

CASO HISTÓRICO

# ESTABILIDAD Y CONTENCIÓN

SISTEMA PARAMESH

CHANCADORA PRIMARIA DE LA MINA ALTO CHICAMA



FECHA DE EJECUCIÓN: 2004

UBICACIÓN GEOGRÁFICA: DISTRITO DE QUIRUVILCA, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, PERÚ

ENTIDAD CONTRATANTE: MINERA BARRICK MISQUICHILCA

CONTRATISTA: GYM

CONSULTOR: GMI

PRODUCTOS UTILIZADOS: GAVIONES. GEOMALLAS. GEOTEXTIL. TUBERÍAS HDPE

## ANTECEDENTES

El Proyecto de la mina "Alto Chicama" está situado en la cordillera Occidental de los Andes, en el departamento de La Libertad, provincia de Santiago de Chuco, distrito de Quiruvilca, abarca parte del valle del mismo nombre a una elevación de 4,150 m.s.n.m. y a una distancia de 90Km. de la ciudad de Trujillo (por aire). Dicho proyecto es desarrollado por la empresa canadiense Barrick Gold Corporation a través de su subsidiaria peruana Barrick Misquichilca, la que pretende explotar un yacimiento aurífero conformado por 7,2 millones de onzas en reservas actuales con una producción estimada de 540,000 onzas para los próximos 10 años.

Parte de la infraestructura de la mina contempla la construcción de un muro de suelo reforzado con el sistema "Tierra Armada" de 22.5m de altura como acceso a la parte alta de la chancadora primaria en donde se ubicará una losa de aproximación de concreto para el tránsito de los camiones Komatsu. Dichos camiones cargados a su máxima capacidad pueden pesar hasta 715,000 lbs.

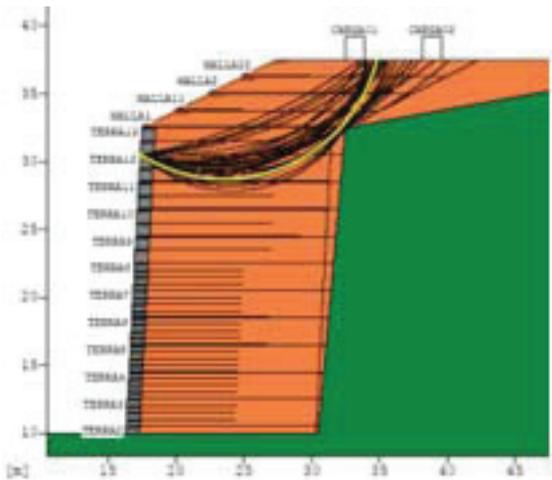
## EL PROBLEMA

Las complicaciones asociadas a un muro de contención de 22.5m de altura requerían de un sistema resistente y flexible que soporte los empujes generados por sí mismo y las cargas adicionales.

Las cargas impuestas por los camiones mineros y por la elevada aceleración sísmica de la zona, generarían grandes concentraciones de refuerzos y por consecuencia altos costos y dificultad de instalación.

La zona exigía el empleo de refuerzos que aseguraran que la tensión de diseño a largo plazo no se viera comprometida por la degradación química, biológica o ambiental.

Dada la proximidad de las lluvias en el área de explotación minera era necesario concluir la altura total del muro rápidamente para iniciar el montaje de la chancadora primaria; por tanto, el factor tiempo era primordial.



## EL DISEÑO

El diseño del Muro de Contención fue encargado por la empresa Graña y Montero al departamento técnico de Tecnología de Materiales, que con el apoyo de Maccaferri de Perú, propuso un muro de suelo reforzado con el sistema Paramesh, conformado por elementos terramesh y geomallas estructurales poliméricas como una solución técnicamente confiable y económicamente mas atractiva que otras alternativas.

Se empleó para tal fin el Software MacStars 2000, basado en la teoría de Equilibrio Límite y la metodología de Bishop, que

permite el análisis de estructuras incorporando diversos tipos de refuerzos y solicitaciones. El proyecto consta de 18 muros de suelo reforzado, con 3° de inclinación en el paramento, conformado por Geomallas de 200kN/m como refuerzo principal y elementos terramesh como refuerzo secundario

y superficial. Las alturas de dichos muros varían de 1.5m a 22.5m de altura, y adicionalmente presentan un talud en su parte superior, de 5m de altura y una inclinación 2:1 (H:V), reforzado con geomallas de 114kN/m de resistencia última.

## LA CONSTRUCCIÓN

La construcción estuvo a cargo de la empresa Huamachuco S.A., subcontratada por GyM, y la supervisión corrió por cuenta de SNC Lavalin. Tecnología de Materiales mantuvo a tiempo completo durante el desarrollo de la obra, un ingeniero encargado de la asesoría y asistencia técnica en la instalación de los elementos de refuerzo. Esto incluyó el mejoramiento de los rendimientos en el llenado de los elementos terramesh y en la instalación de las geomallas y relleno estructural, minimizando los daños de instalación y asegurando la interacción con el suelo para una óptima transferencia de cargas. El relleno granular era traído en camiones volquete 6x4 de 26ton (10m<sup>3</sup> capacidad) y compactado mediante 2 tipos de rodillos: un rodillo de 10 ton c/vib. para el cuerpo del relleno y un rodillo “bermero” de 2 ton c/vib., para compactar 1m de relleno detrás de los gaviones. De esta manera se logró alcanzar los 95% de Proctor Modificado especificados (los valores excedieron el 100% del Proctor Estándar).

En la parte inferior el refuerzo está constituido por elementos terramesh de 0.5m de altura y en las zonas superiores de 1.0m de altura. Las geomallas se instalaron en espaciamientos de 1 a 2m de altura y en longitudes máximas detrás del paramento del orden. Para interceptar el agua de filtración proveniente de las fisuras de la roca posterior y evitar así posibles presiones hidrostáticas, se instaló un drenaje con grava menor a 2” de diámetro, envuelta por un geotextil, por detrás de la zona reforzada y tuberías perforadas de HDPE (polietileno de alta densidad) con salida hacia la cara frontal de la estructura.



## BENEFICIOS DEL SISTEMA

- El sistema empleado ha sido construido en instalaciones similares en otras partes del mundo y está garantizado por la tecnología y los productos de Maccaferri.
- Las unidades modulares del Sistema Terramesh salieron de fábrica en Perú con las longitudes de refuerzo de acuerdo al diseño, en las cantidades necesarias, según el cronograma de entrega de materiales en el lugar de la obra, facilitando la instalación rápida por parte del contratista.
- El PVC y el revestimiento GALFAN que recubren la malla de los elementos terramesh asegura que la tensión de diseño a largo plazo no se vea comprometida por la degradación química, biológica o ambiental. Así mismo, las geomallas son elementos químicamente inertes, lo que asegura una durabilidad acorde con la vida útil de la estructura.
- TDM ofreció asistencia técnica permanente, incluso para el replanteo en obra de los diseños y la adecuación del proyecto a las características del terreno.