

PROGETTISTA

GEODES S.r.l.

COMMITTENTE

Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale

OGGETTO INCARICO

Redazione della Relazione Geotecnica di progetto, con assistenza alle indagini integrative per la valutazione della tenuta della sezione d'imposta della diga di Cumbidanovu sull'Alto Cedrino - Orgosolo (NU) e assistenza geologico-geotecnica durante i lavori di realizzazione.

IMPORTO DELL'OPERA

33,387,916.85 €

CATEGORIA PROGETTAZIONE

IXb - Dighe

DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale ha progettato la realizzazione di una diga a scopi irrigui (diga di Cumbidanovu) sul fiume Cedrino. La diga, a gravità massiccia in calcestruzzo, ha un'altezza di circa 70 m e sottende un invaso di 12.000.000 m³. I lavori della costruzione della diga sono stati appaltati nel 2004, dopo un precedente appalto risalente al 1990 interrotto a causa di una frana in sponda sinistra e la redazione di un nuovo progetto della diga, che ha portato all'approfondimento del piano di fondazione della stessa e ad un'estensione degli scavi delle sponde sopra quota coronamento. I lavori si sono nuovamente interrotti, a causa di problemi legati all'impresa aggiudicataria, e sono successivamente ripresi con una nuova Impresa esecutrice nel 2007. Nell'aprile

2010 si sono conclusi gli scavi dell'imposta diga e stanno procedendo i lavori per la successiva fase di getto.

PERIODO DI ESECUZIONE

1998-in corso

PROFESSIONISTI RESPONSABILI

Ing. Luisella Vai - Geotecnica
Dott. Riccardo Amici – Dott.sa Gabriella De Renzo - Geologia
Prof. Giovanni Barla - Responsabile scientifico

DESCRIZIONE PARTICOLAREGGIATA DELLE ATTIVITA'

1998-1999

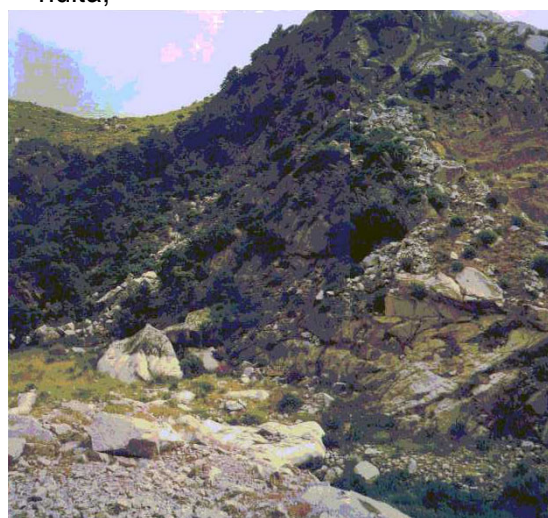
Tra gli anni 1998 e 1999, il Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale ha affidato alla GEODES l'incarico di redigere la Relazione geotecnica di progetto e di approfondire le conoscenze sulle caratteristiche geologiche e geotecniche dell'ammasso roccioso in sponda destra valliva, di interesse per la realizzazione della Diga di Cumbidanovu sull'Alto Cedrino, Orgosolo (NU).

Per tale studio è stata predisposta ed eseguita una campagna di indagini che ha previsto l'esecuzione di perforazioni di sondaggio, ubicate ed orientate in modo ragionato, anche in relazione alle conoscenze acquisite con le indagini precedenti, oltre a specifiche prove di laboratorio ed in sito. Gli obiettivi posti possono così riassumersi:

- definire la presenza o meno di granito arenizzato alla quota del piano di fondazione e al di sotto di esso, con particolare riguardo a quanto evidenziato con gli studi precedenti;
- determinare il grado di fratturazione dell'ammasso roccioso e la giacitura delle discontinuità, soprattutto con riferimento al cosiddetto Nodu Orordelai, rilievo granitico presente in sponda destra, entro erano state osservate di-

scontinuità beanti di elevata persistenza;

- affinare la caratterizzazione geotecnica dell'ammasso roccioso (deformabilità e resistenza del granito lapideo e di quello arenizzato) e delle discontinuità;



Vista della spalla sinistra d'imposta della Diga prima degli scavi

- acquisire ulteriori dati sulle caratteristiche di permeabilità dell'ammasso roccioso, al di sotto del piano di fondazione.

