

worldwide leader in the foundation engineering field



REFERENCIA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



Presa Borde Seco

Estado Tachira,
Republica Bolivariana de Venezuela



Pantalla de Concreto
Plastic Cut-Off Wall

Drenes - Piezometros
Drains - Piezometers

Cliente :
Owner :

CADAFE

Contratista Principal :
Main Contractor :

Consortio formado para
TREVII SPA - TREVIFIN SPA - SEMBENELLI

Duration de los trabacos :
Duration of work :

2003 - 2006

Introduccion

La presa Borde Seco es una presa de tierra ubicada sobre el Río Camburito que se encuentra en el estado Táchira, en Venezuela, y forma parte del complejo hidroeléctrico Uribante-Caparo, administrado por DESURCA, filial de CADAPE (Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico) la cual es la entidad contratante. La presa, junto con la presa La Vueltoza, forma parte del Tercer Desarrollo y las dos presas conforman un solo embalse de 5.7 mil millones de metros cúbicos con una producción de energía de 460 MW: La Vueltoza generará energía y Borde Seco funcionará como cierre lateral con el aliviadero.

La construcción de la presa Borde Seco se inició en el año 1981, mas fue durante la excavación de las fundaciones en el año 1983 que se detectó en la parte alta de los estribos la presencia de

una capa de arenisca friable, de 18 a 20 m de espesor, confinada entre dos capas de lutita de aproximadamente 2 m de espesor. Estas capas son situadas a cotas de operación del embalse entre 280 y 310 m. La condición de alta permeabilidad y la presencia de areniscas friables propensas a la erosión interna, obligaron a realizar un tratamiento efectivo a los mismos.

Descripcion del proyecto

El Consorcio formado por TREVI SpA, TREVI FINANZIARIA INDUSTRIALE SpA y SC-SEMBENELLI CONSULTING Srl se adjudicó el contrato de la reparación de la presa. El proyecto de reparación de la presa Borde Seco fue elaborado por TREVI-SEMBENELLI y consistió en:



Introduction

Borde Seco dam is an earth dam over the Camburito River, in the Táchira State, Venezuela, and is part of the Uribante-Caparo hydroelectric system administrated by DESURCA, a branch of CADAPE which is the Client. The dam, together with La Vueltoza dam, is part of the Third Development and the two dams are part of a reservoir of 5.7 billions of cubic meters which produces 460 MW: La Vueltoza will generate the power, while Borde Seco will be the lock and the spillway. The Borde Seco dam is 125 m high, 600 m large, with a top elevation at 320 m.

Borde Seco dam's construction began in 1981, but it was during the foundation construction in 1983 that a layer of friable sandstone 18÷20 m thick was found on top of the abutments, between two layers of claystone 2 m thick. These layers are found at working levels of the reservoir, between 280 and 310 m.

The high permeability and the presence of friable sandstone liable to internal erosion obliged the Owner to execute a soil treatment to solve these problems.



