

CORUMANA DAM MOZAMBIQUE

diaframmi plastici
plastic cut-off wall
ancoraggio sfioratore
spillway anchorage
cortina di iniezione
grout curtain



UBICAZIONE E CARATTERISTICHE

La diga di Corumana sorge nella parte meridionale del Mozambico, sul fiume Sabie a 15 km dal centro abitato di Sabie e ad una quarantina di chilometri dalla città di Moamba.

L'opera è stata realizzata con materiali terrosi e nucleo impermeabile in argilla, opere idrauliche in c.a., rivestimenti in rockfill. Serve a regolare le piene del fiume Sabie, irrigare terreni di una vasta zona per lo sviluppo agro-industriale e per l'allevamento bovino dell'intera regione.

L'opera finanziata dal governo italiano rappresenta per la Repubblica Popolare Mozambicana un indispensabile strumento di progresso socio-economico.

LOCATION AND CHARACTERISTICS

The Corumana dam is situated in the south of Mozambique, at the mouth of the Rio Sabie, 15 km. from the town of Sabie and some forty kilometres from Moamba.

The dam is of earthfill type and impervious clay core; the hydraulic structures are in reinforced concrete, and the linings rockfill.

The dam's function is to regulate floods in the river Sabie, to irrigate land over a vast area for agro-industrial development and for livestock farming throughout the whole region.

The project, financed by the Italian government, is an essential component of the socio-economic development of the People's Republic of Mozambique.



Ente appaltante: <i>Owner:</i>	Direccion Nacional Das Aguas Governo Mozambico - Maputo
Contrattista principale: <i>Main contractor:</i>	CO.BO.CO. Corumana Consortium (Soc. Condotte d'Acqua - Roma) C.M.B. Carpi
Durata lavori: <i>Duration of work:</i>	Luglio 1983 - Aprile 1989

CARATTERISTICHE TECNICHE / TECHNICAL SPECIFICATIONS

DIGA in terra e rockfill con nucleo in argilla.	DAM Earth and rockfill with clay core.
Volume di terra : m ³ 8.000.000 Altezza massima : m 46 Lunghezza al coronamento : m 2.330	Soil volume : 8,000,000 m ³ Maximum height : 46 m Crest length : 2,330 m
SFIORATORE E SCARICO DI FONDO Volume di calcestruzzo : m ³ 168.000 Portata massima : 2.500 m ³ /s	SPILLWAY AND BOTTOM OUTLET Volume of concrete : 168,000 m ³ Maximum flow : 2,500 cum/sec
ELEMENTI IDROLOGICI Invaso (area inondata) : 102 km ² Capacità totale invaso : 1.653 milioni m ³	HYDROLOGICAL DATA Reservoir (flooded area) : 102 km ² Total capacity of reservoir : 1,653 million m ³

DESCRIZIONE DEI TERRENI

La formazione del massiccio roccioso era costituita da rocce di origine vulcanica, rioliti e basalti.