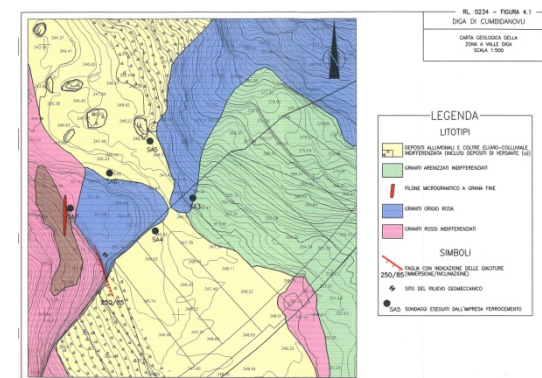
Nel corso della nuova campagna sono stati eseguiti:

- 8 sondaggi a carotaggio continuo (D1÷D8), verticali e inclinati, per un totale di 510 m circa di perforazione;
- 41 prove di assorbimento d'acqua (prove "Lugeon");
- rilievo con sonda televisiva all'interno dei sondaggi;
- 30 prove dilatometriche.

Sono stati prelevati 50 campioni tra le carote di sondaggio sui quali effettuare prove di laboratorio, comprendenti prove di compressione monoassiale, prove di compressione triassiale e prove di taglio diretto su superficie liscia e su giunti naturali.

Interpretazione delle indagini

Per caratterizzare dal punto di vista geologico e geotecnico la sponda destra (in particolare il previsto piano di fondazione della diga ed i fronti di scavo), l'insieme dei risultati ottenuti dalle campagne di indagini precedenti, nonché i risultati ottenuti durante la presente campagna, sono stati interpretati e riportati su sezioni geologiche interpretative, con estremo dettaglio per quanto riguarda la sponda destra.



Nuova carta geologica della zona dell'imposta della diga

L'interpretazione delle indagini ha inoltre permesso di definire la situazione geologico-geotecnica della zona di imposta della diga, con la redazione di una carta geotecnica previsionale del piano di fondazione.

Sezioni geologiche di dettaglio

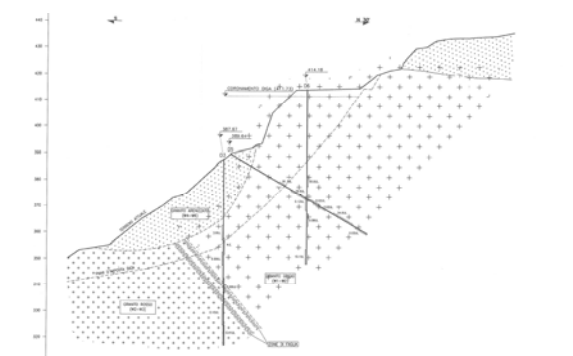
Sono state redatte 4 sezioni geologiche interpretative di dettaglio della sponda destra, tracciate lungo la direzione di perforazione dei sondaggi integrativi perforati. Su ognuna di esse sono stati riportati i seguenti elementi stratigrafici e geometrici principali:

- profilo attuale del terreno
- piano di imposta diga
- traccia dei sondaggi
- distinzione dei litotipi principali (con indicazione del grado di alterazione)
- faglie principali incontrate durante la perforazione dei sondaggi

- valori degli assorbimenti in U.L., ottenuti da prove in foro di tipo "Lugeon" effettuate nei fori di sondaggio.

Gli elementi stratigrafici e strutturali principali sono rappresentati da:

- spessore ed estensione della coltre di alterazione (granito arenizzato)
- direzione dei contatti transizionali tra il granito grigio-rosa e il granito rosso
- direzione delle faglie principali.



Sezione geologico-strutturale della sponda sinistra

Carta geotecnica di previsione

Con particolare riguardo alle condizioni geologiche del piano di fondazione, vale ricordare che le nuove indagini svolte hanno permesso di evidenziare come il granito arenizzato non interessi il nuovo piano di scavo.

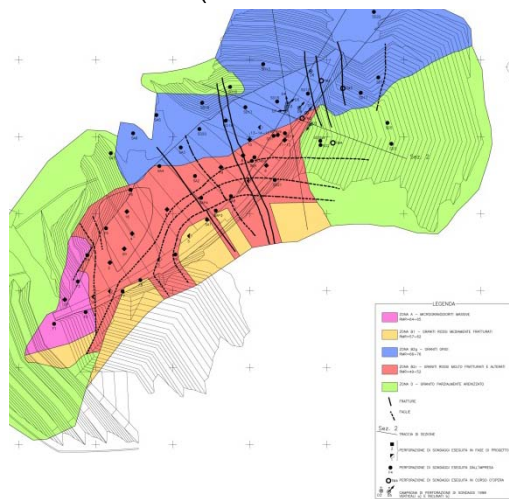
Sulla base dell'interpretazione geologica, tenendo conto di tutte le informazioni acquisite con le indagini, si è proceduto alla suddivisione dell'ammasso roccioso di fondazione in zone geotecniche omogenee:

- **Zona A**, microgranodioriti massive (sponda sinistra) con grado di alterazione W1-W2
- **Zona B1**, graniti grigio-rosa poco alterati e mediamente fratturati, stimato presente al di fuori della zona altamente disturbata dai lineamenti tettonici (grado di alterazione W2-W3)
- **Zona B2g**, granito grigio poco alterato, con fratture beanti molto persistenti (grado di alterazione W1-W2)
- **Zona B2r**, granito grigio-rosa e rosso alterato (grado di alterazione W2-W3),

da mediamente a molto fratturato per la presenza di numerose discontinuità tettoniche (faglie)

- **Zona D**, granito arenizzato (grado di alterazione W4-W6).