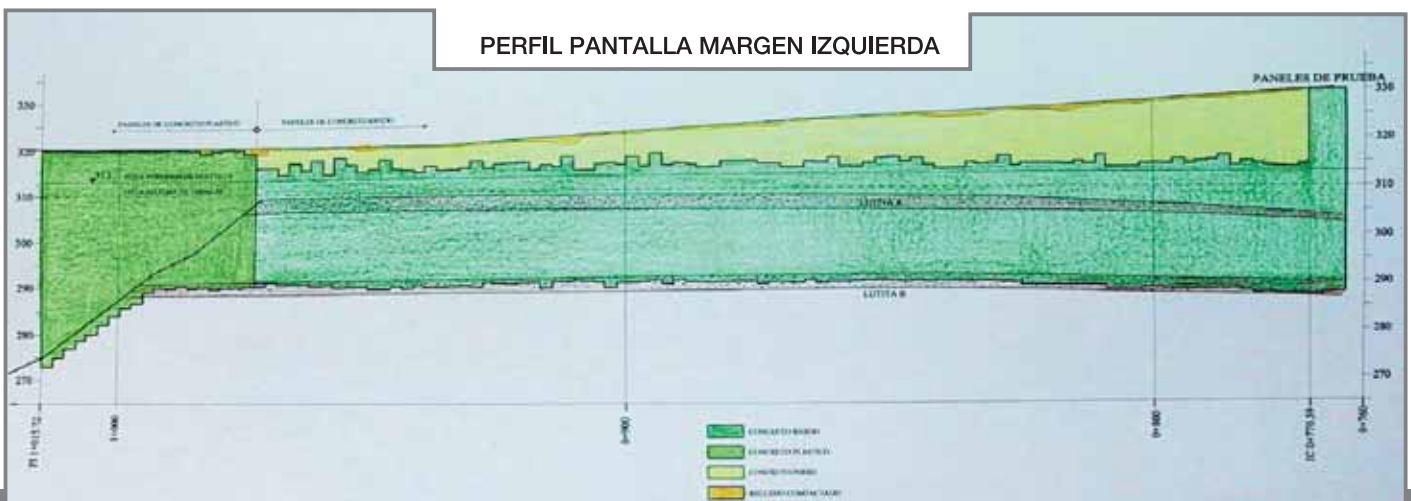
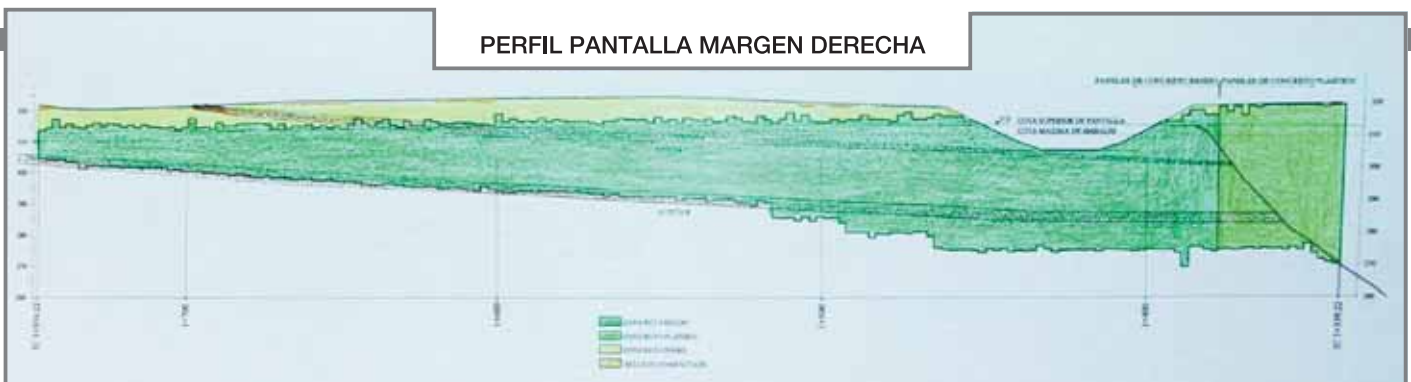
PLAN D'ENSEMBLE DES AMENAGEMENTS URIBANTE-DORADAS-CAPARO

El Consorcio formado por TREVI SpA, TREVI FINANZIARIA INDUSTRIALE SpA y SC-SEMBENELLI CONSULTING Srl se adjudicó el contrato de la reparación de la presa. El proyecto de reparación de la presa Borde Seco fue elaborado por TREVI-SEMBENELLI y consistió en:

- Excavación de pantallas vaciadas con concreto en ambos estribos de la presa con la utilización de Hidrofresas.
- Perforación de drenes en las galerías existentes.
- Perforación de pozos para instalación de piezómetros a cuerda vibrante.
- Instalación de un sistema automático de adquisición de datos piezométricos.

Geología del area

El área donde se ubica la presa, está constituida por capas gruesas de arenisca glauconítica, prácticamente horizontales, intercaladas con capas delgadas de lutita. Las referidas capas de arenisca pasan transicionalmente a areniscas calcáreas y calizas. Hay tres capas de lutitas que separan tres unidades hidrogeológicas permeables que se mantiene a lo largo del canal donde se colocó la presa.