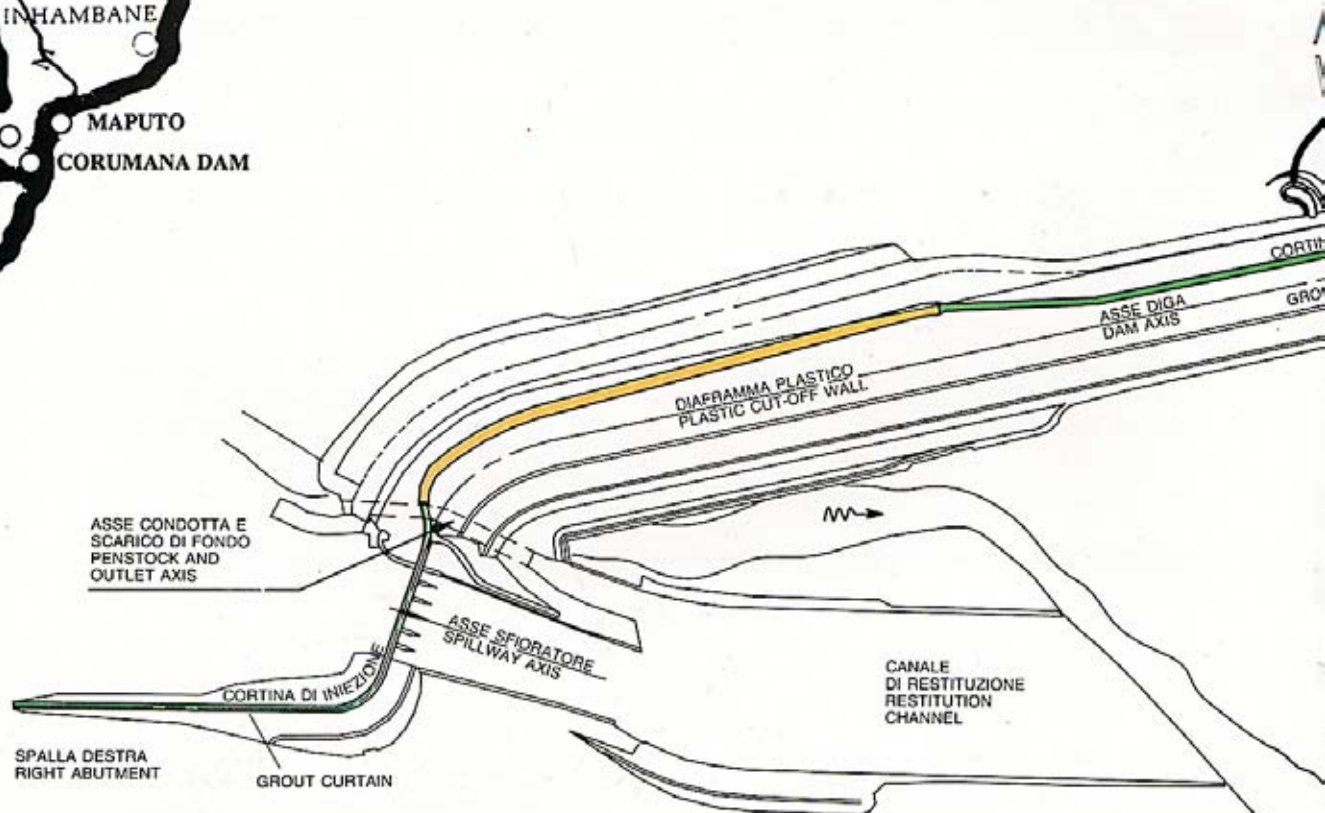
La zona dell'alveo del fiume ed una parte di spalla sinistra (dove si è eseguito il diaframma) era rappresentata da alluvioni fortemente permeabili composte da sabbie, ghiaie e limi argillosi, con inglobamenti di trovanti di riolite di grosse dimensioni.

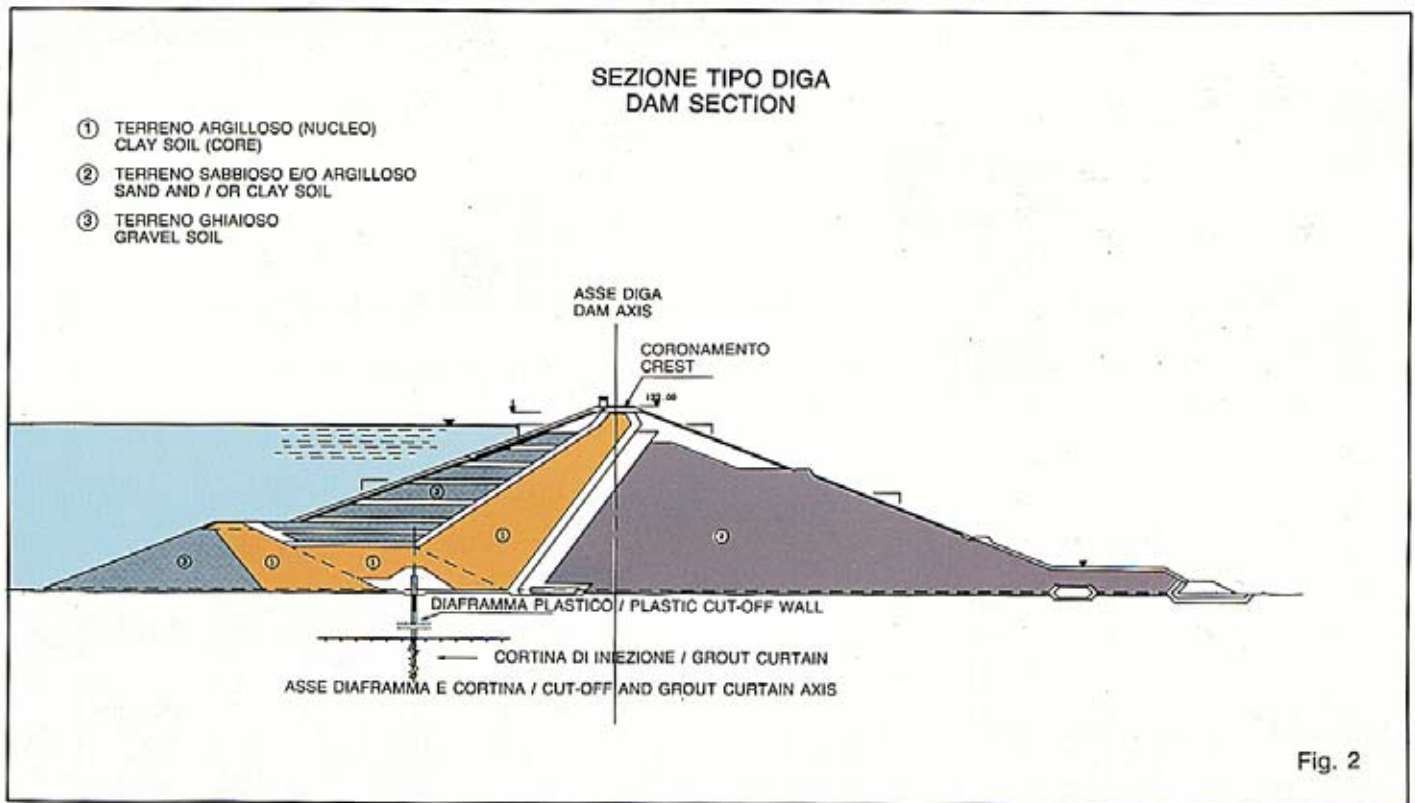
A tale proposito si sono eseguiti preventivamente una serie di sondaggi per localizzare i trovanti e successivamente mediante blasting, si è eseguito un bonifico preliminare per permettere l'esecuzione del diaframma.

