

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	1 di 32

INDICE

Art. 1. - POSIZIONE AMMINISTRATIVA.....	pag. 3
Art. 2. - DATI PRINCIPALI DELLA DIGA DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO	pag. 6
Art. 3. - DATI PRINCIPALI DEL SERBATOIO DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO	pag. 11
Art. 4. - DATI PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO E DERIVAZIONE	pag. 13
Art. 5. - ACCESSI ALLA DIGA	pag. 14
Art. 6. - VIGILANZA E CONTROLLO.....	pag. 15
Art. 6.1. - VIGILANZA.....	pag. 15
Art. 6.2. - CONTROLLO: OSSERVAZIONI E MISURE.....	pag. 17
Art. 6.2.1. - Numero, tipo e localizzazione delle apparecchiature di controllo.....	pag. 17
Art. 6.2.2. - Verifiche d' esercizio sugli organi di scarico	pag. 19
Art. 6.2.3. - Luoghi da assoggettare ad osservazioni dirette	pag. 20
Art. 6.2.4. - Registro delle osservazioni.....	pag. 21
Art. 6.2.5. - Procedure di trasmissione dati all' interno della struttura del Gestore.....	pag. 21
Art. 6.2.6. - Procedure di trasmissione dati all' esterno della struttura del Gestore	pag. 22
Art. 6.2.7. - Procedure di trasmissione dati alle Autorità competenti in materia di Protezione Civile	pag. 22
Art. 6.2.8. - Procedure di trasmissione dati al Servizio Idrografico.....	pag. 23
Art. 6.3. - DOCUMENTAZIONE CONSERVATA PRESSO LA CASA DI GUARDIA	pag. 23
Art. 6.4. - INGEGNERE RESPONSABILE (art. 4, comma 7 del D.L. 8 agosto 1994 n. 507 convertito in L. 21 ottobre 1994 n. 584)	pag. 23
Art. 7. - DICHIARAZIONE	pag. 23

ALLEGATI:

- A - Disegni principali delle opere
- B - Documentazione fotografica
- C - Schema del Bollettino dati e misure

<p><u>DIFFUSIONE:</u></p> <p>1) S.N.D. – Ufficio Periferico di Cagliari</p> <p>2) S.N.D. – Sede Centrale di Roma</p> <p>3) Gestore – Consorzio di Bonifica dell' Oristanese</p>
--

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	2 di 32

- 4) Prefettura di Oristano
- 5) Dipartimento della Protezione Civile – Roma
- 6) Ministero dell' Interno – Direzione Generale della Protezione Civile – Roma
- 7) Amministrazione competente per il servizio di piena (Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato dei Lavori Pubblici – Ufficio del Genio Civile di Oristano)

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	3 di 32



Presidenza del Consiglio dei Ministri

DIPARTIMENTO PER I SERVIZI TECNICI NAZIONALI

SERVIZIO NAZIONALE DIGHE
UFFICIO PERIFERICO DI CAGLIARI

**FOGLIO DI CONDIZIONI PER L'ESERCIZIO E LA MANUTENZIONE
DELLA TRAVERSA DI PRANU ANTONI, TRA I COMUNI DI FORDONGIANUS E BUSACHI (OR)**

alla cui osservanza è vincolato il Consorzio di Bonifica dell' Oristanese.

Concessionario e Gestore: CONSORZIO DI BONIFICA DELL' ORISTANESE
Via Cagliari, 170 - 09170 - ORISTANO

Utilizzazione del serbatoio: per uso IRRIGUO

Corso d'acqua: FIUME TIRSO

Bacino principale: FIUME TIRSO

Amministrazione competente per il Servizio di piena: REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA –
ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI –
UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI ORISTANO

Località: NURAGHE PRANU ANTONI

Comune: FORDONGIANUS e BUSACHI (il fiume Tirso, nel tratto in cui ricade la traversa, segna il confine fra i due territori comunali)

Provincia: ORISTANO

Coordinate (latitudine rispetto al meridiano di Roma Monte Mario - 12° 27' 10,93" E da Greenwich-) dei seguenti tre punti della linea mediana del coronamento:

