

CASO HISTÓRICO

# ESTABILIDAD Y CONTENCIÓN

RESUMEN DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

PRESAS CAJAMARQUILLA



FECHA DE EJECUCIÓN: 2005

UBICACIÓN GEOGRÁFICA: PROVINCIA DE PASCO, PERÚ

ENTIDAD CONTRATANTE: COMPAÑÍA MINERA ATACocha

CONSULTOR: GEOSERVICE INGENIERÍA S.R.L.

PRODUCTOS UTILIZADOS: GEOMALLAS POLIMÉRICAS UNIAXIALES

## ANTECEDENTES

El presente proyecto fue desarrollado por la compañía consultora Geoservice Ingeniería S.R.L. para la Compañía Minera Atacocha S.A. con la finalidad de generar un nuevo depósito de relaves en la zona de Marcopampa, ubicado en las cabeceras del río Huallaga, a la altura del Km. 325 de la Carretera Central, en la vecindad de la Comunidad Campesina Cajamarquilla, Distrito de Yarusyacán, Provincia de Pasco, Departamento de Pasco y a 1.5 Km. Aguas abajo de su Planta Concentradora.

Inicialmente Atacocha disponía de sus relaves en el depósito denominado "Ticlacayán" (Vaso 1), recrecido 17m empleando geomallas poliméricas provistas por TDM en el año 2004, el mismo que se encontraba próximo a llegar a su cota máxima de almacenamiento. Es en ese período que se presentan algunas condiciones inusuales que impiden la construcción del depósito denominado "Atacocha" (Vaso 2), previsto originalmente para poder continuar con la disposición de relaves.

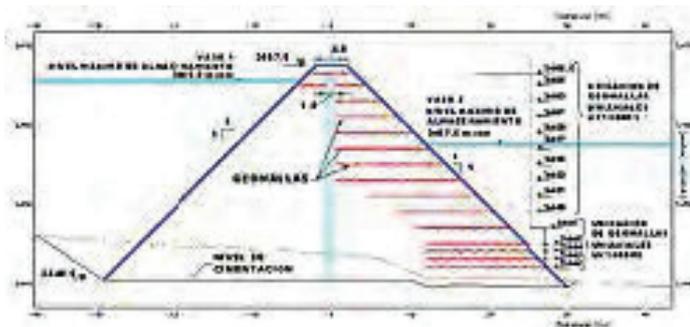
Es bajo esta situación que Atacocha desarrolló un proyecto alternativo denominado "Vaso Cajamarquilla" que permitió

tener cubierto el corto plazo de operación de la Concentradora y evitar condiciones de cierre o paralización de las operaciones mineras hasta la finalización de la construcción del Vaso 2. Dicho proyecto consistía en optimizar al máximo la caprichosa geografía de la zona para la construcción de 3 vasos denominados "Cajamarquilla 1, 2 y 3"

Para tal fin, se diseñaron 4 presas de tierra denominadas "Cajamarquilla 1, 2, 3 y 4". Adicionalmente, para realizar la construcción de las presas, fue necesario derivar las aguas del río Huallaga mediante un túnel de aproximadamente 1Km. de longitud situado en la margen izquierda del cauce del río para alejarlo de la zona de depósito de relaves y entregado aguas abajo del proyecto.

Para complementar el proyecto, en la margen derecha del cauce del río se construyeron unos muros de contención de concreto armado reforzados con contrafuertes para proteger a la Carretera Central y formar los vasos donde se depositaría el relave. La altura de estos muros variaba entre 6 a 15m.

## DISEÑO



Para los diseños de las presas, Geoservice Ingeniería S.R.L. consideró el empleo de geomallas poliméricas uniaxiales Tensar, tecnología de punta provista por Tecnología de Materiales S.A., que permitió el diseño y construcción de las presas con taludes mucho más inclinados ( $45^\circ$ ) en comparación con los métodos de diseño convencionales, asegurando al mismo tiempo la estabilidad estática y sísmica del depósito de relaves. Los análisis de estabilidad de las presas reforzadas con geomallas fueron realizados con el software G-Slope.