SOIL DESCRIPTION

The rock mass consists of volcanic rock, rhyolite and basalt. The river bed area and part of the left abutment (where the cut-off wall is installed) is characterised by highly permeable alluvium consisting of sand, gravel and clayey silt, interspersed with large rhyolite boulders.

A series of preliminary boreholes were made to locate the boulders which were then broken up by blasting to permit the construction of the diaphragm wall.





LAVORI ESEGUITI

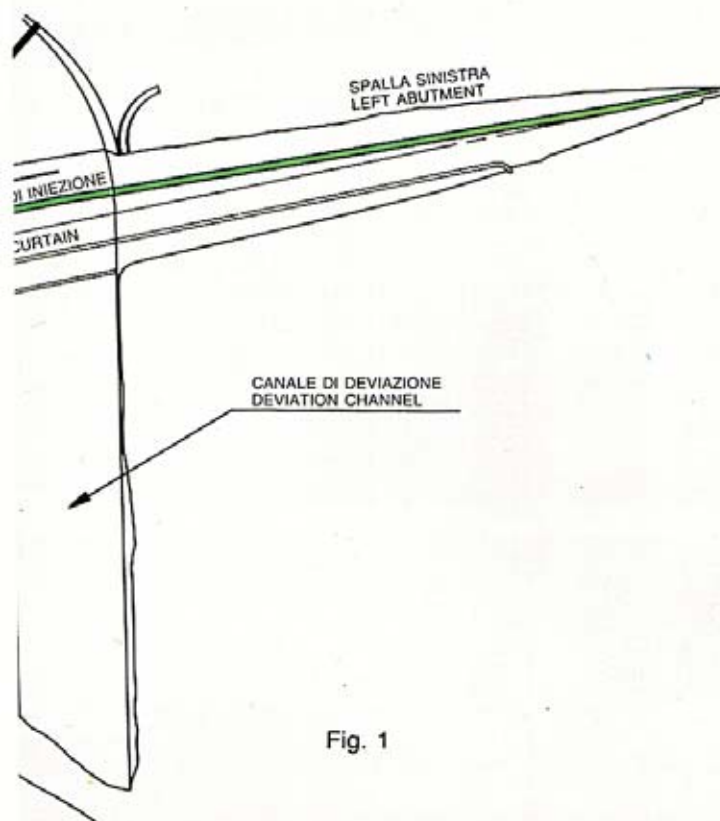
I lavori eseguiti dalla TREVI per la diga di Corumana possono essere riassunti così:

— Diaframma plastico	: m ²	16.000
— Sondaggi a rotazione	: m	3.300
— Perforazioni a rotopercolazione Ø 133 e 140 mm	: m	3.200
— Perforazioni per iniezioni di contatto, consolidamento e cortina	: m	89.100
— Perforazioni per posa strumentazioni	: m	890
— Perforazioni per posa ancoraggi e scarico di fondo	: m	26.800
— Posa e iniezioni canne a manchette Ø 40 mm.	: m	13.600
— Iniezioni a pressione di cemento per consolidamenti e cortina	: t	2.150
— Iniezioni chimiche per contatto diaframma roccia	: lt	67.700
— Prove di permeabilità tipo Lugeon	: n.	1.220