Punto centrale	latitudine	40° 00' 11" N	longitudine	3° 36' 31" W
Estremità in spalla destra	latitudine	40° 00' 12" N	longitudine	3° 36' 30" W
Estremità in spalla sinistra	latitudine	40° 00' 9" N	longitudine	3° 36' 34" W

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	4 di 32

Grado di sismicità del sito: nullo

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	5 di 32

Art. 1. - POSIZIONE AMMINISTRATIVA

- Decreto di concessione derivazione d'acqua..

decreto n° 701 del 7.06.1985 dell' Assessore dei Lavori Pubblici, di concerto con l' Assessore degli Enti Locali, Finanze e Urbanistica, della Regione Autonoma della Sardegna, con la quale veniva assentita al Consorzio di Bonifica di 2° grado per l' utilizzazione delle acque del Tirso la concessione di derivare acqua dal fiume Tirso alla sezione "Diga Cantoniera" e dal Tirso e dal confluyente Rio Flumineddu alla sezione "Nuraghe Pranu Antoni"

- Disciplinare di concessione..... n° 24943 del 25.10.1983
- Progetto esecutivo in data..... dicembre 1972, a firma dell' Ing. Roberto Binaghi
- Varianti al progetto esecutivo.....
 - variante ottobre 1973, a seguito della relazione d' istruttoria del S.N.D.del 10.07.1973;
 - variante luglio 1974, a seguito di ulteriori osservazioni del SND;
 - variante novembre 1974, a seguito delle osservazioni formulate dalla IV Sezione del Consiglio Superiore dei LL.PP. nel voto di approvazione n. 738/73 del 18.07.1974;
 - perizia di variante e suppletiva n. 1 del dicembre 1976 (rubricata come PS 13/665/SAI/1 dalla CASMEZ), a firma del Direttore dei Lavori, Ing. Giancarlo Tomasi, successivamente modificata nel febbraio 1978 a seguito del parere espresso dalla IV Sezione del Consiglio Superiore dei LL.PP. nel voto di approvazione n. 847 del 17.11.1977. La perizia di variante concerne in particolare le modifiche strutturali rese necessarie da una imprevista situazione geologica riscontrata durante gli scavi di fondazione e il sovrizzo di 50 cm del piano di coronamento per esigenze di installazione degli organi meccanici delle paratoie. Le modifiche strutturali apportate riguardano essenzialmente le fondazioni delle pile (furono realizzate fondazioni a pozzo

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	6 di 32

che raggiungono la sottostante ignimbrite basale anziché, come inizialmente previsto, fondazioni più superficiali di tipo diretto) e l'alleggerimento delle parti tracicabili, realizzate con degli elementi in cemento armato a struttura scatolare con fondo aperto, anziché con dei corpi massicci in calcestruzzo, come prevedeva il progetto originario;

- perizia di variante e suppletiva n. 2 del febbraio 1981 (PS 13/665/SAI/3), a firma dell' Ing. Tomasi, che ha disposto la modifica della fondazione del blocco dello scarico di fondo e della pila 5 (precedentemente prevista su sei pozzi ellittici) contemplando peraltro la realizzazione di un giunto in spalla destra, tra il blocco dello scarico di fondo e la parte non tracicabile della traversa;

Si ha inoltre notizia di ulteriori 4 perizie intervenute durante l'esecuzione dei lavori, tutte a firma dell' Ing. Tomasi:

- perizie nn. 3-4 (PS 13/665/SAI/2 e PS 13/665/SAI/4), concernenti l'elevamento delle somme a disposizione dell' Amministrazione per espropriazioni (e conseguentemente l'importo complessivo di concessione), nonché la realizzazione di un guado sul Flumineddu per ripristinare la viabilità locale in sponda sinistra;
 - perizia n. 5 (PS 13/665/SAI/5), datata agosto 1982, che prevedeva principalmente alcuni adeguamenti delle fondazioni nella zona del blocco dello scarico di fondo, e sanava i superi riscontrati nei lavori elevando l'importo complessivo di concessione;
 - perizia n. 6 (PS 13/665/SAI/6), datata marzo 1984, che prevedeva principalmente la recinzione delle opere, l'installazione della strumentazione di controllo degli assestamenti, la guardiania delle opere ormai terminate, e tutti i relativi oneri economici.
- Approvazioni..... - voto della IV Sezione del Consiglio Superiore LL.PP. n. 738/73 del 18.07.1974 sul progetto originario come integrato dalle varianti ottobre 1973 e luglio 1974;