El diseño de los vasos se dividió de la siguiente manera:

### Vaso 1:

*Presa de Tierra Cajamarquilla 1:*

- Altura máxima: 19.40 m
- Nivel de Corona: 3467.50 msnm
- Talud Aguas Arriba: 1.5H:1.0V
- Talud Aguas Abajo: 1.0H:1.0V

*Presa de Tierra Cajamarquilla 2 (Reforzada con Geomallas):*

- Altura máxima: 28.80 m
- Nivel de Corona: 3467.50 msnm
- Talud Aguas Arriba: 1.0H:1.0V
- Talud Aguas Abajo: 1.0H:1.0V

*Muro de Sostentamiento de Concreto Armado:*

- Longitud del Muro: 285 m
- Alturas Variables: 6 a 15 m



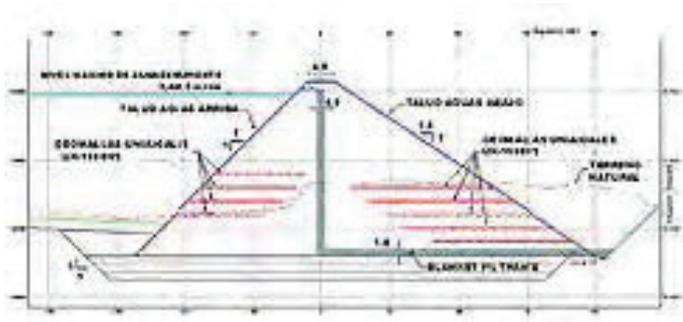
### Vaso 2:

*Presa de Tierra Cajamarquilla 2 (Reforzada con Geomallas):*

- Altura máxima: 28.80 m
- Nivel de Corona: 3467.50 msnm
- Talud Aguas Arriba: 1H: 1V
- Talud Aguas abajo: 1H: 1V

### *Presas de Tierra Cajamarquilla 3 (Reforzada con Geomallas):*

- Altura máxima: 28 m
- Nivel de Corona: 3459.50 msnm
- Talud Aguas Arriba: 1.0H:1.0V
- Talud Aguas abajo: 1.5H:1.0V



### **Vaso 3:**

#### *Muro de Sostenimiento de Concreto Armado:*

- Longitud de Muro: 210 m
- Alturas Variables: 6 a 15 m



### *Presas de Tierra Cajamarquilla 3 (Reforzada con Geomallas):*

- Altura máxima: 28 m
- Nivel de Corona: 3459.50 msnm
- Talud Aguas Arriba: 1.0H:1.0V
- Talud Aguas abajo: 1.5H:1.0V

### *Presas de Tierra Cajamarquilla 4 (Reforzada con Geomallas):*

- Altura máxima: 25.5 m
- Nivel de Corona: 3451.5 msnm
- Talud Aguas Arriba: 1.0H:1.0V
- Talud Aguas Abajo: 1.5H:1.0V

#### *Muro de Sostenimiento de Concreto Armado:*

- Longitud del Muro: 210 m
- Alturas Variables: 7 a 15 m



### **Construcción:**

La construcción de las presas se inició a finales del 2005 con la construcción de la presa Cajamarquilla 1 y continuó un proceso de construcción secuencial con la presa Cajamarquilla 2 y los muros de concreto.

La construcción de las presas se inició a finales del 2005 con la construcción de la presa Cajamarquilla 1 y continuó un proceso de construcción secuencial con la presa Cajamarquilla 2 y los muros de concreto armado para conformar el vaso 1, el cual una vez culminado inició sus trabajos de almacenaje de relaves mientras se construía la presa de relaves Cajamarquilla 3 para formar el vaso 2 y la presa Cajamarquilla 4 para conformar el vaso 3.

El material de relleno empleado para la conformación de las presas fue escombros de mina en el caso de Cajamarquilla 1, mientras que para Cajamarquilla 2, 3 y 4 se empleó una combinación de escombros con relaves compactados. Los trabajos de acomodo de material y compactación del relleno fueron realizados con cargadores frontales, los cuales eran los encargados de esparcir el material de relleno sobre la geomalla uniaxial y por rodillos de 10 ton. c/vibración que compactaron el material al 95% de proctor modificado, en medio de rigurosos controles de calidad.

Finalmente, la obra culminó en Octubre del 2006, instalándose varios miles de m<sup>2</sup> de geomallas Tensar UX1500MSE.

### **Beneficios:**

- El incremento de las pendientes de los taludes de las presas usando geomallas permitió ahorrar en material de relleno, acortar los cronogramas.
- La geomalla de polietileno de alta densidad que sirve de refuerzo es un material inerte a la degradación química y biológica, por lo tanto asegura que la tensión de diseño a largo plazo empleada en los cálculos no se vea comprometida bajo ninguna circunstancia, asegurando un desempeño constante de la estructura a través del tiempo.
- El uso de geomallas de refuerzo permitió incrementar los FS tanto en análisis estáticos como dinámicos de las presas de relaves.
- La construcción fue bastante simple, sin la necesidad de emplear maquinaria especial, empleando incluso mano de obra no calificada de la zona.