



# PROYECTO MÚLTIPLE MISICUNI

Erik Muñoz Vargas 1  
 Catedrático Universidad del Valle - Cochabamba  
 Juan Pablo Rojas A., René Murillo C., Jaime Ponce B. 2

## INTRODUCCIÓN

El Proyecto Múltiple Misicuni consiste en el aprovechamiento hídrico de las cuencas de los ríos Misicuni, Viscachas y Putucuni, al otro lado de la Cordillera del Tunari, mediante el represamiento y trasvase de sus aguas.

El mejoramiento de la disponibilidad de agua en el Valle Central de Cochabamba representa la superación del más importante obstáculo para el desarrollo económico, social y cultural de Cochabamba.

Mediante la realización de varios estudios, se confirma que este Proyecto es la forma más económica de proveer agua adicional al Valle de Cochabamba, debiéndose encarar su ejecución por etapas, en función de la demanda.

A continuación, se presenta el esquema de áreas de influencia y las obras del Proyecto.

**FIGURA N° 1**  
**ESQUEMA DE ÁREAS DE INFLUENCIA Y LAS OBRAS DEL PROYECTO**



Fuente: (1)

## OBJETIVO

El propósito de la visita técnica (28/05/2010) a Misicuni es identificar las diferentes obras en sus respectivas etapas que se realizan en el Proyecto del mismo nombre.

1. Ingeniero Civil - Máster Recursos Hídricos  
 2. Estudiantes Ingeniería Civil - Universidad del Valle

**DESCRIPCIÓN**

**Túnel de desviación y galería de acceso**

El primer lugar de visita fue el túnel de desviación y la galería de acceso, los cuales corresponden a la segunda etapa del Proyecto y se desarrollan junto a la construcción de la represa.

La función principal de este túnel es desviar el contenido de la presa hacia el Río Misicuni, el cual se halla más abajo, para mantener constante un caudal ambiental, sin producir cambios en el geosistema que existe en esa región inferior. Otra función destinada al túnel es la de controlar el rebalse de la presa.

Se pudo observar que ya tenía un porcentaje de avance; parte de la sección del cerro ya había sido removida hasta el punto de acceso del túnel y estaba revestida con shot-crete (hormigón lanzado), con el objetivo de estabilizar los taludes que eran relativamente verticales.

**FIGURA N° 2**  
**Túnel de desviación**



*Fuente: Elaboración propia, 2010*

**FIGURA N° 3**  
**Capa de Shot Crete**



*Fuente: Elaboración propia, 2010*

Este hormigón tiene una capa de 15 cm. y es preparado con fibras de acero; resulta un hormigón de alta resistencia a la compresión, elaborado minuciosamente con agregados de diámetro máximo de ½”, para disminuir el porcentaje de rebote.

El método de excavación utilizado en el túnel es el Método de Voladura, que consiste en la perforación de hoyos en la roca, realizado mediante una máquina especial llamada Jumbo, que perfora por roto percusión; luego, se colocan explosivos controlados a distancia hasta lograr la excavación del túnel.

**FIGURA N° 3**  
**Jumbo (perforadora)**



*Fuente: Elaboración propia, 2010*

Para la extracción de los materiales removidos por la voladura, se usa una maquinaria especial para túneles llamada Scoop, con una cuchilla especial y reforzada, para manejar materiales altamente abrasivos.

**FIGURA N° 4**  
**Scoop**



*Fuente: Elaboración propia, 2010*

El túnel tendrá una estructura de acero de refuerzo ante posibles derrumbes que podrían existir; estos refuerzos son prefabricados para luego ensamblarlos dentro el túnel.

**FIGURA N° 5**  
**Estructura de refuerzo de acero**



Fuente: Elaboración propia, 2010

A continuación, se detalla constructivos del túnel de desviación y de la galería de acceso respectivamente:

TÚNEL DE DESVIACIÓN	
Ubicación	Margen izquierda
Sección	Circular
Longitud	444 m
Diámetro interno	4,50 m
Pendiente	±1,0%
Capacidad de diseño para desvío	180 m <sup>3</sup> /s
Longitud zona revestida	444 m
GALERÍA DE ACCESO A LA DESCARGA DE FONDO	
Longitud	236 m
Sección	Herradura
Diámetro interno	3,70 m (2)

**Ataguías**

Estas estructuras tienen como función derivar el agua hacia el túnel, abajo y arriba; serán construidas con materiales seleccionados de la zona; se encuentra ya separado y apilado.