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	7 di 32

- parere favorevole del S.N.D.sulla variante novembre 1974 con nota n. 651 del 26.03.1975;
 - voto della IV Sezione del Consiglio Superiore LL.PP. n. 847 del 17.11.1977 sulla perizia di variante e suppletiva n. 1 (PS 13/665/SAI/1), nella prima versione del dicembre 1976;
 - voto della IV Sezione del Consiglio Superiore LL.PP. n. 102 del 16.03.1978 sulla perizia di variante e suppletiva n. 1, nella versione modificata del febbraio 1978;
 - approvazione della perizia n. 1 (PS 13/665/SAI/1) da parte del C.d.A. della CASMEZ con deliberazione n. 3913/PS del 20.12.1978;
 - approvazione della perizia n. 2 (PS 13/665/SAI/3) da parte del C.d.A. della CASMEZ con deliberazione n. 2655/PI del 6.08.1981;
 - approvazione delle perizie nn. 3-4 (PS 13/665/SAI/2-4) da parte del C.d.A. della CASMEZ con deliberazione n. 211/PI del 27.01.1982;
 - approvazione della perizia n. 5 (PS 13/665/SAI/5) da parte del C.d.A. della CASMEZ con deliberazione n. 1217/PI dell' 8.06.1983;
 - approvazione della perizia n. 6 (PS 13/665/SAI/6) con deliberazione commissariale della CASMEZ n. 6934 del 2.07.1985.
- Foglio di condizioni per la costruzione..... sottoscritto in data [dato non reperito];
- foglio di condizioni aggiuntivo sottoscritto in data [dato non reperito].
- Data di consegna dei lavori 14.10.1975
 - Data di ultimazione dei lavori..... 26.09.1983
 - Data inizio invasi sperimentali..... 24.01.1991 (in tale data, con nota n. 112, il S.N.D. rilasciò l' autorizzazione provvisoria agli invasi, al fine di procedere alla taratura delle paratoie dello scarico di superficie)
 - Data inizio esercizio normale..... esercizio normale non iniziato (il collaudo ex art. 14 del D.P.R.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	8 di 32

1.11.1959 n. 1363 è ancora in corso)

- Data certificato di collaudo tecnico-amministrativo..... 19.06.1991, sia per il collaudo tecnico-amministrativo dei lavori di costruzione della traversa, sia per il collaudo tecnico-amministrativo della fornitura e posa in opera delle paratoie e della centrale oleodinamica
- Data certificato di collaudo ai sensi dell' art. 14 del D.P.R. 1.11.1959 n. 1363 collaudo in corso

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	9 di 32

Art. 2. - DATI PRINCIPALI DELLA DIGA DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO

- Altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.'82)..... 22,80 m
- Altezza della diga (ai sensi della L. 584/'94) 20,80 m
- Altezza di massima ritenuta (D.M. 24.03.'82) 19,30 m
- Quota coronamento..... 46,80 m s.l.m.
- Franco (ai sensi del D.M. 24.03.'82) 1,50 m
- Franco netto (ai sensi del D.M. 24.03.'82)..... 1,00 m
- Sviluppo del coronamento 240,40 m
- Volume della diga 47.000 m³
- Grado di sismicità assunto nel progetto..... nullo
- Classifica ai sensi del D.M. 24.03.82 traversa fluviale (D)

DESCRIZIONE DELL' OPERA

Lo sbarramento è realizzato mediante una traversa in calcestruzzo armato, ubicata circa 950 metri a valle della confluenza nel Tirso del fiume Flumineddu (o Massari), a quota alveo originariamente di circa 27,5 m s.l.m.. La traversa, con piano di coronamento a quota 46,8 m s.l.m., è costituita da una parte tracimabile, in sinistra, e da una parte insommergibile, in destra.