Con riferimento ai dati dei rilievi geologico-strutturali, di quelli provenienti dai rilievi nei fori di sondaggio e tenendo conto delle risultanze delle prove di laboratorio, per le differenti zone del piano di fondazione, si sono stimati, sulla base di correlazioni empiriche, con gli indici di classificazione tecnica RMR e GSI, i parametri di deformabilità (modulo di deformabilità) e di resistenza (criterio di Hoek e Brown).



Carta geotecnica di previsione del piano di imposta della diga. Suddivisione in zone geotecniche omogenee

2004- in corso

A partire dal 2004, il Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale ha affidato alla GEODES l'incarico di assistenza geologica e geotecnica alla D.L.. Di fatto, a seguito della riassegnazione dei lavori,

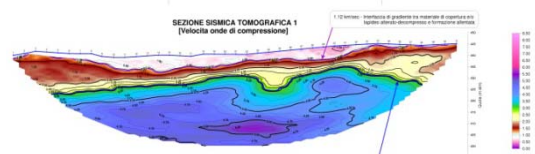
l'incarico ha preso avvio dal 2007 ed è tuttora in corso.

Tale incarico comprende le seguenti attività:

- controllo in corso d'opera delle ipotesi geologiche e geotecniche alla base del progetto, mediante sopralluoghi e rilievi geologico-strutturali e geomeccanici in sito;
- stesura delle specifiche tecniche per le prove geotecniche di tipo specialistico previste sul piano di fondazione e per l'installazione della strumentazione geotecnica prevista per il controllo in corso d'opera;
- interpretazione delle prove di cui sopra con redazione di una relazione tecnica;
- elaborazione ed interpretazione delle misure svolte sulla strumentazione geotecnica di controllo installata;
- redazione della Relazione Geotecnica Conclusiva, al termine dei lavori di scavo con l'aggiornamento delle condizioni geotecniche degli scavi e delle misure eseguite sulla strumentazione installata.

Nell'ambito dell'incarico assegnato, ancora in corso, sono state già svolte le seguenti attività:

- rilevamento geologico degli scavi di imposta diga
- rilevamento geologico-strutturale su 105 stazioni distribuite nella zona degli scavi e rilevate nel corso dei lavori e restituzione dei dati con analisi statistica
- definizione di indagini in sito su speci-



fici problemi sorti nel corso degli scavi: indagine sulla vallecchia in graniti arenizzati a monte dell'imposta diga per la definizione degli interventi; indagini al piede della sponda destra e sul piano di fondazione a fine scavi per la definizione della geometria di una zona di taglio connessa ad una sequenza di faglie rilevate in fondazione

Indagine sismica a rifrazione tomografica in sponda destra. Andamento delle velocità



- interpretazione delle indagini in sito ed

in laboratorio e redazione di relazioni tecniche



- caratterizzazione geomeccanica delle discontinuità e dell'ammasso roccioso,



sulla base dei dati raccolti in sito e delle prove di laboratorio

- interpretazione delle indagini in sito ed in laboratorio e redazione di relazioni tecniche
- definizione di interventi di stabilizzazione degli scavi in variante rispetto al progetto, in specifiche aree degli scavi.

Planimetria con ubicazione delle stazioni di rilievo geologico-strutturale e (sotto) esempio di restituzione dei dati del rilievo geologico-strutturale con individuazione dei sistemi di discontinuità

Foto degli scavi della sponda destra (sopra) e sinistra (sotto)– Marzo 2010

Nel 2009 GEODES è stata incaricata della redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica del progetto definitivo della galleria della condotta forzata a valle della diga, per lo sfruttamento a scopo idroelettrico del salto disponibile, secondo la nuova previsione di sfruttamento della risorsa idrica, in aggiunta allo scopo irriguo.

La condotta forzata, dopo un tratto di 150 m a cielo aperto, attraversa in galleria, per circa 300 m, uno sperone roccioso di graniti rosa a grana grossa, intersecati da una serie di filoni di alcali-graniti e granodioriti.

L'attività di progettazione geotecnica è stata preceduta dalla definizione del piano di indagine (sondaggi a carotaggio continuo e sismica a rifrazione tomografica con determinazione delle velocità delle onde di compressione e di taglio). L'interpretazione delle indagini condotte ha permesso di definire il profilo geomeccanico di previsione della galleria.