Description of the project

The Consortium established by TREVI SpA, TREVI FINANZIARIA INDUSTRIALE SpA and SC-SEMBENELLI CONSULTING Srl was awarded a contract for the dam's rehabilitation.

The Borde Seco's rehabilitation project was developed by TREVI-SEMBENELLI and envisaged the following:

- Excavation of concrete slurry walls on both abutments of the dam by means of hydromills.
- Drilling of drainage holes in the existing tunnels.
- Drilling of wells for the installation of vibrating wire piezometers.
- Installation of an automatic system for the recording of piezometric data.

Geology

The area where the dam is located is made up of thick horizontal layers of glauconitic sandstone, alternated with thin layers of claystone. Said sandstone layers pinch out to chalky sandstone and limestone. There are three claystone layers which separate three pervious hydro-geological units scattered along the canal where the dam was built.

Trabajos ejecutados

Excavación de pantallas

La dimensión de la pantalla fue de 0,80 m de ancho con paneles de 2,40 m de largo y un solape de 0,15 m. En margen derecha se excavaron 413 m lineales, equivalente a 13.541 m² y en margen izquierda 249 m lineales equivalentes a 8.435 m² por un total de 21.976 m².

Las rocas excavadas fueron areniscas limosas y calizas, cuya RCS se ubicó entre 30 MPa para las areniscas limosas y hasta 120 MPa las calizas.

En la margen derecha se construyó un terraplén de tierra reforzada para construir la pantalla frente al aliviadero. La impermeabilización entre la pantalla y la estructura del aliviadero se realizó colocando

una geomembrana de PVC. Esta fue soldada a un "water stop" que se empotró en la viga de coronamiento de la pantalla y por el otro extremo a la estructura de concreto del aliviadero.

Perforación de drenes

Por las aguas abajo de la pantalla, tanto en margen izquierda como en margen derecha, se perforaron drenes desde los túneles 1, 2, 3, y 4, totalizando 6.657 m lineales de perforación y en su interior se instalaron tubos ranurados con boquillas y mangueras de PVC para conducir el agua a los canales de desague de los túneles.

Perforación e instalación de piezómetros

Con la finalidad de monitorear en tiempo real los niveles freáticos de los puntos más importantes de la presa se diseñó un sistema



Works carried out

Excavation of slurry walls

The slurry wall was 0,80 m thick with 2,40 m long panels and a 0,15 m superposition. A total of 413 linear metres, equivalent to 13.541 m², were excavated in the right abutment, whereas 249 linear metres, equivalent to 8.435 m², were excavated in the left abutment, thus reaching a total of 21.976 m². The excavated rocks consisted of silty sandstone and limestone, whose unconfined compression strength ranged from 30 MPa - as for the silty sandstone - up to 120 MPa for limestone. An embankment of reinforced soil was built on the right abutment in order to construct the slurry wall opposite the spillway. The waterproofing between the slurry wall and the spillway's structure was obtained by placing a PVC geo-membrane. The latter was welded to a water stop which had been embedded into the slurry wall's surrounding beam, as well as to the spillway's concrete structure.



de auscultación mediante piezómetros a cuerda vibrante removibles, ubicados estratégicamente a lo largo de toda la presa. También se instaló un data-logger que recoge la información de todos los piezómetros de la presa.

Los piezómetros a cuerda vibrante fueron instalados en tubos casagrande de PVC con celda porosa en el fondo ubicados en perforaciones estratégicamente ubicadas.

Perforación de sondeos para piezómetros

En margen izquierda: 1.318 m
 En margen derecha: 1.321 m
Total: 2.639 m

Instalación de tubos piezométricos

En margen izquierda: 27 unidades

En margen derecha:

32 unidades

Adquisición automática de datos piezométricos

Cada piezómetro fue cableado hasta las casetas de lectura ubicadas una en cada estribo equipadas con el data-logger. Fue instalada una PC que recolecta toda la información ubicada en la caseta de margen derecha comunicada con la caseta de margen izquierda mediante fibra óptica. Un software dedicado se encarga de realizar las mediciones en forma automática a lapsos programados.