- La parte tracimabile è formata:
 - dalla spalla sinistra, larga 12,8 m, che prosegue a valle con un muro d' ala con risvolto;
 - da 5 luci di sfioro, ciascuna larga 15 m, con soglia a quota 36 m s.l.m., provviste di paratoie a settore con ventola sovrapposta;
 - da 4 pile intermedie, ciascuna larga 4,8 m;
 - da un muro di spalla in destra, avente la stessa larghezza e conformazione delle quattro pile intermedie, che prosegue a valle con un muro d' ala costituente la sponda sinistra del canale di scarico.

Lo sviluppo complessivo degli elementi suddetti, è pari a 111,8 m.

Alla parte tracimabile della traversa fa seguito una vasca di dissipazione, con platea a quota 28,5 m s.l.m., larga 94,2 m e lunga 41,16 m (cui si aggiungono, a monte, i 2,7 m del piano orizzontale con cui terminano gli scivoli degli elementi tracimabili e le pile stesse). La platea, chiusa a valle da una controbriglia di 2 m di

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	10 di 32

altezza, è delimitata ai lati dai due muri d' ala, alti 11,5 m, con cui proseguono a valle i muri di spalla destro e sinistro della parte tracimabile della traversa.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	11 di 32

- La parte insommergibile è costituita, procedendo da sinistra a destra:
 - da un blocco in calcestruzzo armato alleggerito recante lo scarico di fondo e la derivazione irrigua, avente una larghezza, secondo l'asse della traversa, di 17,6 m;
 - da un giunto deformabile, con nucleo in terra contenuto a monte e a valle da elementi verticali in cemento armato, per una larghezza complessiva di 8 m;
 - da un muro in cemento armato che raggiunge la sponda destra dell'alveo e prosegue poi con un diaframma, pure in cemento armato, avente la funzione di sbarrare una fossa rinvenuta in destra.

A valle del blocco recante lo scarico di fondo e la derivazione irrigua, vi è il canale di scarico ove recapitano entrambe le condotte.

Lo sviluppo complessivo degli elementi costituenti la parte destra insommergibile è pari a 127,6 m (limitatamente alla parte percorribile). Risulta pertanto uno sviluppo totale del coronamento pari a 239,4 m.

Si riporta di seguito una descrizione di maggiore dettaglio delle diverse parti componenti l'opera:

FONDAZIONI ⁽¹⁾: La fondazione della spalla in sinistra è costituita da cinque pozzi accostati a sezione rettangolare, scavati alternativamente a campione fino a raggiungere l'ignimbrite massiva sottostante gli strati di

⁽¹⁾ Già dal precedente paragrafo relativo alla posizione amministrativa dello sbarramento, ove sono ricordate le diverse perizie di variante intervenute nel corso dei lavori, si evince come la realizzazione della traversa di Pranu Antoni abbia avuto uno svolgimento alquanto travagliato e discontinuo. Il problema principale che si presentò in fase esecutiva fu quello relativo alle fondazioni dell'opera. La stretta prescelta per l'impostazione dello sbarramento è incisa in roccia ignimbratica lapidea, affiorante sulle sponde e ricoperta in alveo da un modesto materasso alluvionale. Le indagini geognostiche eseguite in sede di progettazione avevano confermato l'estensione della formazione ignimbratica fino a notevole profondità e la presenza, in essa, di inclusioni tufacee e argillitiche che vennero interpretate come alterazioni locali episodiche, lenticolari. Gli scavi di fondazione, e una successiva campagna di sondaggi, misero in luce, invece, l'esistenza di un orizzonte tuffico di spessore variabile da pochi decimetri a 5 m, il cui tetto è costituito da uno strato di argillite bentonitica dello spessore medio di 0,8 m, compreso tra due formazioni ignimbratiche lapidee di buone caratteristiche (vedi, al riguardo, il paragrafo "DESCRIZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE").

