dispositivo de perforación gire mientras se perfora. El embudo de perforación es abierto girando la manivela. Usar un llave de dados para abrir el dispositivo de perforación hasta 90 mm. La fácil perforación a través de la malla está ahora garantizada sin dañar la malla y su protección anticorrosiva.

##### Información técnica:

- Peso: aprox. 5 kg
- Material: acero galvanizado
- Manivela de giro: con tuerca para llave inglesa de rache (22 mm)
- Tamaño: 480 x 220 mm
- Perno Fijación: Longitud 160 mm
- Embudo de perforación con borde para paso de seguridad: abertura hasta 90 mm



## 10 Instalación de los anclajes

### 10.1 Trabajo de perforación

Los trabajos de perforación y anclaje deben ser coordinados con los trabajos de excavación del talud (plan de trabajo, planes de seguridad, etc.)

El replanteo de los puntos de perforación se puede complicar con las especificaciones de proyecto (máximas distancias entre anclajes a, b).

**De esta forma se admiten desviaciones de hasta +/- 10 % de las distancias nominales a, b establecidas en función de las condiciones locales (sitios bajos, nichos en la roca, etc.).** Siempre es admisible la disminución de la distancia entre anclajes o la colocación de anclajes adicionales que permitan adosar de una manera óptima la malla al talud.

De ser posible, los anclajes deben ser instalados en sitios hondos.

El empleo de maquinaria portátil de perforación sólo será posible en casos excepcionales. En la mayoría de los casos se emplean máquinas perforadoras autopulsadas.

En general, los trabajos se comienzan desde la corona del talud hacia abajo.

El método adecuado de perforación es determinado primeramente por el subsuelo (materiales no consolidados, roca, etc.). En función de las condiciones de éste se podrán aplicar diferentes métodos, en cuyo caso el más adecuado está determinado por la maquinaria disponible y su capacidad.

La inclinación del anclaje tiene que ser escogida de acuerdo con la inclinación del talud.

La perforación en seco con soplado neumático es normalmente la preferida. La perforación con agua o con mortero de obturación directamente, se realiza de forma excepcional y de acuerdo con la dirección de obra y el cliente.

Es importante que se garantice la capacidad de soporte a tracción de los anclajes y que ésta sea establecida mediante ensayos.

La capacidad de soporte a tracción de los anclajes se determina por la adherencia entre el mortero y la pared del taladro en el suelo. Para ello es decisivo conocer la consistencia y densidad del sustrato. La capacidad de soporte determina el diámetro mínimo de perforación.

Diámetros por encima de 65 mm resultan sensiblemente mejores debido a la protección contra la corrosión que brinda el mortero a la barra. En barrenos de paredes inestables, los diámetros grandes de perforación permiten la instalación de tubos de protección, obturadores u otras medidas que eviten la pérdida de mortero a través de las fisuras en la roca o detritos gruesos.

Generalmente, se utilizan los siguientes diámetros mínimos de perforación  $D_{min}$  para los anclajes principales:

- En material fino-granular sin consolidar  $D_{min} = 90$  mm
- En material granular mezclado no consolidado de baja estabilidad  $D_{min} = 90$  mm
- En material granular mezclado no consolidado estable  $D_{min} = 65$  mm
- En roca granular fina (arcillita/limolita/marga)  $D_{min} = 65$  mm
- En roca fisurada, paredes de barreno estables  $D_{min} = 50$  mm

Un diámetro de perforación de  $D_{min} = 50$  mm, es en general suficiente para los anclajes secundarios en el adosado de la malla, en general su profundidad máxima es de 1,5m.

En materiales estables, se pueden perforar barrenos sin necesidad de encamisar. En materiales inestables es necesario cambiar el método de perforación con camisa (se necesita un equipamiento de perforación adecuado) o, en dependencia de los requerimientos del proyecto utilizar anclajes autopercutores.

Como opción, se puede colocar un tubo de estabilización en el interior de orificio de la perforación (inmediatamente a que se ejecute la perforación), de forma tal que no colapse el orificio hasta que se coloque la barra y se inyecte con mortero.

Los tubos de estabilización se fijan hasta a unos 20cm por **debajo** la de superficie del terreno, para permitir la pretensión del anclaje (ver capítulo 10.3)



Ejemplo: Trabajos de perforación realizados empleando una máquina perforadora autopropulsada de cadenas.



Ejemplo: Dependiendo de las condiciones del terreno, la perforación se ejecuta desde una plataforma soportada por una pequeña grúa o una plataforma colgada

## 10.2 Colocación e inyección de los anclajes

Con el fin de garantizar que los anclajes queden instalados en el centro del orificio se deberán colocar centradores.

En el caso de que existan fisuras, a través de las cuales se pierda mortero, los anclajes deben ser forrados con dispositivos obturadores (fundas tejidas).

Como mortero de estabilización, debe utilizarse mortero de inyección ensayado, sin retracción, y resistente a la congelación.

El mortero se debe preparar en una máquina de inyección con tolva mezcladora. Para garantizar el relleno de todo el barreno, se debe colocar un tubo plástico hasta el final del barreno, de manera tal, que la inyección, se realice desde el interior hacia fuera. El tubo será retirado cuando el orificio esté totalmente relleno.

**Para anclajes principales:** Rellenar desde el fondo del barreno con tubo de inyección

**Para anclajes cortos:** Es posible rellenar el barreno antes de introducir el anclaje

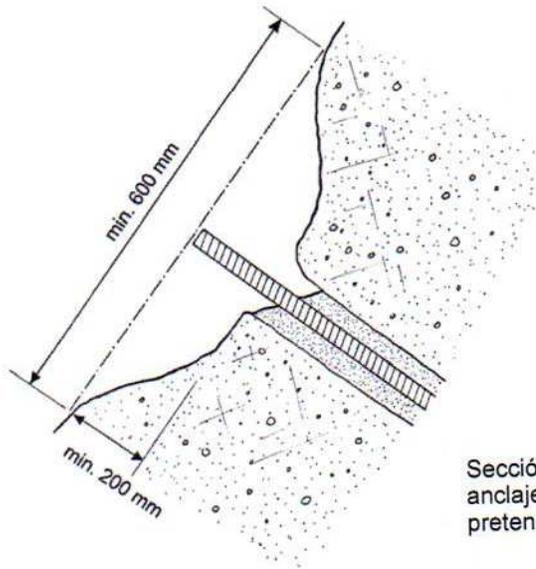
### Consumo de mortero en función del diámetro del orificio:

Díámetro del orificio	D = 50 mm	aprox. 8 kg / m'
	D = 65 mm	aprox. 12 kg / m'
	D = 90 mm	aprox. 20 kg / m'

Los valores mostrados son para efectos de cálculo. El consumo de mortero siempre estará en dependencia de la permeabilidad y del grado de fisuración del subsuelo.

### 10.3 Preparación de las cabezas de los anclajes

Las cabezas de los anclajes deben estar en una depresión (aprox. 10 a 30 cm). La rosca del anclaje debe estar completamente descubierta y limpia. Para atornillar la tuerca por medio de una prensa hidráulica, se empuja la placa contra el terreno y se aprieta la tuerca. El objetivo de esta pretensión es adosar la malla lo más posible a la superficie que se está estabilizando.



Sección transversal de la cabeza del anclaje: depresión que permite el pretensado óptimo de la malla

### 10.4 Ensayos a los anclajes

Se deben diferenciar dos tipos de ensayos posibles para anclajes:  
Ensayo de adherencia (A) y ensayo de tensión (B):

#### Adherencia A:

Ensayo preliminar para determinar la capacidad de soporte, la longitud de anclaje, el diámetro de perforación, etc.

El ensayo se realiza hasta la rotura del anclaje.

Regla general: En caso de grandes emplazamientos y en ausencia de valores confiables se deben realizar al menos 3 ensayos para determinar los valores característicos del terreno. Estos ensayos se deben realizar en diferentes zonas de la superficie total a tratar.

**Tensión B:** Ensayo realizado dentro del sistema. Los anclajes solo se tensan a la fuerza de tensión definida.

La fuerza de tensión se debe corresponder al menos con la fuerza con que los anclajes han sido dimensionados.

La cantidad de ensayos a realizar dependerá del tamaño del emplazamiento y el número total de anclajes ejecutados:

- 0 – 100 anclajes: 3 ensayos (mínimo)
- 100 – 200 anclajes: 5 ensayos
- más de 200 anclajes: 2.5% del total de pernos a ser instalados= número de ensayos

### 10.5 Aspectos particulares

Las cabezas de los anclajes para el sistema TECCO® deben sobresalir la suficiente longitud, que permita el pretensado de la malla con la placa spike a una fuerza controlada cuyo valor sea especificado con ayuda de una llave de torque o una prensa hidráulica.

En dependencia de la variante de colocación de la malla que se halla utilizado, las barras de anclajes serán inyectadas con mortero antes o después de colocar la malla.

Antes de instalar la malla TECCO®, el anclaje tiene que ser recortado hasta aproximadamente el nivel de la superficie del talud para permitir una apropiada y ajustada instalación de la malla. De ese modo, la adecuada instalación del sistema de placas spike estará garantizada. La cabeza del anclaje necesita ser excavada de acuerdo al punto 10.3 si es posible.

En caso de una instalación floja de la malla, la cual no quede lo suficientemente tensionada contra el subsuelo como para que sea estabilizado de acuerdo a este manual del sistema, no pueden excluirse deformaciones en el subsuelo. ¡Esto puede causar una falla de una parte del sistema o del sistema mismo!

## 11 Montaje de la malla

### 11.1 Corte de la malla TECCO® a medida

Las dimensiones estándar de los rollos de malla TECCO® son: **30 metros** de longitud y **3.50 metros** de ancho. Un rollo pesa aproximadamente 175 kg.

Para cortar la malla en la dirección horizontal se cortan los dos extremos de una espiral longitudinal, de esta forma, se consigue extraer una espiral de alambre completa y se puede separar en dos el paño.

Se recomienda cortar los paños antes de manipularlos y colocarlos en el área de instalación. La ventaja fundamental que tiene esto es que no es necesario trasladar el rollo completo teniendo en cuenta que esta tarea hay que repetirla en múltiples ocasiones

### 11.2 Desenrollado de los rollos de malla TECCO®

La colocación de las mallas se realiza normalmente desde la coronación hacia abajo. Es necesario asegurar el borde superior de la malla en la coronación antes de desenrollarla. Sin embargo, en ocasiones la colocación se puede hacer de abajo hacia arriba.