**FIGURA N° 6**  
**Material apilado**



Fuente: Elaboración propia, 2010

**Presa**

La construcción de la presa se realizará durante la Primera y Segunda Etapa del Proyecto. En la primera presa, se alcanzará una altura de 85 m y en la Segunda, de 120 m.

Subimos hasta la cota 3782 msnm para poder observar el lugar en el que se construirá la presa; actualmente, el Proyecto se encuentra en la primera fase: se está procediendo con la extracción de todo el material de la zona de construcción.

Para esto, se está utilizando maquinaria pesada, adquirida por el contratista exclusivamente para el Proyecto Misicuni; se cuenta con 12 volquetas de 25 m<sup>3</sup> y también con excavadoras con cucharas de hasta 5 m<sup>3</sup>.

**FIGURA N° 7**  
**Maquinaria pesada**



Fuente: Elaboración propia, 2010

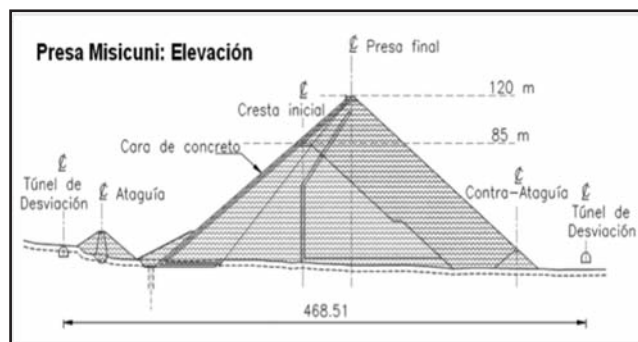
**FIGURA N° 8**  
Volquete 25m3 (CAT-740)



Fuente: Elaboración propia, 2010

La presa será construida con 7 materiales distintos, sin contar con las ataguías; tendrá una capa de concreto de 50 cm de espesor. Esta presa será una estructura deflectora, por lo cual constará de un salto de esquí, aguas abajo.

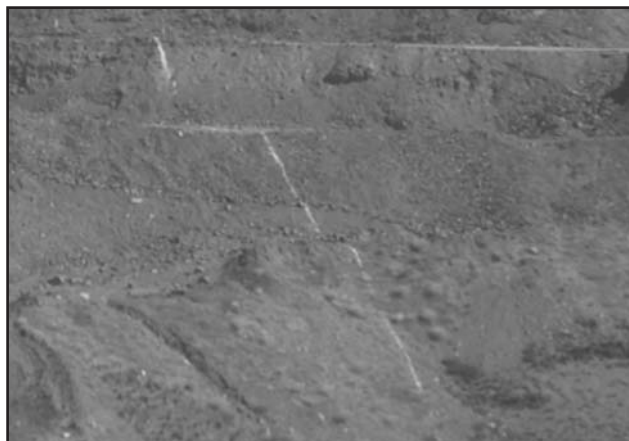
**FIGURA N° 9**



Fuente: (3)

Se construirán caminos por encima de la presa; para ello, se tomaron las medidas necesarias para evitar rebalses. El nivel máximo esperado está delimitado por postes blancos a lo largo de los cerros; también se tiene una delimitación de lo que llegaría a ser el eje de la cresta de la presa y que está marcada a lo largo de los cerros contiguos, por medio de una línea de cal.