Drilling of drainage holes

In order to reach the water below the slurry wall, drainage holes were drilled from tunnels 1, 2, 3, and 4, both in the left abutment and in the right one, totalling 6.657 linear drill meters. Some grooved pipes with nozzles and PVC flexible pipes were installed inside them in order to direct water into the tunnels' gutters.

Drilling and installation of piezometers

In order to carry out a real-time monitoring of the water-bearing levels along the dam's most crucial points, a recording system with removable vibrating wire piezometers was designed and installed. The piezometers were strategically placed along the dam. A data-logger was also installed to collect the information recorded by all piezometers.

The vibrating wire piezometers were installed inside PVC Casagrande pipes with porous cell at the bottom and suitably located in strategically placed drillings.

Drilling and coring for piezometers

Left abutment: 1.318 m
 Right abutment: 1.321 m
Total: 2.639 m

Installation of piezometric pipes

Left abutment: 27 units
 Right abutment: 32 units

Automatic piezometric data collection

Each piezometer was wired to the readout boxes located in each abutment and equipped with a data-logger. A PC was installed so as to collect all the information stored in the right-side box connected to the left-side box via optical fibre. Special software automatically carried out measurements at planned intervals.

Tecnología utilizada

Pantalla. La pantalla se excavó utilizando dos hidrofresas, la HC-03 y la HF12000, cada equipo con una desarenadora de 450 m³/h y una planta eléctrica de 640 kW. Se utilizaron también dos grúas de apoyo de 70 y 100 ton de capacidad para los servicios de obra.

Perforaciones para drenes. La perforación de los drenes se realizó utilizando perforadoras con martillo de fondo de 3" de diámetro. Se utilizaron tres equipos de perforación.

Perforación para piezómetros. La perforaciones se realizaron con el equipo Soilmec SM-505 y SM-305, utilizando martillo rotopercutor de fondo de 5" y 4" de diámetro. En los casos que se encontraba grava o roca muy blanda se iniciaba la perforación con el sistema Odex.

Control de calidad

Las hidrofresas, tanto la HC03 como la HF 12000, estaban equipadas con sensores para medir las desviaciones de los paneles en los sentidos paralelo y perpendicular al eje de la pantalla por lo tanto se realizaban las correcciones correspondientes para mantener la pantalla totalmente vertical, por lo tanto el resultado final fue óptimo.

Al finalizar la pantalla se realizaron sondeos con recuperación de testigos y ensayos tipo Lugeon, a fin de verificar la impermeabilidad de la misma, obteniéndose valores muy bajos demostrando que tanto el concreto como las juntas entre paneles eran totalmente impermeables.



Technologies

Slurry wall. The slurry wall was excavated by means of two hydromills, HC-03 and HF12000, both of them equipped with a 450 m³/h desander and a 640 kW generator. Two supporting cranes 70 ton and 100 ton capacity were also employed for jobsite services.

Drilling of drainage holes. This operation was carried out by using drilling machines with a 3" diameter down-the-hole hammer. Three drilling rigs were employed.

Drilling of piezometers. The drilling was executed by means of the Soilmec SM-505 and SM-305 drilling rigs equipped with a 5" and a 4" diameter roto-percussion down-the-hole hammers. Whenever any gravel or very soft rock was detected, the Odex system was used.

Quality control

Both the HC03 and the HF 12000 hydromills were equipped with sensors intended to measure the panel deviation occurring parallel and perpendicular to the slurry wall's axis. Subsequently, the corresponding corrections were made so as to keep the slurry wall within vertical tolerance. As a consequence, the achieved results were absolutely perfect.

Finally, some coring was executed along with the collection of samples and Lugeon tests in order to check the slurry wall permeability. The values obtained turned out to be very low thus proving that both the concrete and the joints between the panels were completely waterproof.