#### 11.2.1 Desenrollado de la malla en caso donde se han ejecutado primero los anclajes (variante A)

En la variante A (vea capítulo 9) las mallas se colocan después de que estén realizados los anclajes.

Hay que tener mucho cuidado al extender los paños sobre los anclajes, para conseguir que al introducir los anclajes a través de los rombos de la malla, esta quede lo más adosada a la superficie posible. Los anclajes superiores sirven para la sujeción de los rollos.

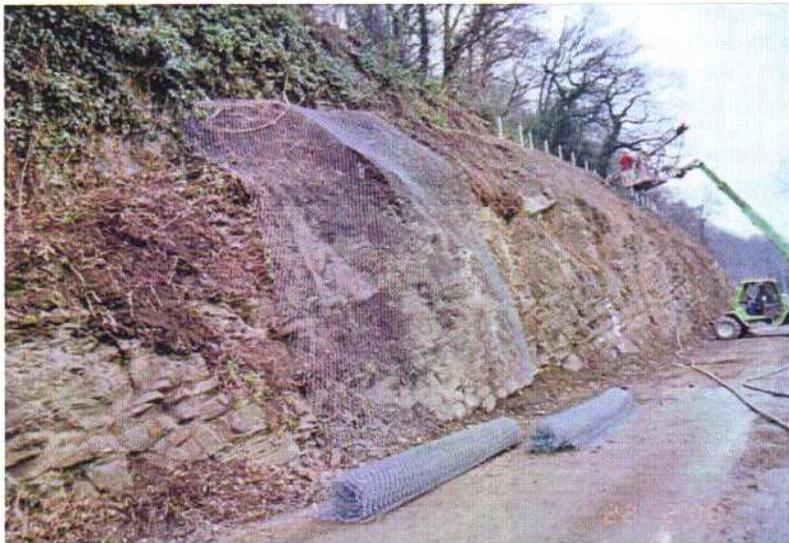
No está permitido cortar la malla TECCO®, por ejemplo, en el área de la cabeza del anclaje para permitir una instalación ajustada de la malla.

Con la excepción de hoyos para plantar o de rodeaos de troncos o partes de estructuras civiles, en general, no está permitido cortar la malla sin una razón notable.

### 11.2.2 Desenrollado de la malla (variante B) antes de instalar los anclajes

En la variante B, las mallas se colocan con antelación a la ejecución de los anclajes. Esta variante tiene la ventaja de una colocación óptima con relación a la posición de los anclajes.

Primeramente, los rollos de malla se sujetan a la coronación, para ello se pueden emplear anclajes de coronación ejecutados con antelación o anclajes auxiliares. En ocasiones la malla se puede colocar debajo hacia arriba, prestando mucha atención a que la malla quede adosada lo más posible a la superficie del talud.



La fijación de los anclajes es realizada después de colocar la malla. El procedimiento es explicado en el capítulo 10 (colocación e inyección de los anclajes). Sin embargo, el diámetro de los taladros está limitado a 65 mm (diámetro de la circunferencia inscrita en el rombo de la malla = 65 mm).

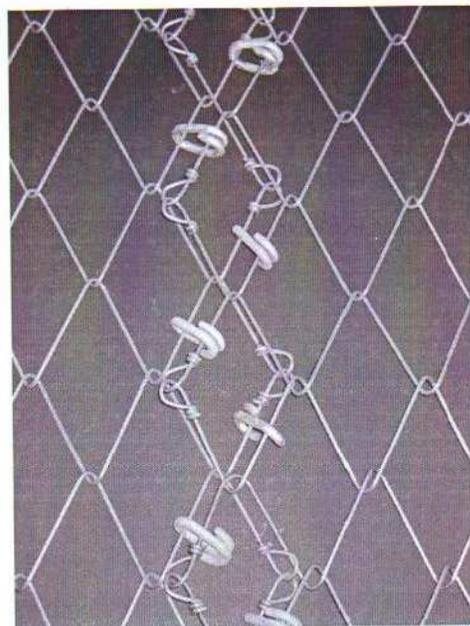
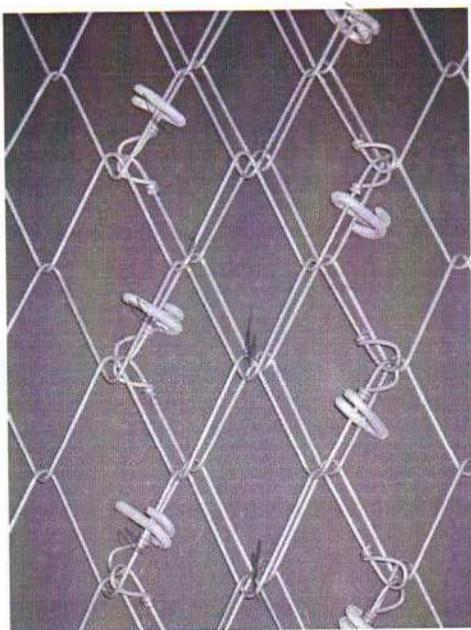
### 11.3 Unión vertical entre paños de malla

Los paños de malla deben ser colocados:

- Normalmente solapando dos rombos; pero
- Con el solape de al menos un rombo puede ser suficiente.

Los paños de malla pueden ser unidas longitudinalmente (en la cara del talud) por medio de grapas como se ilustra más abajo. Cada lado de la malla debe ser unido al de la malla vecina mediante una grapa, sin embargo, las grapas deben ser colocadas inmediatamente por encima de los nudos que dan terminación a cada espira.

A través de estas uniones laterales se garantiza una adecuada resistencia a tracción transversal y una admisible deformación bajo carga de la malla.



Caso normal: solape = 2 rombos

#### 11.4 Unión horizontal entre paños

En principio, existen dos posibilidades:

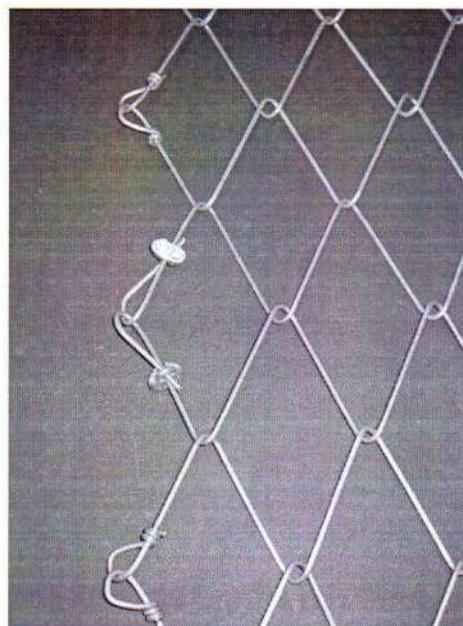
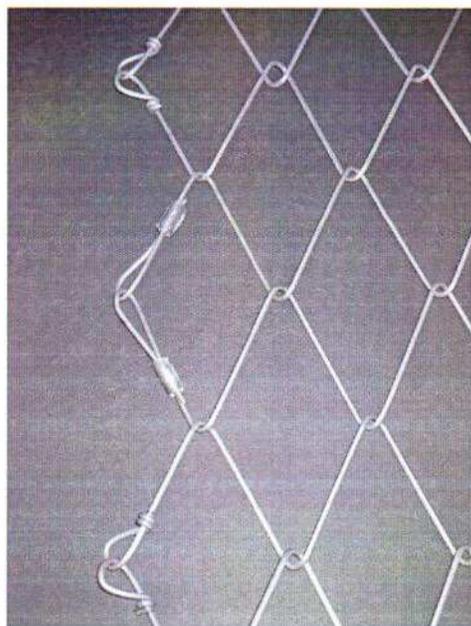
- Caso normal: unión mediante una propia espiral de alambre
- Alternativa: unión mediante grapas

Por razones estéticas es preferible realizar la unión con una espira de alambre de la propia malla.

##### 11.4.1 Unión horizontal con una espira de alambre de la propia malla.

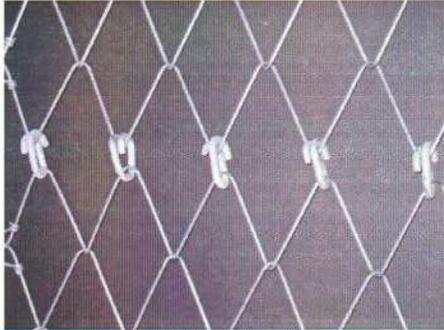
La longitud estándar del rollo de malla TECCO® es de 30 metros. Pero es posible alargarla empleando uniones horizontales.

Se pueden unir horizontalmente dos paños de malla empleando una espira de alambre de la propia malla. Los nudos extremos de la espira de unión se pueden hacer con un casquillo de aluminio según DIN 3093 (ver figura izquierda debajo). Para prensar el casquillo se utiliza una prensa manual. De forma alternativa se pueden emplear sujetacables NG3 DIN 741 (ver figura derecha abajo).



#### 11.4.2 Unión horizontal con grapas

La unión horizontal entre dos paños de malla se puede realizar fijando una grapa por cada espira (ver figura debajo).



#### 11.5 Colocación de las placas spike

Al colocar las placas spike, hay que tener mucho cuidado al fijar la placa dentro de los rombos, de forma tal que esta quede firmemente presionada contra el terreno. Esto garantiza que ambas, malla y placa, se apoyen contra el terreno y permitan una correcta transmisión de las fuerzas.

De ese modo, Los paños de mall necesitan estar sujetos a los paños contiguos e instalados de manera ajustada al terreno primero antes que las placas spikes puedan ser instaladas presionadas activamente contra la superficie. Si es necesario, la columna de mortero en el área de la cabeza del anclaje será removida lo suficiente para permitir una apropiada tensión del sistema.