Questo stato di cose rese non più praticabile la realizzazione, contemplata nel progetto originario, di una struttura a gravità massiccia. La Società Riva-Calzoni, fornitrice delle paratoie, determinò infatti in 0,5 cm il massimo spostamento relativo di due pile della traversa compatibile con il regolare funzionamento delle paratoie a settore disposte sulle cinque luci sfioranti. Viceversa, la verifica degli assestamenti probabili nel caso di fondazione diretta a quota 24 m s.l.m. conduceva a prevedere scostamenti relativi dei perni tali da non poter essere sopportati non solo dalle apparecchiature meccaniche, ma nemmeno dalle opere murarie.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	12 di 32

argilla e tufiti. La profondità di detti pozzi, riferita alla quota della loro estremità superiore, 24 m s.l.m., è pari a 8 m. La platea del muro d'ala in sinistra (realizzato in cemento armato), che si sviluppa in una zona in cui gli spessori delle argilliti rinvenute in fondazione raggiungono valori notevoli, poggia per tutta la sua larghezza su un taglione in calcestruzzo magro che, attraversando lo strato di argilliti, poggia sulle tufiti sottostanti. Una maglia di ancoraggi Ø 24 mm di 1 m di lato collega poi la platea all'ignimbrite massiva sottostante.

Le quattro pile interposte fra le luci sfioranti sono fondate e incastrate su tre pozzi a sezione ellittica delle dimensioni di 10 x 5 m disposti trasversalmente all'asse delle pile, provvisti di un'armatura circonferenziale convenientemente rinforzata, nell'ultimo metro superiore di ciascun pozzo, mediante 10 anelli di acciaio nervato Ø 26 mm. La profondità di detti pozzi, riferita alla quota di 24 m s.l.m. (superficie inferiore delle pile) è variabile fra i 6,8 e i 15 m, in funzione della potenza dello strato argillitico e tufitico, compressibile, rilevato dai sondaggi geognostici. Tutti i pozzi, tranne quelli della pila 4, hanno profondità inferiore ai 10 m. La profondità massima, pari a 15 m, è raggiunta con il pozzo di monte della pila 4. Ciascun pozzo, attraversato il suddetto strato compressibile, si intesta sulla sottostante roccia ignimbratica basale.

I pozzi sopra descritti costituiscono anche l'appoggio degli elementi trascinabili della traversa, i quali, come si vedrà nel seguito, sono comunque staticamente indipendenti dalle pile. Ciascun elemento poggia in sei punti sulle teste dei pozzi sporgenti dalle pile, ed è solidale con esse sul lato destro, mentre sul lato sinistro vi è appoggiato con l'interposizione di piastre di neoprene, al fine di consentire il ritiro e la libera dilatazione termica della struttura.

In destra, l'ultimo elemento trascinabile è poggiato e ancorato sul piede del muro d'ala. Il muro d'ala destro, attualmente inglobato, nel suo tratto più a monte, nel muro di spalla che delimita in destra la parte trascinabile, è preesistente alla realizzazione del muro di spalla e degli elementi trascinabili, in quanto, nella prima fase dei lavori di costruzione, delimitava a sinistra il canale di deviazione provvisoria, situato nella zona dello scarico di fondo. Al fine di garantire la stabilità di detto muro in presenza di carichi idrici squilibrati sulle sue facce destra e sinistra, fu previsto di disporre alla base del muro un "piede" sporgente sul lato sinistro, rigidamente connesso al muro mediante dei ferri di collegamento. E' appunto sulla parte sporgente del piede, opportunamente rinforzata con barre d'acciaio ad aderenza migliorata inghisate con malta espansiva, che è stata appoggiata l'estremità destra dell'ultimo elemento trascinabile. Il piede del muro d'ala destro è direttamente fondato sulla roccia ignimbratica sovrastante allo strato argillitico, la quale presenta qui uno spessore assai maggiore che in altri punti della stretta ⁽²⁾.

Si rese dunque necessario, limitatamente alla parte sinistra trascinabile della traversa, fondare le strutture, convenientemente alleggerite, direttamente sulla formazione ignimbratica massiva sottostante lo strato tufitico-argillitico.

⁽²⁾ Il muro d'ala destro ricade nella zona in cui lo strato argillitico risulta più profondo, essendo ubicato a quota 13,50 m s.l.m., sotto una copertura di roccia ignimbratica compatta dello spessore di 10,5 m sotto il piano generale di fondazione, a quota 24 m s.l.m..