Cantidades de obra

Pantalla excavada	21.977	m ²
Sondeos de investigación	2.000	m
Terraplen margen derecha	32.700	m ³
Excavación plataformas	28.360	m ³
Perforación de drenes	6.830	m
Perforación para piezómetros	2.665	m
Piezómetros instalados	59	units



Quantity of works

<i>Excavated slurry wall</i>	21.977	m ²
<i>Investigation coring</i>	2.000	m
<i>Earth fills in the right abutment</i>	32.700	m ³
<i>Platforms excavation</i>	28.360	m ³
<i>Drainage holes drilling</i>	6.830	m
<i>Piezometers drillings</i>	2.665	m
<i>Installed piezometers</i>	59	units



TREVICIMENTACIONES VENEZUELA



a **TREVI**Group company

Urbanización el Bosque
 Av. Francisco de Miranda esquina con avenida El Parque
 Torre Country Club, Piso 10
 Chacao - **Caracas** (Venezuela)
 Tlfs. +58.212.9523593 / 9536530 - Fax +58.212.9532631
 e-mail: gerencia@trevivenezuela.com



5819, via Dismano - **Cesena** (FC) - Italy
 Tel. +39.0547.319311 - Fax +39.0547.318542
 e-mail: trevi@trevispa.com
www.trevispa.com




CERTIFICADO

DESURCA Filial de CADAFE certifica que el Consorcio TREVÍ - SERNIBELLI conformado por el GRUPO TREVÍ (95%) y SERNIBELLI CONSULTING (5%) ha ejecutado hasta el día de hoy el 95% del contrato 2002-003-6122 "PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA FASE 2 DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PRISA NEGRO SECO DEL DESARROLLO CAMBIERFO CAFARU", en un todo, de acuerdo con las especificaciones Contractuales.

El trabajo se desarrolló en Venezuela, en el Estado Trujillo, en la zona donde se encuentra el Área de Retención de las aguas del 2002 y con un plazo de ejecución de 22 meses y 23 días a partir de dicha fecha.

El precio contractual para la ejecución de los ítems es de 18.046.527 US\$ más el IVA correspondiente a un total de 2.025.228.275 Bs. (equivalente a US\$ 6.833.642).

El precio contractual para la ejecución de los ítems es de 18.046.527 US\$ más el IVA correspondiente a un total de 2.025.228.275 Bs. (equivalente a US\$ 6.833.642).

PROYECTO: SERVICIO DE INGENIERIA, DISEÑO, PLANOS, CALCULOS, DETALLES, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, MEMORIA TÉCNICA, INFORMES, ETC.)

MONEDAS DE INVESTIGACION	2000 m
CONSTRUCCION DE PANTALLA DE CONCRETO	21.877 m ²
Excavación total	13.211 m ²
Cemento Vertido en Pantalla	6.433 m
DEPTOS	2.645 m
Perforación e instalación de Anclas	15 unidades
PERFORADORES	3.447 m
Perforación para instalación de pilotes	
Instalación de Pilotes	6.365 m
SISTEMA AUTOMÁTICO DE AUSCULTACION	
Calibración	
Calcular	

Los trabajos están asociados a los ítems especificados en el programa.

El Consorcio Trevi - Sernibelli ha ejecutado la obra desde el mes de Marzo de 2006, en el marco del Contrato Subcontrato E. Lora y como ingeniero Responsable el Ing. Juan García Delgado, con la coordinación de la oficina Central de Trevi Caracas por Walter Rivas y desde esa zona por el Ing. Colombo Suarez.

La fase de diseño fue coordinada por el Ing. Luis Alvarado en zona y desde Italia por el Ing. Piero Serranelli.

Se extiende el presente certificado a los 22 días del mes de Marzo de 2006, en las oficinas de DESURCA, a solicitud del Consorcio Trevi - Sernibelli, para ser presentado como antecedente técnico en concursos de precalificación y licitación.

Se hacen cinco (5) ejemplares de un mismo tenor y a un solo efecto, en Caracas el día de hoy, a los veintidós (22) días del mes de Marzo del año 2006.




TREVI (95%) ING. FERRUCIO LUIS PATINO
 PRESIDENTE DE DESURCA

"2002-003-6122" Subcontrato E del desarrollo del Sistema de Retención de las aguas del 2002 y con un plazo de ejecución de 22 meses y 23 días a partir de dicha fecha.