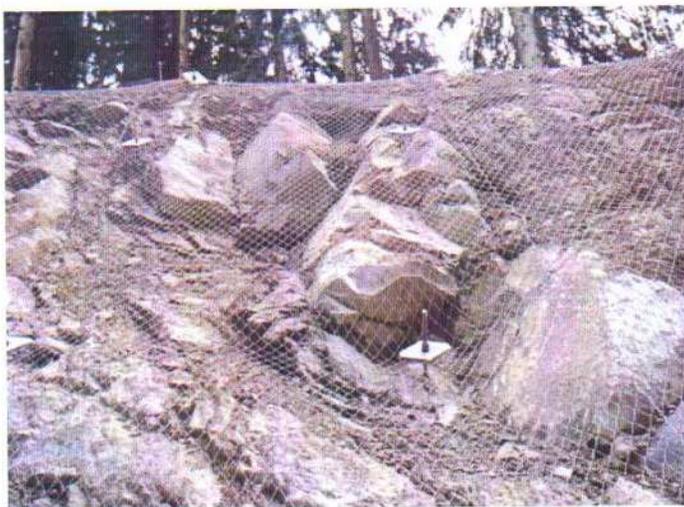
Apretando la tuerca, los cables individuales podrían llegar a trabar en el apretado del anclaje. En este caso, la tuerca tiene que aflojarse nuevamente, probando después a empujar el cable más contra el subsuelo.



### 11.6 Colocación de las placas spike en zonas deprimidas del terreno.

Si la placa spike se coloca en una zona deprimida del terreno, donde no es posible poner en contacto la malla con la superficie, hay que ponerla de la mejor forma posible.

Si, debido a la topografía, como es el ejemplo de la figura, la malla no está en contacto con el terreno, el anclaje debe ser fijado lo más perpendicular posible a la superficie de la malla, de tal forma que la placa spike quede lo más omenos paralela a la malla y no provoque esfuerzos cortantes sobre la malla.



En estos casos la fuerza de pretensión debe ser limitada a un máximo de 30 kN.

### 11.7 Pretensión del sistema de protección superficial

Por medio del apriete de la tuerca con la ayuda de una prensa hidráulica, la placa spike y la malla son firmemente presionadas sobre el suelo, quedando la malla tensionada. La siguiente tabla muestra un resumen del momento torsional (torque) necesario para tres diámetros de barra GEWI aplicando fuerzas de  $V = 30 \text{ kN}$  y  $V = 50 \text{ kN}$ , respectivamente.

**Tabla de carga**

Diámetro de anclaje	Fuerza de pretensión V	Par de apriete (torque)	
		kNm	ft-lbs
GEWI D = 25 mm	30 kN	0.30 kNm	221 ft-lbs
	50 kN	0.50 kNm	369 ft-lbs
GEWI D = 28 mm	30 kN	0.35 kNm	258 ft-lbs
	50 kN	0.55 kNm	406 ft-lbs
GEWI D = 32 mm	30 kN	0.40 kNm	295 ft-lbs
	50 kN	0.60 kNm	443 ft-lbs

(1 kNm = 224.81 lbs · 3.281 ft = 737.6 ft-lbs)



### 11.8 Perímetro de la malla

Bajo condiciones topográficas o estáticas especiales es posible reforzar el perímetro de la malla mediante un cable perimetral. El cable perimetral se sujetará a un anclaje de cables, ubicado en el lateral y tensado contra el mismo.

En caso que el perímetro sea irregular pueden ser necesarios anclajes cortos de guiado. Estos anclajes sirven para adosar la malla y asegurar el perímetro de la mejor forma posible.

#### 11.8.1 Coronación del talud

La coronación se debe ejecutar de forma tal que la malla quede ligeramente por debajo de la superficie y cubierta aproximadamente 0.3 m con material excavado.



#### Utilización alternativa de cable perimetral

El cable perimetral se sujeta a la malla mediante grapas (tipo 2, vea capítulo 6.1.4) y se tensiona sobre un anclaje de cable lateral (esquinas o anclajes intermedios). Se ha de tener cuidado al colocar el cable el cual debe discurrir a través de la canal superior de la placa spike, tal como muestra la figura de la derecha.



Si los anclajes perimetrales no continúan rectos o si la geometría del talud es muy irregular, entonces, los cables perimetrales de la corona así como los del pie del talud deben ser instalados alternando una vez encima y otra bajo el anclaje. Así, puede ser evitado que el cable perimetral deslice bajo la cara inferior de la placa spike.

Para sujetar el cable perimetral, normalmente se coloca una grapa (tipo 2) dejando dos espiras libres.

En principio, el cable perimetral requiere fijaciones adicionales con anclajes auxiliares a intervalos de 1.0 m aproximadamente.

Cuando el perímetro excede los 30 m de longitud, se deben hacer cortes cada 20...25 m, colocando anclajes de cable en ambas direcciones.



### 11.8.2 Cierre perimetral lateral de la malla

La posición de los anclajes perimetrales laterales debe garantizar que la placa spike presione a la malla en toda su superficie.

La figura a la derecha muestra la ubicación de un anclaje en un borde: si el anclaje se coloca más a la izquierda la placa de amarre spike pudiera quedar fuera de la superficie. Esto se debe evitar bajo cualquier circunstancia.

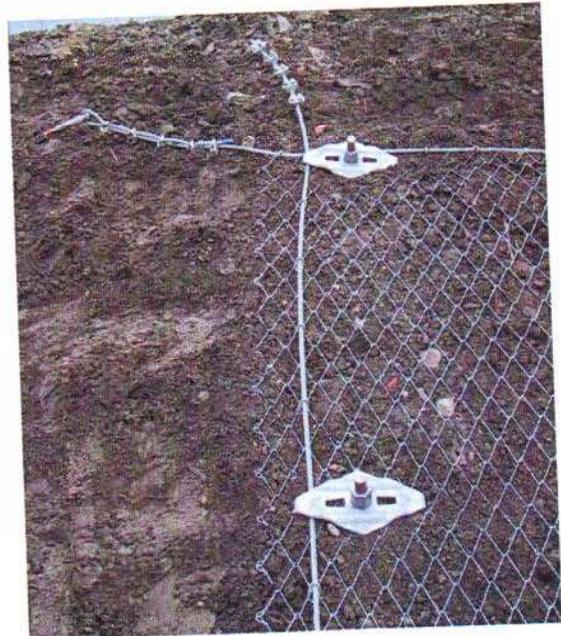


### Opción con cable perimetral lateral

El cable perimetral lateral se une a la malla mediante grapas (tipo 2). Se colocará una grapa de unión entre el cable y la malla dejando libres dos rombos. Los cables perimetrales laterales serán tensionados sobre anclajes de cable.

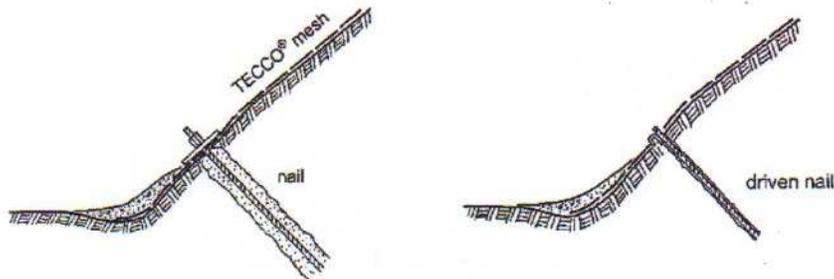
El cable perimetral requiere fijaciones adicionales con anclajes auxiliares a intervalos de 1.0 m aproximadamente.

Si es posible se debe garantizar que el borde quede lo más adosado posible.



### 11.9 Perímetro inferior de la malla (pie del talud)

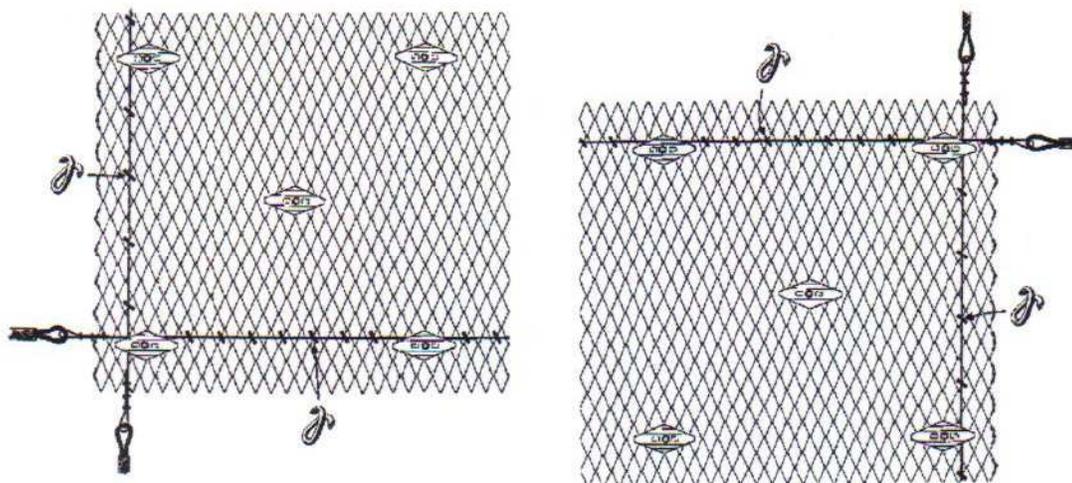
La malla en el pie debe estar recubierta al menos 0.3 m con material excavado



### Opción con cable perimetral en el pie del talud

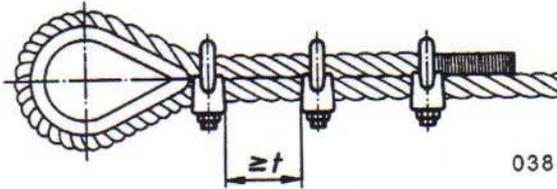
El cable perimetral inferior debe desplazarse por encima de la última fila de anclaje. El cable se conecta a la malla mediante grapas dejando libres dos espiras. El cable perimetral inferior debe pasar a través de todas las placas spike del borde inferior.

El cable perimetral requiere fijaciones adicionales con anclajes auxiliares a intervalos de 1.0 m aproximadamente.



Los dos esquemas muestran las fijaciones en la corona y en el pie con cable perimetral como medida opcional. La distancia mínima entre anclajes perimetrales debe mantenerse de forma correcta. En principio el grapado se debe realizar dejando solo dos rombos libres empleando la grapa tipo 2. Esto es aplicable cuando los cables perimetrales discurren horizontal o verticalmente en la cara del talud.

**11.10 Sujeción de los cables perimetrales a los anclajes de cable mediante sujetacables.**  
 Los cables perimetrales deben ser sujetos a sus correspondientes anclajes de cable de la forma siguiente:



El primer sujetacable se debe colocar inmediatamente después del ojo del lazo. Los sujetacables han de ser colocados con un **intervalo de espacio libre t** mayor o igual al ancho de un sujetacable. La pieza en forma de U será colocada hacia la zona donde queda el extremo libre del cable.