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	13 di 32

Il muro di spalla che delimita in destra la parte tracimabile (e ingloba il tratto di monte del muro d' ala), è invece fondato su pali. Ciò sempre per assicurare che il perno della paratoia a settore posta sull' elemento tracimabile di destra, presenti assestamenti sufficientemente contenuti da assicurare il regolare funzionamento della paratoia. I pali di fondazione, realizzati mediante trivellazione a rotazione di fori del diametro di 350 mm, successiva introduzione della gabbia di armatura e getto di calcestruzzo, raggiungono la bancata ignimbratica inferiore e vi si infiggono per una profondità pari o superiore a 4 m, al fine di assicurare la trasmissione del carico dai pali stessi alla roccia anche per attrito laterale, in considerazione dell' elevato carico unitario. La distribuzione planimetrica dei pali nella fondazione del muro di spalla è stata adottata sia in relazione alla presenza del muro d' ala precedentemente realizzato, sia in funzione dei diagrammi dei carichi sulla fondazione risultanti dai calcoli di stabilità.

Sono infine fondati direttamente, sulla roccia ignimbratica superiore, i restanti elementi della parte destra della traversa: il blocco comprendente lo scarico di fondo e la derivazione, il muro e diaframma con cui prosegue in destra la traversa, e il muro di contenimento della sponda, che delimita sul lato destro il canale di scarico. Va detto che, con l' eccezione del blocco dello scarico di fondo, queste parti della struttura, come del resto il muro d' ala in destra, furono realizzate precedentemente al rinvenimento dell' impreveduta situazione geologica in fondazione.

SPALLA E MURO D' ALA IN SINISTRA: La spalla sinistra è costituita da una struttura in cemento armato a sezione rettangolare cava, aperta sul lato della parete rocciosa, formata dalla pila-spalla sinistra e da due espansioni, o mensole, di contenimento a monte e a valle. Al fine di assicurare la tenuta fra la spalla e la parete rocciosa, l' interno dello scatolare è stato colmato da un nucleo di argilla contenuto fra due strati di materiale drenante disposti sui lati di monte e di valle. In tal modo la struttura scatolare aperta, svincolata dalla parete rocciosa, viene a costituire un giunto deformabile fra la traversa e la parete rocciosa. Per maggiore sicurezza contro eventuali filtrazioni, la mensola di monte dello scatolare è stata collegata ad un cordolo in calcestruzzo, incassato nella parete rocciosa, mediante un nastro water-stop in PVC. Un analogo cordolo, ma senza nastro water-stop, è presente al contatto della mensola di valle con la sponda. Le parti esterne della parete rocciosa sono state rese solidali con la massa retrostante mediante la posa in opera di tiranti in acciaio. La parete è stata poi placcata mediante spritz beton dello spessore di 20 cm con rete elettrosaldata.

Il muro d' ala che corre a valle della pila-spalla sinistra, è anch' esso realizzato in cemento armato per meglio resistere ad eventuali assestamenti delle fondazioni ed alla spinta del materiale drenante disposto a tergo, fra il muro e la parete rocciosa. Il vano fra il muro d' ala in sinistra e la parete rocciosa è chiuso, all' estremità di valle, da una struttura in gabbioni disposta in prosecuzione della controbriglia.

PARTE TRACIMABILE: Come sopra accennato, il corpo centrale della traversa è costituito da quattro pile di spessore pari a 4,8 m e da cinque soglie sfioranti, lunghe 15 metri, provviste ciascuna di una paratoia a settore con ventola sovrapposta la cui altezza di ritenuta complessiva è pari a 9 m.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	14 di 32

Le pile, aventi tutte stessa forma e dimensioni, sono elementi massicci in calcestruzzo provvisti, nella parte superiore, di una leggera armatura di ripartizione, nonché, localmente, delle armature localizzate di ammarro e frettaggio dei perni delle paratoie, incorporati nelle pile stesse. Come sopra detto, la fondazione di ciascuna pila è costituita da tre pozzi a sezione ellittica; la parte inferiore della pila è costituita da una grossa trave armata di irrigidimento, alta 2 m e larga quanto la pila, che costituisce un elemento rigido di collegamento fra la pila e i tre pozzi, oltre che fungere da catena per l' arco di scarico che si forma sopra di essa.