**FIGURA N° 10**  
Eje de la presa



Fuente: Elaboración propia, 2010

A continuación, se cita algunas de las características de la presa y sus estructuras secundarias:

<b>EMBALSE de Misicuni</b>	
Nivel máximo (1ª etapa)	3740 msnm
Nivel máximo (Final)	3774 msnm
Nivel mínimo de operación	3725 msnm
Volumen embalsado útil (1ª etapa)	31,5 x 106 m3
Volumen embalsado útil (final)	154 x 106 m3
Volumen total embalsado	185 x 106 m3
<b>PRESA DE MISICUNI</b>	
Tipo	Presa de gravas con cara de concreto
Ubicación del eje	
Margen derecha	8 108 146,92N 784 554,39E
Margen izquierda	8 108 089,14N 784 119,77E
Elevación cresta (1ª etapa)	3749 msnm
Elevación cresta (final)	3784 msnm
Longitud de la cresta (1ª etapa)	302 m
Longitud de la cresta (final)	434 m
Altura sobre el fondo del río (1ª etapa)	77 m 112 m
Altura sobre el fondo del río (final)	
Altura sobre fundación del plinto (1ª etapa)	85 m
Altura sobre fundación del plinto (final)	120 m
Taludes	
Aguas arriba	1,5H:1V
Aguas abajo	1,4H:1V

REBOSADERO	
Tipo	Canal abierto con estructura de control canal y deflector, ubicado sobre la margen izquierda.
Estructura de control	
Elevación cresta Gola (1ª etapa)	3740 msnm
Elevación cresta Gola (final)	3774 msnm
Creciente máxima probable	2300 m3/s
Máxima descarga	1220 m3/s (3)

### Túnel principal

El Túnel Principal forma parte de las obras de la Primera Etapa; su construcción fue iniciada en 1995 con la excavación de la Ventana Calio y, en enero de 2005, se finalizó el proceso de excavación y el revestimiento de hormigón. El propósito del túnel es el de transportar agua hacia Cochabamba.

Actualmente, el túnel transporta a Semapa un caudal de 100 lts/s, el cual podría subir a 150 lts/s, pero lamentablemente Semapa no puede recibir un mayor caudal, ya que todas sus instalaciones se encuentran totalmente saturadas. Toda el agua que recibe actualmente Semapa se aprovecha del Río Misicuni, a través de una obra de toma que se trata, con más detalle, en el siguiente acápite.

En la bocatoma, se pudo observar las tuberías que transportaban el agua hacia dicha bocatoma; son de fierro con uniones soldadas y sujetadas mediante unas abrazaderas metálicas, asentadas sobre anclajes y apoyos de concreto, que permiten la dilatación de la tubería.

**FIGURA N° 11**  
Tubería de fierro



Fuente: Elaboración propia, 2010

**FIGURA N° 12**  
Bocatoma



Fuente: Elaboración propia, 2010

Algunas características del túnel principal son las siguientes:

- Longitud: 19,449 m +700 m
- Diámetro excavación con TBM (topo) 3.50 m
- Diámetro excavación con perforación y voladura 4.00 m sección herradura
- Diámetro sección revestida TBM 2.70 / 2.60 m
- Sección revestida convencional 3.20 m (promedio)
- Sección blindada diámetro 2.20 / 1.80 m
- Pozo Intermedio diámetros 8 m 160 m de altura
- Chimenea de equilibrio con tanque de expansión diámetro 2.6 m 150 m de altura, diámetro del tanque 15 m
- Pendiente del túnel 4.5 por mil
- Ventana Calio (ingreso al túnel) 310m
- Caudal de diseño 14.7 m3/s (4)

### Obra de toma

Esta toma provisional del Río Misicuni es para abastecer de agua temporalmente a Cochabamba, a través del túnel principal. Es una obra de toma tipo Tirolesa o toma de Fondo, que consiste en la captación de agua mediante un canal semisubterráneo, construido transversalmente al río.

La característica principal que se pudo observar en esta obra era que las rejas de la toma estaban dispuestas de manera inclinada, ayudando así a que los sedimentos arrastrados por el río, sean deslizados por efecto de gravedad; tal estrategia no necesita de mucho mantenimiento.

También, se observó los muros de encauce, contruados de concreto; luego, como toda obra de toma contaba con un tanque dissipador de energía; sirve cuando existen tirantes elevados.