**Tabla: Par de apriete y cantidad requerida de sujetables**

Díámetro nominal del cable [mm]	Momento torsional requerido (torque) [Nm]	Momento torsional requerido (torque) [ft-lbf]	Cantidad de sujetacables	Tamaño de llave [mm]
5	2.0	1.5	3	8
6.5	3.5	2.6	3	10
8	6.0	4.4	4	13
10	9.0	6.6	4	13
13	33.0	24.3	4	19
16	49.0	36.1	4	22
19	67.7	49.9	4	22
22	107.0	78.9	5	24
26	147.0	108.4	5	32
30	212.0	156.4	6	32
34	296.0	218.3	6	36
40	363.0	267.7	6	36

(1 Nm = 0.22481 lbs · 3.281 ft = 0.7376 ft-lbs)

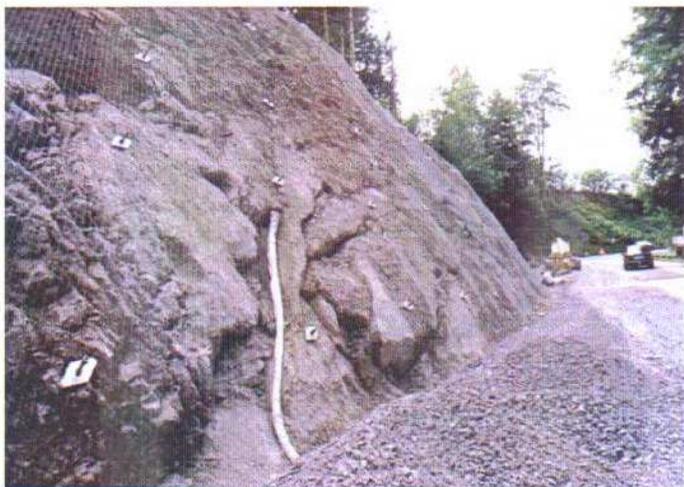
Los valores de la tabla son aplicables para roscas y tuercas engrasadas.

A priori el apretado de las tuercas se realiza con una llave ordinaria y posteriormente se procede al chequeo con la llave de torque y se realizan los ajustes necesarios.

## 12 Agua, drenajes

Las emanaciones de agua deben ser extraídas y drenadas fuera del área a proteger.

En dependencia del tipo de flujo de agua y la cantidad, los drenajes pueden estar acompañados por tuberías corrugadas o geotextiles. En algunos casos con el objetivo de filtrar se colocarán costillas de concreto que tienen función de soporte en las áreas más críticas.



Ejemplo: Manguera de drenaje para extraer el agua del talud

### 13 Control de la erosión

En el caso de que el terreno esté compuesto por granos finos con una tendencia a la erosión se hace necesario instalar un material que proteja contra la erosión a la vez que se instale el sistema de estabilización. Transcurre un tiempo antes de que ocurra la revegetación, debido a que resulta antieconómico realizar este trabajo para áreas pequeñas.

Las medidas de control de la erosión son necesarias cuando la superficie está compuesta por material muy fino o poco cohesivo. Este control de la erosión puede ser necesario de forma temporal (con revegetación) o permanente (sin revegetación).

#### Valoración general para la aplicación de medidas de control de erosión

- Obligatorias en caso de materiales finos, poco o nada cohesivos (p.e. limos, arenas)
- Normalmente requeridas en caso de mezclas de materiales sueltos, (p.e. arenas y gravas)
- Recomendadas en caso de materiales relativamente finos con el riesgo de flujos superficiales de agua por encima de la zona tratada con el sistema de estabilización TECCO®
- Innecesario, en caso de taludes de roca sin rocas sueltas o cobertura de suelo.

Para la protección en contra de la erosión se instalan geomallas bajo la malla. Los taludes con problemas de erosión en general necesitan ser revegetados. Las geomallas contribuyen al proceso de revegetación. En general, estas geomallas están compuestas por materiales resistentes al agua o plásticos (preferiblemente polipropileno estabilizado contra los rayos UVA, PE o PET). Se han tenido problemas con materiales orgánicos tales como: yute, henequén o fibra de coco. La geomalla TECMAT® 400 de polipropileno ha sido especialmente diseñada y ensayada para el empleo en combinación con el sistema de estabilización de taludes TECCO® (vea capítulo 14.3)

La geomalla solo será abierta en la zona en las que los anclajes deben atravesarla. En los extremos debe ser solapada aproximadamente 0.1 - 0.2 m. Solapes mayores han de ser evitados.

La geomalla debe ser colocada en el talud antes de extender la malla y puede ser sujeta de forma temporal con unos anclajes cortos o bastones de acero reforzado en forma de U.

## 14 Revegetación y plantación

Puede ser deseable, recomendado u obligatorio revegetar el talud cuando se instala un sistema de estabilización TECCO®.

Es obligatoria la revegetación cuando el terreno está compuesto por materiales granulares, finos, susceptibles a la erosión y siempre que ocurran arrastres durante los periodos de lluvia o nevada. En tales casos la revegetación forma parte integral del sistema de medidas de protección.

### 14.1 Valoración general de la necesidad de revegetación desde el punto de vista técnico

- Obligatorio en caso de materiales poco o nada cohesivos (p.e. limos, arenas)
- Normalmente requerido en caso de: El resto de suelos compuesto por materiales sin consolidar o taludes rocosos muy meteorizables, particularmente arenisca, limonita y marga
- Recomendado en caso de: Taludes rocosos poco meteorizables con capas definidas y grietas
- Innecesario en caso de: Taludes rocosos cuyos componentes sean resistentes a la meteorización (piedras y bloques) donde el sistema de estabilización haya sido colocado para evitar desprendimientos o deslizamientos.

En suelos con grandes contenidos de fino, con gran riesgo de erosión es usualmente instalada una geomalla para el control de la erosión antes de colocar el sistema de estabilización. Algunas veces, hay un lapso de tiempo entre la revegetación y la finalización de los trabajos, ya que cuando las áreas son pequeñas, puede resultar antieconómico.

No es necesario colocar la geomalla si la estabilidad es garantizada por el método de revegetación, el tipo de la capa de vegetación y teniendo en cuenta el lapso de tiempo cuando la vegetación llega a ser efectiva después de la instalación del sistema de estabilización del talud.

La revegetación / plantación puede ser solo necesaria por razones de preservación del paisaje, por ejemplo, si un talud grande es ejecutado, este debe ser revegetado. Es especialmente en estos casos en que el sistema de estabilización TECCO® en combinación con anclajes es una alternativa a las grandes y siempre visibles estructuras de ingeniería.

En cuestiones de revegetación / plantación los aspectos estéticos prevalecen a las consideraciones técnicas.

#### Observación especial:

Los procesos modernos con capas especiales de vegetación permiten revegetar subsuelos menos adecuados y / o con condiciones climáticas adversas. Esta vegetación es mucho más elaborada y por tanto, mucho más cara.

#### 14.2 Revegetación

La revegetación en taludes empinados muy altos está reservada para especialistas con experiencia. Es importante que estos expertos conozcan las condiciones locales (clima, exposición, plantas autóctonas, características de suelo, etc.) y ellos puedan proponer la capa de vegetación idónea par estas condiciones.

Un pre-requisito para una revegetación exitosa es la aplicación de una capa mínima que permita que las plantas nazcan. Esta capa se debe corresponder con el subsuelo, necesidades de nutrientes y posiblemente otros factores. Es posible aplicar esta capa a toda la superficie en contacto con el terreno. La capa debe ser resistente a la erosión a pocas horas de su aplicación de tal manera que no sea arrastrada por la lluvia. Si se emplea una geomalla hay que garantizar que la capa del material de revegetación penetre en los rellenos del manto.

Materiales densos de fibras naturales no son normalmente propicios para estos propósitos, a menos que el talud sea muy uniforme y la capa cubra toda la superficie y sea presionada contra el talud con la malla TECCO®.

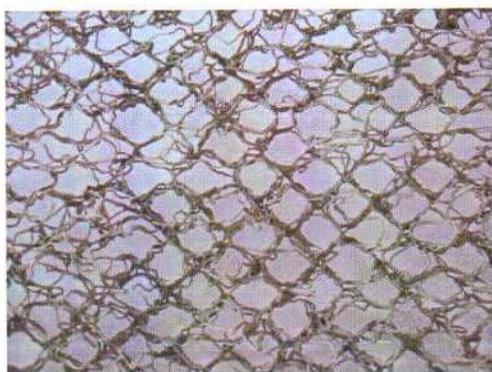
La geomalla TECMAT® ha sido ensayada en detallados estudios de campo de permeabilidad, hidrosiembra y revegetación por vía seca. La geomalla TECMAT® es la solución ideal para taludes irregulares.

### 14.3 Revegetación con la geomalla TECMAT®

Los taludes compuestos de rocas sueltas son bien protegidos contra la erosión mediante el empleo de la geomalla TECMAT® y permiten la revegetación después de su instalación.