JOB PERFORMED

The works undertaken by TREVI on the Corumana dam may be summarized as follows:

— Plastic cut-off	: 16,000 m ²
— Core sample drillings	: 3,300 m.
— 133 and 140 mm. dia. rotopercolation holes through overborden for blasting	: 3,200 m.
— Drillings for contact and consolidation grouting and grout curtain	: 89,100 m.
— Drillings for instruments installation	: 890 m.
— Drilling holes for laying of anchor bars and bottom outlet	: 26,800 m.
— Ø 40 mm. dia manchette laying and grouting	: 13,600 m.
— Cement grouting for consolidation and grout curtain	: 2,150 t.
— Chemical grouting for rock-contact	: 67,700 lt
— Lugeon permeability tests	: 1,220 no



DIAFRAMMA PLASTICO

Tutte le zone sottostanti l'alveo del fiume ed una parte di quelle relative al versante sinistro, nelle quali era presente un substrato alluvionale, sono state rese impermeabili con un diaframma plastico di spessore 80 cm. composto da miscela ternaria (acqua-bentonite-cemento) spinto alla profondità di 30 m. fino all'incastramento in roccia alterata.

Nella figura 1 è illustrata la zona dove è stato eseguito il diaframma plastico e la cortina di iniezione. Lo scavo dei pannelli in fango auto-indurente è stato eseguito con benna SOIL MEC BH-12 (2500 x 800 mm.) montata su una gru cingolata.

La sigillatura di contatto fra il diaframma e la roccia di base è stata assicurata tramite iniezioni chimiche.



CUT-OFF WALL

All the areas under the river bed, together with some of the areas on the left-hand slope in which an alluvial substrate was found, were impermeabilized by means of a plastic cut-off measuring 80 cm. in thickness. The cut-off, consisting of a mixture of water, bentonite and cement, was sunk to a depth of 30 m. and embedded in the downgraded rock.

Figure 1 shows the area where the plastic cut-off was installed. The excavation of the panels in self-hardening mud was performed with an (2500 x 800 mm.) SOIL MEC BH 12 grab mounted on a crawler crane.

Chemical grouting was used to seal the joint between the cut-off and the bedrock.



ANCORAGGIO SFIORATORE

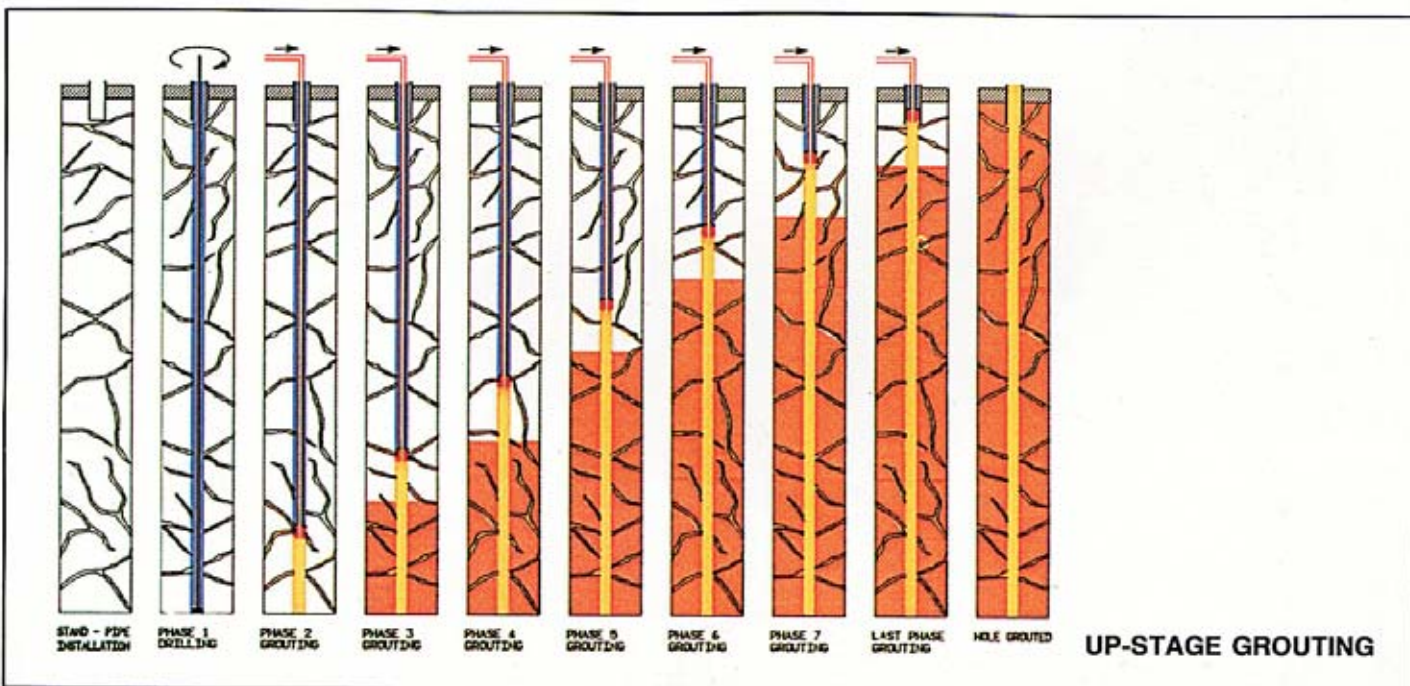
Lo sfioratore costituito da 6 vani da 18 m. ciascuno e il bacino di dissipazione sono ubicati nel versante destro sopra un massiccio riolitico. Per assicurare un'efficace tenuta fra la roccia ed il calcestruzzo, si sono resi necessari la posa in opera di barre di ancoraggio di profondità fino a 12 metri.