**FIGURA N° 13**  
Toma tirolesa



Fuente: Elaboración propia, 2010

A continuación, existe con una compuerta, la cual controla el caudal de acceso hacia el desarenador; está seguida de un canal que transporta el agua hacia la cámara de distribución; ésta dirige el agua hacia una compuerta de acceso a las tuberías del túnel principal y a otra compuerta, con dirección hacia el río nuevamente.

**FIGURA N° 14**  
Desarenador



Fuente: Elaboración propia, 2010

**FIGURA N° 15**  
Cámara de distribución



Fuente: Elaboración propia, 2010

**Instalaciones**

El campamento cuenta con instalaciones de mantenimiento de maquinaria, depósito de aceites, tanques de gasolina y diesel, y también con laboratorios de suelos para la realización de diferentes ensayos.

Los ensayos que se pueden realizar con los equipos que cuenta el laboratorio son:

- Ensayo de porcentaje de rebote
- Ensayo de compresión del hormigón a los 28 días
- Ensayo de asentamiento del hormigón (cono de Abrams)
- Ensayo de compactación
- Ensayo de porcentaje de humedad del suelo
- Ensayo de agua de Vicat
- Ensayo de los límites de Atterberg

**FIGURA N° 16**  
Tanque de agua (laboratorio)



Fuente: Elaboración propia, 2010

**FIGURA N° 17**  
**Instalaciones para mantenimiento**



*Fuente: Elaboración propia, 2010*

### CONCLUSIONES

- En estas obras de gran magnitud, siempre se deben contemplar todos los factores influyentes antes, durante y después de la construcción: por ejemplo, el cuidado del medio ambiente, haciendo un análisis y planes de mitigación de impactos medio ambientales; construcción de caminos de acceso a la obra, dentro la obra y de acceso a las comunidades.
- Como existían poblaciones en el área del Proyecto, se tuvo que reubicarlos, ofreciéndoles una mejor calidad de vida, con todos los servicios básicos (electricidad, agua potable y saneamiento básico).
- Los fines que persigue el Proyecto Misicuni son los de abastecer de agua potable a la población del Departamento de Cochabamba; también, el aprovechamiento del agua del embalse para la transformación de energía, mediante una planta hidroeléctrica.

### RECOMENDACIONES

- Siempre es necesario contar con equipo de protección personal (casco, overol de trabajo con cintas reflectivas, botines de protección, protectores auditivos, lentes de protección, etc.) debido a que se está en riesgo constante y así prevenir accidentes.

- Se debe tener cuidado de la ubicación y protección de materiales contaminantes del suelo, como turriles de aceite para el mantenimiento de la maquinaria pesada o los tanques de combustible.
- Se debe mantener constante señalización en los caminos, ya que por éstos transitan diariamente maquinaria pesada; se podría ocasionar accidentes si no se encuentran bien controlados y, además, no se debe perjudicar el libre movimiento de la maquinaria en continuo trabajo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) EMPRESA MISICUNI. ESQUEMA DE ÁREAS DE INFLUENCIA Y LAS OBRAS DEL PROYECTO. <http://www.misicuni.net/descripcion-e-informacion-del-proyecto-multiple-misicuni/index.htm> (junio 2010)

(2) EMPRESA MISICUNI. DESCRIPCIÓN E INFORMACIÓN DEL PROYECTO MÚLTIPLE MISICUNI. <http://www.misicuni.net/descripcion-e-informacion-del-proyecto-multiple-misicuni/index.htm> (junio 2010)

(3) EMPRESA MISICUNI. PRESA. <http://www.misicuni.net/descripcion-e-informacion-del-proyecto-multiple-misicuni/index.htm> (junio 2010)

(4) EMPRESA MISICUNI. TUNEL PRINCIPAL. <http://www.misicuni.net/descripcion-e-informacion-del-proyecto-multiple-misicuni/index.htm> (junio 2012)

### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

EMPRESA MISICUNI. INFORME DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA. <http://www.misicuni.net/construccion-presa/index.htm> (junio 2010)