#### 14.3.1 Geomalla para el control de la erosión TECMAT®

TECMAT®	
Fibras	Monofilamentos extruidos
Material	Polipropileno (PP)
Densidad	0.90 – 0.91 g/cm <sup>3</sup>
Estructura	Lazos irregulares
Espesor	18 mm
Dimensiones	rango 1 – 20 mm: Permeable para hidrosiembra con fibras orgánicas y para la siembra en seco
Peso	aprox. 600 g/m <sup>2</sup>
Espacio libre	> 95%
Durabilidad	No-degradable
Estabilidad UVA	min. 4 años
Color	Gris caqui / negro



Geomalla TECMAT® para el control de erosión (gris caqui y negra)

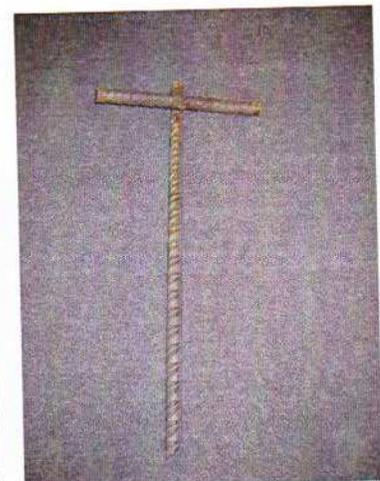
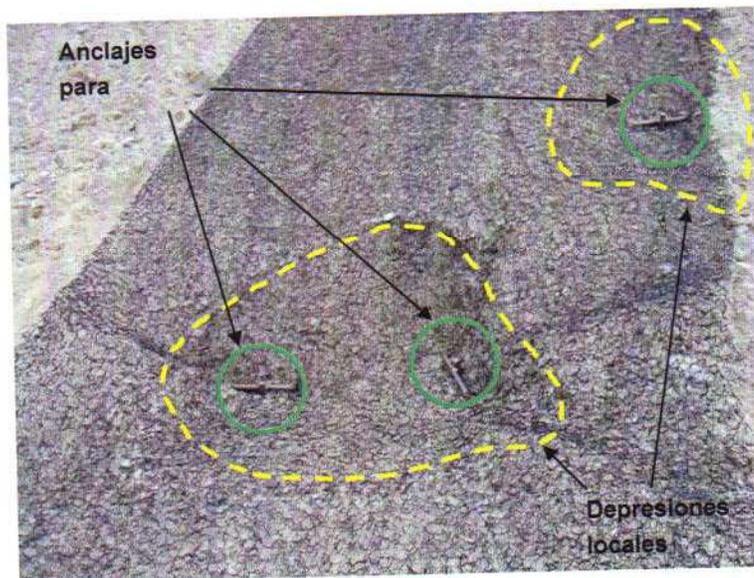
### 14.3.2 Anclajes para suelo

Anclajes para suelo	
Aplicación	Control de erosión
Ejecución	Barra de acero corrugada D = 16 mm Con un tope soldado en la parte superior, aprox. 200 mm Longitud = 0.6 m

### 14.3.3 Instalación

Las dimensiones estándar de los rollos de la geomalla TECMAT® para el control de erosión es de **30 metros** de longitud por **2.0 metros** de ancho.

La geomalla se debe colocar desde la coronación y se coloca antes de extender la malla TECCO®. Para talud con superficie irregular se requiere la colocación de anclajes para suelo en los puntos deprimidos. La fijación se lleva a cabo con anclajes de diferentes longitudes en función del espesor de la capa de suelo. Teniendo en cuenta la experiencia, se recomienda colocar anclajes cada 3 – 6 m<sup>2</sup>. En los extremos la geomalla se debe solapar aproximadamente 0.1 - 0.2 m. La unión entre paños se realiza con bridas de plástico.



Anclaje para suelo

Después de extender la geomalla, la malla TECCO® se instalará de acuerdo a lo descrito en el capítulo 9. Para la instalación según el procedimiento B (colocación de la malla antes de ejecutar los anclajes) será necesario hacer uno orificio con una tijera en la geomalla TECMAT® para evitar que se enrede durante la perforación.

#### 14.3.4 Equipamiento auxiliar y herramientas

- Tijeras grandes para cortar los paños de la longitud apropiada. Es posible utilizar una tijera eléctrica con batería recargable (p.e. "Bosch", GUS 9.6 V).
- Tijeras para cortar los orificios a través de los cuales se perforará.
- Martillo (4 kg) colocar para los anclajes de suelo.

#### 14.3.5 Métodos para realizar la siembra

La geomalla TECMAT® está diseñada especialmente para la hidrosiembra como para la siembra seca.

Los componentes de la hidrosiembra son:

- Semillas adaptadas al tipo de suelo y a las condiciones del clima,
- materia orgánica biodegradable (longitud máxima de la fibra 3 mm),
- pegamento adhesivo orgánico,
- agua limpia
- si fuera necesario, fertilizante

Para obtener una mezcla homogénea, los materiales son mezclados en el tanque de la máquina de hidrosiembra. Después de mezclados, los materiales se proyectan en forma líquida sobre la superficie a tratar. En taludes con accesos muy malos, o en áreas muy pequeñas, se puede realizar la siembra por vía seca con un equipo portátil en forma de mochila. Los componentes son: Semillas adaptadas al tipo de suelo y a las condiciones del clima, pegamento adhesivo orgánico y, si fuera necesario, fertilizante.



Ejemplo de hidrosiembra con bomba hidráulica



Ejemplo de siembra por vía seca con mochila

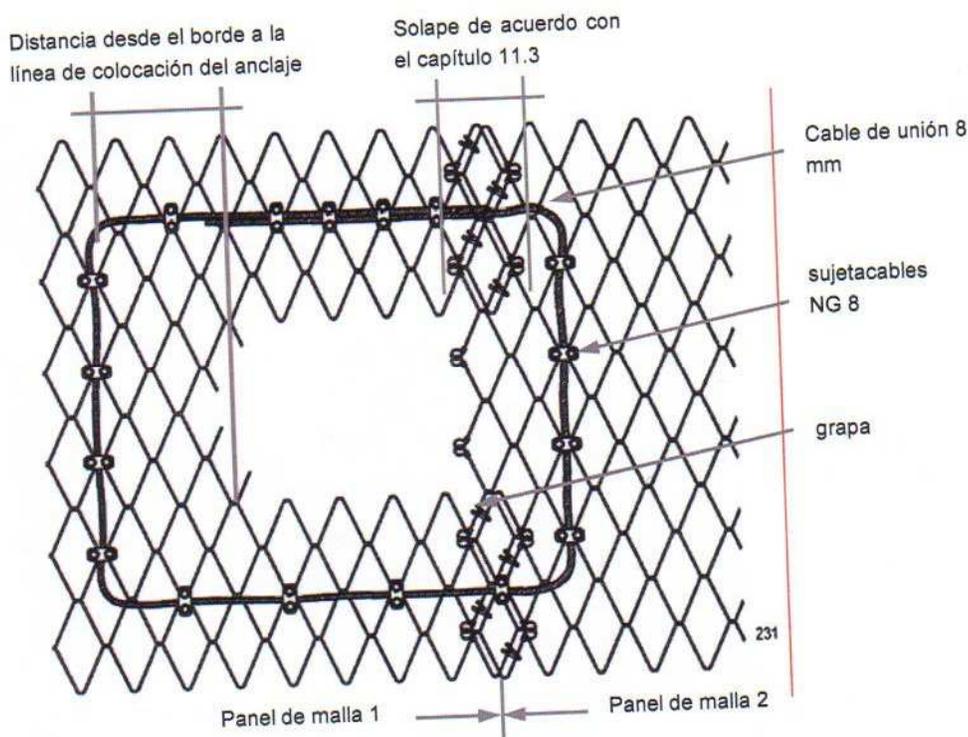
**En cualquier caso se recomienda contactar con un especialista conocedor de la vegetación de la zona.**

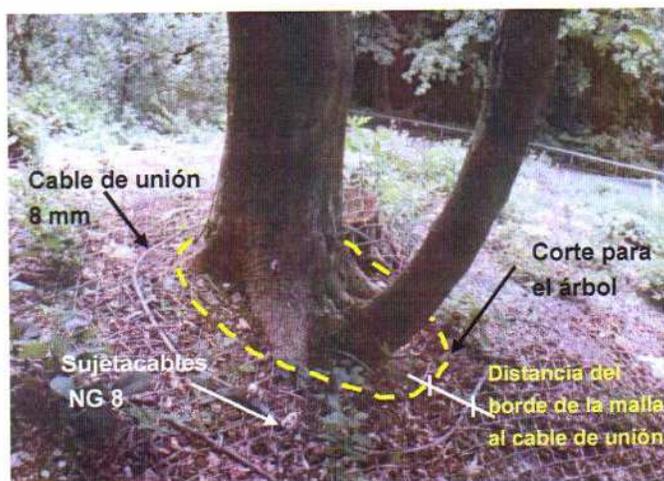
## 14.4 Siembra

Es posible, en principio, la siembra de arbustos (árboles, sólo en casos excepcionales). Esto debe ser planeado de forma muy cuidadosa para cada emplazamiento específico. Existen varias posibilidades, desde la siembra de pequeños arbustos hasta la plantación de árboles con raíces.

### 14.4.1 Espacio para árboles

Es posible y de forma excepcional, integrar árboles o cultivos equivalentes dentro del sistema de estabilización. El tamaño del corte dentro del panel estará en función del tamaño del cultivo. El corte se realiza después de colocar la malla (ver la figura abajo). El panel se abre por un lado recortando alrededor del cultivo. Los dos paneles de malla se unen con grapas según lo expresado en el capítulo 11.3. Aproximadamente dos rombos por detrás del corte se hace pasar un cable (8 mm). Este cable es fijado en su extremo mediante cuatro sujetacables NG 8 (DIN 1142). Para la fijación del cable a la malla se colocará un sujetacable del tipo ya mencionado por cada esquina de rombo en la dirección vertical, mientras en la horizontal se podrá colocar un sujetacable dejando dos rombos sin atar.





#### 14.4.2 Huecos para plantar

Es posible la plantación de árboles con raíces es posible con adaptaciones en la malla (después de consultar con el fabricante). Se recomienda consultar con un especialista para la planificación y ejecución de estas tareas.

Se deben abrir los huecos para plantar los árboles después de colocar la malla y antes de poner en tensión el sistema. La malla se corta de acuerdo al tamaño que requiera la apertura. La fijación se realiza según lo descrito con antelación en el capítulo 14.4.1.

#### 14.5 Mantenimiento

Tenga en cuenta que cada solución "verde", en forma de revegetación o plantación, requiere al menos un mínimo de mantenimiento. Estas labores son intensas, sobre todo en los dos primeros años, luego disminuyen, particularmente en los casos en que se haga la siembra.

##### 14.5.1 Primer segado

Para una exitosa revegetación es indispensable realizar un primer segado, después del primer crecimiento total. Esto debe ser realizado bajo cualquier circunstancia. Pues se corre el riesgo que la hierba seca cubra el talud de forma que se vea restringido el re-crecimiento. El material seco fijado en la raíz, puede provocar crecimiento de musgo por toda la superficie del talud.

Este primer segado debe ser realizado después de que la hierba alcance aproximadamente 20 - 30 cm y el corte debe mantener un nivel de 10 cm. Un corte demasiado bajo puede propiciar la sequedad.