Le perforazioni sono state eseguite a rotopercolazione con l'ausilio di martelli fondo foro \varnothing 85 mm.

SPILLWAY ANCHORAGE

The spillway, consisting of 6 compartments, each measuring 18 m., and the stilling basin, are located on the right slope above a mass of rhyolitic rock. To ensure an effective bond between the rock and the concrete, it was necessary to install anchorage bars to a depth of 12 metres.

The drilling was performed by means of rotopercolation using 85 mm. diameter DTH hammers.



CORTINA DI INIEZIONE

La fondazione sotto al nucleo di argilla e sotto al diaframma, si è resa impermeabile tramite uno schermo di iniezioni di consolidamento superficiale e una cortina di iniezioni profonde.

Nella figura 2 è illustrata la sezione tipo della diga con il diaframma e la cortina sottostante.

Le iniezioni sono state realizzate in fori eseguiti a rotopercolazione con martelli fondo foro (DTH) e martelli in testa (TOP HAMMER), con diametri variabili fra 63 e 140 mm.

La profondità massima della cortina di iniezione è stata di 70 metri.

Le iniezioni della cortina sono state eseguite con il sistema ascendente (up-stage) iniettando sezioni di foro di lunghezza 5 metri. I tipi di miscela cementizia variavano con rapporti di A/C 4/1 - 3/1 - 2/1 - 1/1 con aggiunta di bentonite idratata. Previamente alle iniezioni si sono eseguite nei fori di investigazione e in quelli di controllo delle prove di permeabilità (Lugeon per verificare la permeabilità del massiccio roccioso).



GROUT CURTAIN

The foundation between the clay core and the diaphragm wall was made impervious with a shallow consolidation grout curtain and a deep grout curtain.

Figure 2 shows a typical section of the dam with the diaphragm wall and the underlying curtain.

The grouting was performed in holes made by means of rotopercolation with down-the-hole hammer (DTH) and top hammer, ranging in diameter from 63 to 140 mm.

The maximum depth of the grout curtain was 70 metres.

The curtain grouting was performed using the up-stage system, injecting hole sections 5 metres in length.

The types of grout varied, with water-cement ratios of 4/1, 3/1, 2/1 and 1/1, to which hydrated bentonite was added. Before the grouting operation was performed, Lugeon permeability tests were conducted in the investigation and control holes to check the permeability of the rock mass.



ATTREZZATURE IMPIEGATE

- 1 - Kelly SOIL MEC con benna BFH 12
- 1 - Impianto automatico miscelazione
- 2 - Perforatrice SOIL MEC SM 305
- 1 - Sonda a rotazione Nenzi Eli 2130
- 2 - Wagon drill Stenuick BBAS
- 5 - Impianti di iniezione SOIL MEC GS1

UTILISED EQUIPMENT

- 1 - SOIL MEC kelly with BFH-12 grab
- 1 - Automatic batching plant plastic mix
- 2 - SOIL MEC SM 305 drilling rig
- 1 - Nenzi Eli 2130 rotary drilling rig
- 2 - Stenuick BBAS wagon drills
- 5 - SOIL MEC GS1 grout units