No debe ser realizado el segado en épocas de calor ni después de largos períodos secos, porque la fina capa de césped se puede secar. Principios de otoño (o inicios de la estación de lluvia para climas tropicales) es generalmente un buen tiempo para el segado, después del final del período de vegetación.

#### **14.5.2 Conservación**

En los primeros dos años suele ser suficiente hacer un segado por período de vegetación, y esta se realiza preferiblemente a principios de otoño (o de la temporada de lluvia).

Después de dos períodos de vegetación se utiliza un fertilizante de larga duración para extender la vegetación y adaptarla a las condiciones locales prevaletentes. Si no existe un crecimiento fuerte no es necesario el mantenimiento y segado. Sólo se segará donde sea necesario.

#### **14.5.3 Taludes con arbustos**

En taludes donde se han plantado arbustos, el mantenimiento en los dos primeros años se realiza de igual forma que el segado de la hierba.

En dependencia del tipo, los arbustos requieren de poda con intervalos aproximados de 3.a..5 años o cuando las inspecciones periódicas demuestren que es necesario.

La poda es además apropiada para garantizar una incidencia mínima de los rallo del sol sobre el talud y para que se mantenga verde, evitando que la hierba no desaparezca completamente junto con la protección contra la erosión y la estabilización por las raíces.

Si en el transcurso de este tiempo, crecen árboles altos deben ser talados, ya que pueden dañarse por fuertes vientos. La madera muerta debe ser retirada.

#### **14.5.4 General**

El mantenimiento intensivo en los primeros períodos de vegetación reduce la necesidad de mantenimiento continuo.

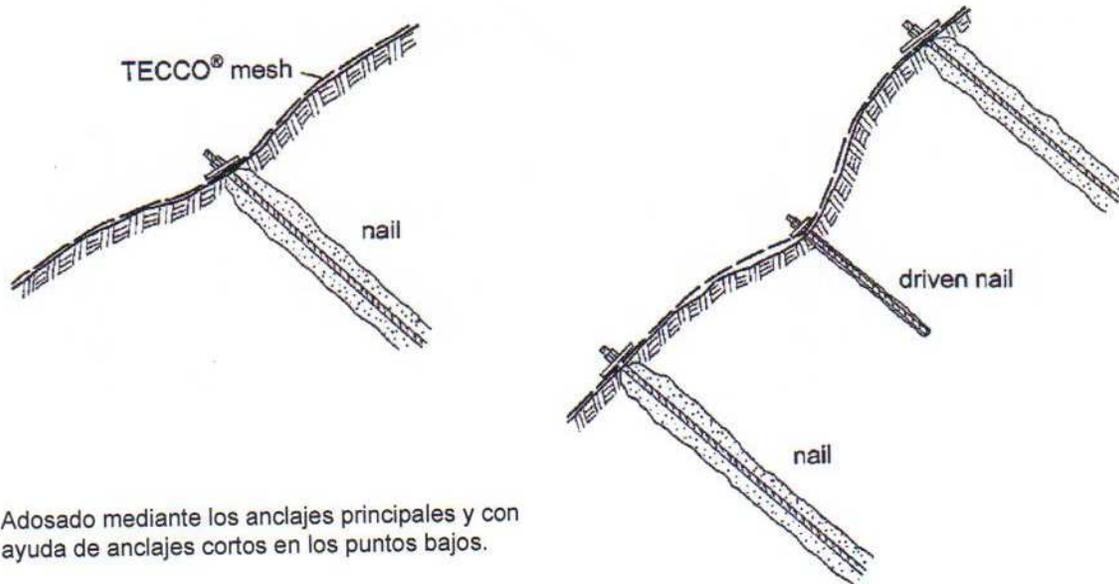
Por eso tiene sentido incluir en el proyecto, el primer segado y la conservación durante dos ciclos de vegetación y ofrecerlo como parte del objetivo a lograr.

De esta forma es posible conseguir un acuerdo formal para la revegetación de la obra después que transcurran estos dos ciclos de vegetación, y que la compañía que hizo el trabajo también sea responsable de ello. De esta forma se consigue evitar que se empleen componentes de bajo costo o inadecuados en la realización de la revegetación, ya que el suministrador es consciente del acuerdo vigente durante dos años. Además, la experiencia demuestra que cuando la vegetación se desarrolla bien continuará también para los años venideros.

## 15 Depresiones (oquedades)

### 15.1 Depresiones del terreno de hasta 0.5m

Cuando sea posible el anclaje debe ser colocado en el punto bajo, de forma tal que cuando se pretense la malla, esta quede adosada al terreno. Se deben evitar oquedades muy grandes y en el caso de revegetación se requeriría una cantidad excesiva de material para rellenar estos huecos. Si el patrón de anclajes definido no permite colocar los anclajes en los puntos bajos podrá ser necesaria la colocación de anclajes cortos adicionales.



Adosado mediante los anclajes principales y con ayuda de anclajes cortos en los puntos bajos.

### 15.2 Depresiones del terreno mayores de 0.5m

Si los huecos son demasiado profundos, se pueden rellenar con una mezcla especial de concreto antes de que sea proyectada la capa de vegetación. En este caso la malla no necesariamente tiene que ser presionada hacia el punto bajo.

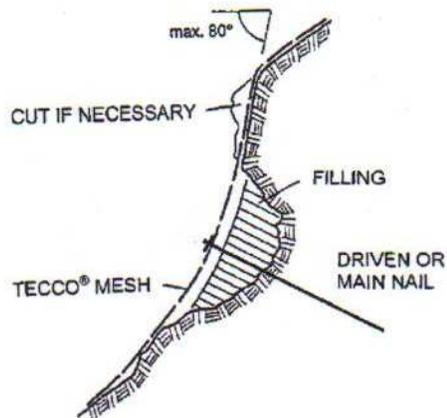
Si el talud tiene una pendiente superior a los 75° puede que no se consigan los resultados deseados en la revegetación.

### 15.3 Relleno de huecos con un refuerzo estático

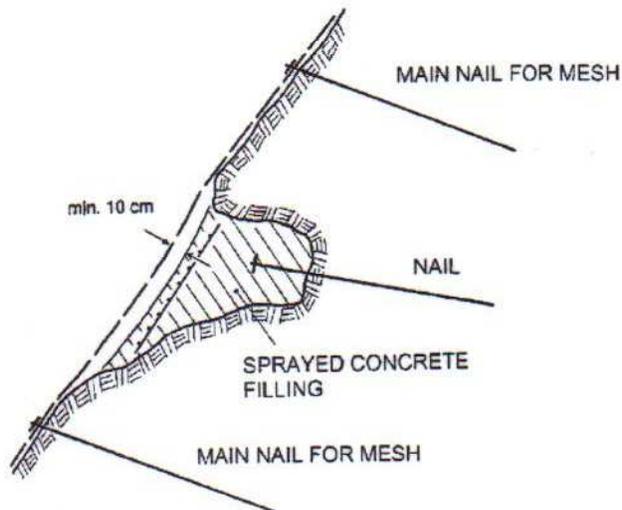
Si existen rocas en volado, bloques proyectados, etc., estas necesitan ser aseguradas estáticamente. Esto se puede lograr proyectando concreto de relleno y asegurando con anclajes adicionales y con una malla de acero de refuerzo.

Si estos rellenos necesitan ser revegetados, la superficie de hormigón proyectado quedará 10 cm por debajo de la posición de la malla TECCO® tensionada, esto permitirá la revegetación mediante la aplicación de una capa de relleno vegetal adecuada.

#### 15.3.1 Detalle de colocación en caso de depresiones profundas con relleno.



#### 15.3.2 Proyección de concreto para relleno





La figura muestra la colocación de un relleno de concreto reforzado con mallazo de acero electro-soldado. El área marcada por la línea discontinua será rellena con gunita. En esta variante, el anclaje principal (1) está en el área de relleno de hormigón.

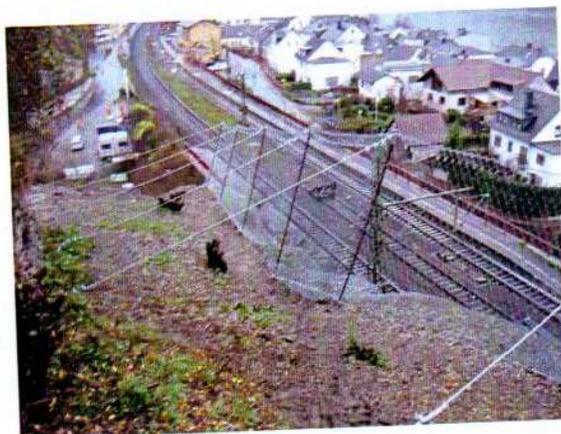
**Leyenda:**

- 1 Anclaje principal
- 2 Malla electro-soldado de refuerzo
- 3 Drenaje
- 4 Anclaje corto, para el refuerzo adicional
- 5 Línea discontinua que marca el borde del relleno

## 16 Barrera de intercepción

Como se explica a continuación, se pueden instalar barreras de intersección como una solución eficiente desde el punto de vista económico, en función de las circunstancias del lugar y del peligro existente. Esta barrera de intercepción sirve para capturar rocas de un diámetro máximo de 30cm que se desplacen a una velocidad entre 20 – 25 m/s.

La malla TECCO® sirve para proteger el área situada debajo. Sin embargo, en lugar de colocar la malla sobre la superficie al nivel del terreno mediante un cable perimetral superior, el paño de malla se puede elevar sobre la superficie y así permitir la intercepción de rocas. En combinación con un sistema activo de estabilización de taludes, la transición entre la malla colocada sobre la superficie y la de intercepción requiere generalmente del empleo de un cable perimetral que permita una tensión adecuada. Este cable perimetral inferior debe colocarse lo mas cerca posible de la superficie del terreno, forma tal que no pase ninguna roca por debajo de la malla que pueda causar bolsas indeseables. Si lo que se instala para el control de los desprendimientos, es una cortina, el diseño más apropiado de la barrera de intercepción será sin cable perimetral inferior ya que las rocas son captadas por la barrera de intercepción y guiadas por la cortina de forma controlada por debajo de la malla.

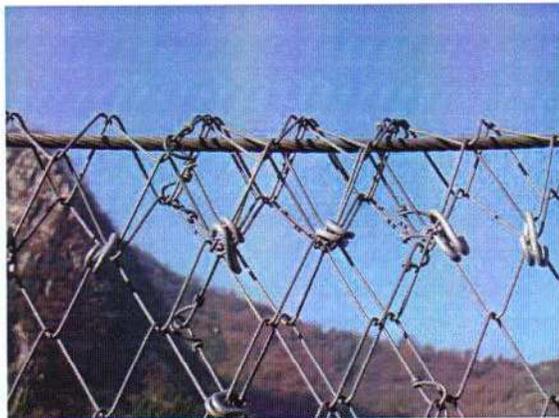
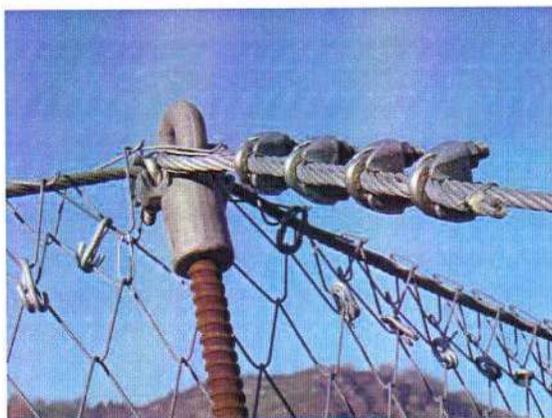


Para la colocación de barreras de intercepción, deben ser tenidas en cuenta las siguientes condiciones:

- En principio el área por encima de la barrera debe ser estable, no debe haber o ser insignificante el peligro por inestabilidades superficiales o deslizamientos profundos.
- El área por debajo de la barrera de intercepción debe estar protegida por un sistema activo de estabilización TECCO® basado en anclajes o protegido contra desprendimientos de roca mediante una cortina de malla TECCO®.
- El área de colocación de la barrera de intercepción debe estar estabilizada o ser estable por sí sola, de tal forma que no sea amenazada por ninguna inestabilidad existente.
- Están previstas solo para la intercepción de rocas pequeñas que se puedan desprender de la zona por encima y cuyo diámetro no exceda los 30cm.
- La altura de los rebotes de las rocas en el área de intercepción será como máximo 1.5 – 1.8 m.
- La barrera de intercepción requiere de una revisión sistemática y un mantenimiento apropiado. El área por encima de la barrera debe ser perfectamente accesible a pie.
- La barrera de intercepción no está diseñada para soportar cargas estáticas como "nieve" o "hielo". Se deben realizar mediciones apropiadas de la emplazamiento de la barrera, evitando que se vea afectada por deslizamientos de nieve o que se acumule nieve o hielo.
- Si hay algún flujo de agua o posible acumulación de agua en el área de intercepción, el agua debe ser captada por adecuadas medidas de drenaje de una forma controlada. Se debe prestar especial atención a cunetas colocadas en dirección al monte inmediatamente por encima de la barrera en las que el agua colectada se puede salir poco a poco. La infiltración puede hacer que al agua llegue a la superficie estabilizada con efectos desfavorables.

La implementación de estas barreras interceptoras está solo prevista para los casos en que las rocas que se desprendan de la zona por encima de la máxima no excedan los 30cm de diámetro. En cada caso en particular se debe analizar que medidas a tomar, después de hacer un profundo análisis decidir que se debe colocar, una barrera de protección contra desprendimientos o una medida de estabilización con malla TECCO®.

Para sostener el cable superior perimetral, se debe colocar un cáncamo en la cabeza de la barra que sirve de postes. El paño de malla estará sujeto al cable perimetral como se muestra en las fotos que siguen, empleando grapas y, de forma opcional, mediante un cable de costura de diámetro  $D = 6\text{mm}$ .



El cable de soporte perimetral inferior se debe colocar por encima de las barras que sirven de poste. Para la fijación del cable a los anclajes se utilizan sujetacables. Cada paño de red debe ser fijado en el pie con un cable de soporte inferior similar al empleado en la zona superior.

Las especificaciones de protección contra la corrosión para los anclajes que actúan como postes deben contemplarse en el proyecto.

Para la colocación de barreras interceptoras se debe observar lo siguiente:

- Altura máxima admisible: 2.0 m.
- Máxima distancia entre postes: 2.5 – 3.0 m
- Anclajes recomendados: TITAN 30/11 ó 40/16; GEWI D = 28 ó 32 mm
- Cable perimetral superior: D = 12 mm (sujeto lateralmente a un anclaje de cable de Ø 10.5 mm)
- Cable perimetral inferior: D = 12 mm (sujeto lateralmente a un anclaje de cable de Ø 10.5 mm)
- Cables de retención al monte: D = 12 mm cada poste debe ser sujeto hacia atrás y atado a un anclaje de cable de Ø 10.5 mm

## 17 Aceptación de la obra

### 17.1 Inspección para la aceptación de la obra

En general, el control de aceptación de la obra se lleva a cabo al finalizar los trabajos de instalación antes de la fase de vegetación. Los siguientes puntos han de ser revisados.

#### Componentes de la obra

- Anclajes correctamente colocados e inyectados.
- Anclajes adaptados de la mejor forma posible a la topografía del terreno. Distancia admisible entre anclajes (anclajes colocados en los puntos bajos).
- Colocación de anclajes auxiliares donde sea necesario, para adosar la malla a la superficie.
- Los anclajes deben sobresalir de la superficie como máximo 20 - 25 cm.
- Las placas spike del sistema estarán correctamente alineadas.
- Las placas spike del sistema estarán tensionadas contra el terreno y paralelas a la superficie de la malla de manera que no la puedan cortar.
- La malla debe quedar lo más adosada posible a la superficie.
- Los paños de malla han de estar completamente unidos sin interrupciones.
- Las aberturas en la malla para árboles, etc. estarán correctamente cerradas.
- Las terminaciones de los bordes estarán bien ejecutadas y la malla estará correctamente sujeta a los cables perimetrales.
- Los cables perimetrales laterales estarán debidamente tensionados a los anclajes de cable.
- No existirán evidencias de inconformidades (daños / defectos del sistema)

#### Talud en general

- El sistema ha de cubrir adecuadamente el área crítica del talud.
- Cualquier medida de drenaje inmediatamente por encima del talud debe estar correctamente ejecutada evitando que el agua que intercepta se infiltre y vaya a parar a la superficie del mismo de una forma incontrolada.
- Debe ser registrado cualquier síntoma de erosión.
- Cualquier movimiento entre el terreno y los anclajes debe ser registrado.
- Cualquier grieta por encima del tratamiento debe ser registrada.

Observación: Si hay ubicada una construcción sensible a la deformación por encima del emplazamiento estabilizado, se recomienda tomar medidas para rigidizar tales como: una viga de hormigón con anclajes profundos. Si no se toman medidas esta situación debe ser registrada y que existen posibilidades de daños resultantes de un inadecuado tratamiento de la zona perimetral superior.

## 17.2 Protocolo de aceptación

Las deficiencias detectadas durante la inspección han de ser eliminadas por el contratista y para la entrega formal de la obra se debe firmar un **protocolo de aceptación** por todas las partes implicadas (cliente, proyectista, director de obra y contratista).

Las áreas con posibles problemas en el talud deben ser registradas en este protocolo y documentadas con fotografías, de tal manera que los cambios puedan ser detectados en inspecciones siguientes.

Si se requiere o desea, la revegetación se debe evaluar en un proceso de aceptación posterior. La inspección de la obra debe ser realizada de antemano, porque las deficiencias constructivas del sistema como tal, pueden ser enmascaradas por la vegetación.

## **18 Mantenimiento e inspecciones periódicas del sistema**

### **18.1 Mantenimiento del sistema**

Los sistemas de estabilización de taludes que están bien ejecutados no requieren medidas de mantenimiento adicional, solo es adecuado tomar algunas medidas en los casos de emanación de agua y erosión.

Los componentes del sistema de estabilización TECCO® no requieren de mantenimiento alguno, debido a su alto grado de protección contra la corrosión.

Sin embargo, en algunos procesos de meteorización donde el talud está expuesto a las influencias del medio ambiente (lluvia, ciclos de congelación-deshielo, etc.) estos efectos no son previsibles por el sistema abierto TECCO® y pudiera ser necesario limpiar el pie del talud de elementos finos que se hayan desprendido.

Sólo se realizarán labores de mantenimiento si las inspecciones revelan daños mecánicos o de los elementos del sistema de sujeción debidos a influencias externas. Tales defectos deben ser corregidos.

Si la malla o los elementos de sujeción se aflojan, el problema se puede solucionar con un tensado. De forma adicional se pudieran colocar anclajes, solo en casos extremos.

Si en casos extremos, la meteorización, pérdida de material e influencia del agua, causa lavado de material o movimientos que socaven o hagan bolsas en la malla, el mantenimiento incluiría la retirada de la malla por completo y la reinstalación del sistema. Si es apropiado, se podrán rellenar los huecos resultantes y estabilizarlos con gunita.

## 18.2 Inspecciones periódicas del sistema

Las inspecciones periódicas han de ser especificadas dentro de un plan de trabajo de mantenimiento.

En los dos primeros años, la inspección será llevada a cabo preferiblemente durante la primavera (o final de la temporada de lluvia en zonas tropicales). Si dos inspecciones consecutivas no revelan cambios negativos, el intervalo entre inspecciones, puede agrandarse a dos años.

Se pueden realizar inspecciones adicionales tras eventos especiales (lluvias intensas, caída del material sobre el talud protegido e influencias sísmicas severas) con el objetivo de detectar daños del sistema, erosión y movimiento.

Las inspecciones periódicas comprenden:

- Condiciones generales
- Estado de los puntos problemáticos, según el protocolo de aceptación.
- Posibles daños de los componentes del sistema
- Daños debido a la erosión o movimientos
- Estado de la vegetación (general / local)
- Documentación de las áreas con problemas / cambios con relación a la inspección anterior.

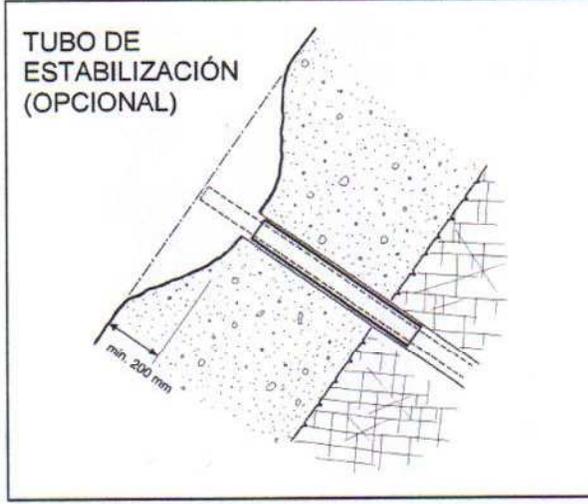
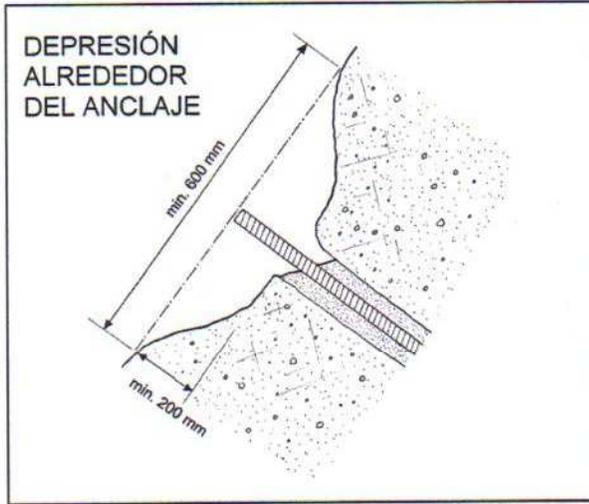
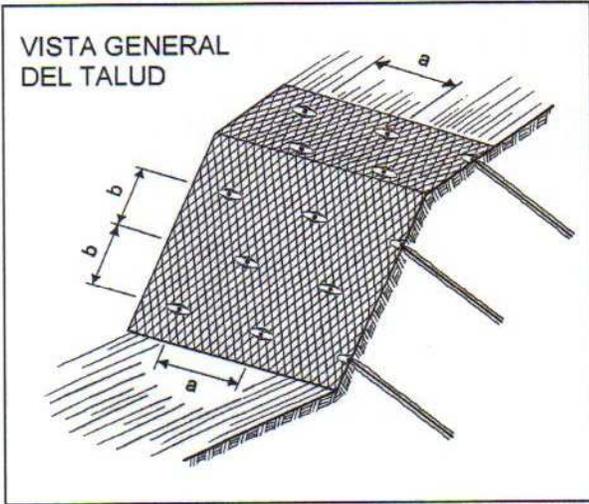
Los problemas detectados deben ser detallados en un protocolo y documentados con fotografías, de tal forma que se registren los cambios ocurridos desde la inspección de aceptación o la última inspección de mantenimiento realizada.

En taludes sin vegetación, es importante observar el proceso de meteorización y erosión. En casos de pérdida local de material, se debe revisar si la situación permite el retensado o es necesario tomar medidas adicionales con gunita, vegetación o realizar el vaciado del material. Las áreas críticas han de documentarse con fotografías.

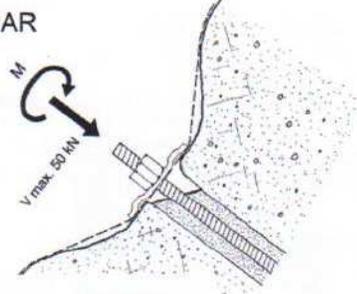
En taludes con vegetación se debe revisar como se desarrollan (si la superficie esta completamente cubierta, si algún punto particular requiere de revegetación). Se deben determinar las necesidades de mantenimiento (segado, eliminación de raíces).

# EL SISTEMA TECCO®

## HOJA DE INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACIÓN 1



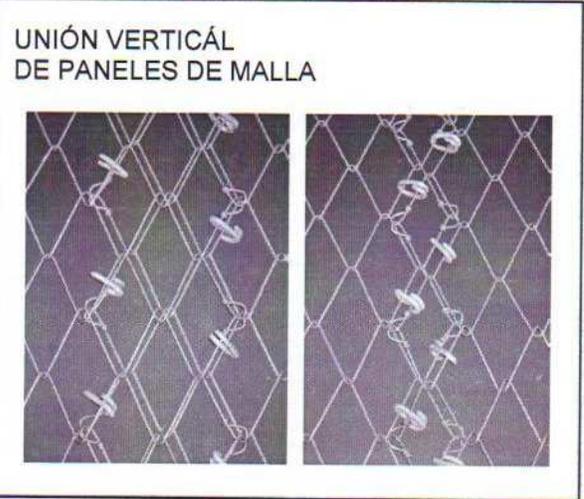
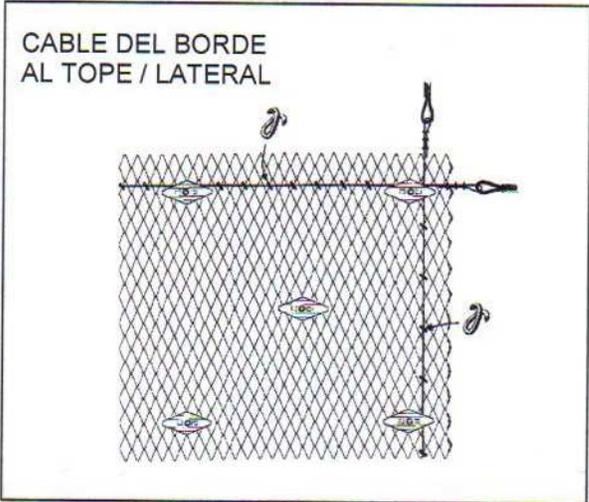
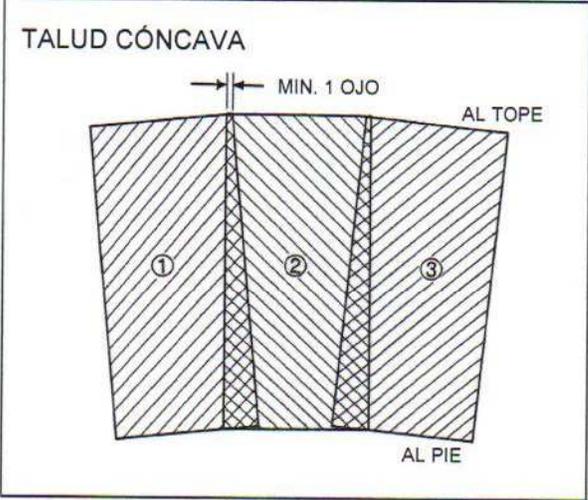
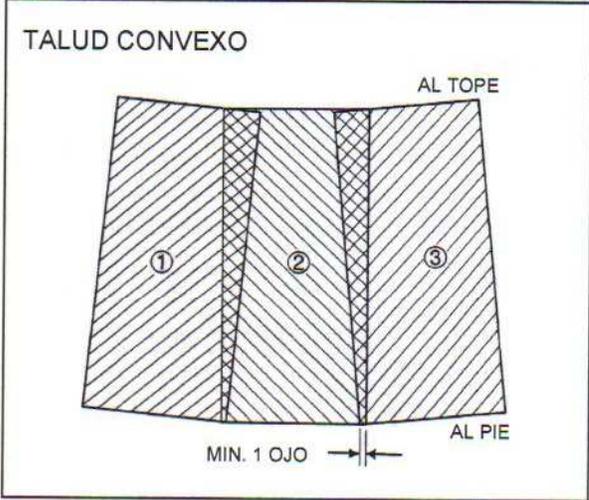
**PRE-TENSIONAR EL SISTEMA TECCO®**



**TABLA DE CARGO**

Tipo de perno	Fuerza V	Momento M necesario
GEWI D = 25 mm	30 kN	0.30 kNm / 2150 ft-lbs
	50 kN	0.50 kNm / 3550 ft-lbs
GEWI D = 28 mm	30 kN	0.35 kNm / 2500 ft-lbs
	50 kN	0.55 kNm / 3900 ft-lbs
GEWI D = 32 mm	30 kN	0.40 kNm / 2850 ft-lbs
	50 kN	0.60 kNm / 4250 ft-lbs

**EL SISTEMA TECCO®  
HOJA DE INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACIÓN 2**





# The Swiss Association for Quality and Management Systems

SQS herewith certifies that the company named below has a management system  
which meets the requirements of the normative bases specified below  
and issues the company

## Fatzer Inc.

### CH-8590 Romanshorn

certified areas



Steel Wire Ropes



Protection Systems



Rope Structures

Field of activity

## Rope and Netting Technologies

on the basis of the audit result the

## SQS Certificate ISO 9001:2000

CH-3052 Zollikofen, August 4, 2004

This SQS Certificate is valid up to and including August 3, 2007

Scope number 17

Registration number 11774

President SQS

X. Edelmann

Managing Director SQS

T. Zahner



SICES 001, 023





THE INTERNATIONAL CERTIFICATION NETWORK

# CERTIFICATE

IQNet and SQS  
hereby certify that the organization

**Fatzer Inc.**  
**CH-8590 Romanshorn**

*certified areas*

**Steel Wire Ropes, Protection Systems, Rope Structures**

*Field of activity*

**Rope and Netting Technologies**

has implemented and maintains a  
**Management System**  
which fulfills the requirements of the following standard

**ISO 9001:2000**

Scope No: 17  
Issued on: 2004-08-04  
Validity date: 2007-08-03  
Registration Number: **CH-11774**



*Dr. Fabio Roversi*  
President of IQNet

*Theodor Zahner*  
Managing Director SQS



*IQNet Partners\*:*

AENOR Spain AFAQ France AIB-Vincotte International Belgium ANCE Mexico APCER Portugal CISQ Italy CQC China CQM China  
CQS Czech Republic DQS Germany DS Denmark ELOT Greece FCAV Brazil FONDONORMA Venezuela HKQAA Hong Kong ICONTEC Colombia  
IMNC Mexico IRAM Argentina JQA Japan KEMA Netherlands KFQ Korea MSZT Hungary Nemko Certification Norway NSAI Ireland ÖQS Austria  
PCBC Poland PSB Certification Singapore QMI Canada RR Russia SAI Global Australia SFS Finland SHI Israel SIQ Slovenia SQS Switzerland  
SRAC Romania TEST St Petersburg Russia

*IQNet is represented in the USA by the following partners: AFAQ, AIB-Vincotte International, CISQ, DQS, KEMA, NSAI, QMI and SAI Global*

*\*The list of IQNet partners is valid at the time of issue of this certificate. Updated information is available under [www.iqnet-certification.com](http://www.iqnet-certification.com)*