Le soglie tracimabili, interposte tra le pile ma staticamente indipendenti dalle stesse, sono delle strutture scatolari a fondo aperto in cemento armato, parzialmente prefabbricate, rinforzate e irrigidite da due setti centrali fra loro ortogonali. Il paramento curvo dello sfioratore, sagomato con profilo Creager, è stato realizzato con travetti prefabbricati accostati e sovrastante solettone collaborante in cemento armato, per uno spessore complessivo medio di 1,30 m, ed è stato rivestito, sull' estradosso, con intonaco speciale antiusura. Lungo le linee di intersezione fra le pile e le soglie tracimabili, la tenuta idraulica è assicurata dall' interposizione di nastri water-stop in PVC larghi 36 cm.

A tergo del paramento di monte, le pile della traversa sono attraversate da un cunicolo di ispezione, cui si accede dalla base del pozzo di manovra dello scarico di fondo. All' interno degli elementi scatolari tracimabili, il camminamento del cunicolo, che corre a quota 32 m s.l.m., prosegue con una passerella in cemento armato. dimensionata per consentire il trasporto di una piccola attrezzatura di perforazione a rotazione.

Nel piano assiale delle pile sono presenti delle tubazioni del Ø300, ad asse orizzontale, che corrono dalla base del piedritto di valle del cunicolo fino al paramento di valle delle pile. Le tubazioni, provviste di clapet, convogliano a valle eventuali perdite che dovessero raccogliersi nel cunicolo, ma soprattutto consentono l' allontanamento delle acque filtrate entro i vani interni delle soglie tracimabili. L' aggotamento dei vani, tra loro tutti comunicanti, viene effettuato mediante delle pompe sommerse a comando sia manuale che automatico a galleggiante.

VASCA DI DISSIPAZIONE: La vasca di dissipazione che fa seguito alla parte tracimabile della traversa, è realizzata mediante 15 lastroni in cemento armato dello spessore di 1,5 m. L' allontanamento delle acque filtrate attraverso il sottofondo è consentito da un sistema di drenaggi realizzati con mezzi tubi del Ø300 in cemento pressato, appoggiati, a giunti accostati, sul piano di posa delle lastre, previa eventuale regolarizzazione con malta, e ricoperti da uno strato di 15÷20 cm di calcestruzzo alveolato di protezione. I giunti, che devono rimanere aperti, e i bordi longitudinali sono stati protetti dall' intasamento con carta che, marcendo, .ne avrebbe ripristinato la permeabilità. I drenaggi recapitano in un cunicolo attraversante la controbriglia di valle, dotato al termine di scarichi a clapet. Lo sfiato dei drenaggi avviene per mezzo di tubi collettori di monte di sezione quadrata di lato 400 mm in cemento amianto, collegati con le cavità interne degli elementi tracimabili.

Le lastre della platea sono vincolate alla roccia sottostante con ancoraggi disposti planimetricamente a formare delle maglie quadrate di 1,5 m di lato. Gli ancoraggi sono realizzati con barre di acciaio Ø 24 mm ad aderenza

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	15 di 32

migliorata spinte fino all' ignimbrite lapidea e quindi cementate nella stessa. La superficie di contatto delle lastre è sagomata in modo da impedire movimenti relativi fra lastre adiacenti.

BLOCCO IN DESTRA, SCARICO DI FONDO, BY-PASS IRRIGUO: La parte tracimabile della traversa è limitata, alla sua destra, da un blocco in calcestruzzo nel quale è inserito lo scarico di fondo e il by-pass irriguo, realizzato per garantire il deflusso a valle delle portate di irrigazione a scarico di fondo chiuso. Due pozzi verticali, entrambi di 7 m di diametro, fungono rispettivamente da pozzo di manovra dello scarico di fondo e da pozzo di dissipazione per il by-pass irriguo. Ai due pozzi, fra loro comunicanti, si accede dal coronamento per mezzo di una scala elicoidale in acciaio zincato disposta nel pozzo del by-pass irriguo.

Sia lo scarico di fondo che il by-pass irriguo scaricano in alveo attraverso un canale a sezione rettangolare che, successivamente ad un breve tratto iniziale a pareti convergenti, presenta una larghezza pari a 6 m. Il canale è ricavato fra il muro d' ala in destra ed il muro di contenimento della sponda destra.

In una cabina realizzata sul coronamento, poco a valle delle aperture dei due pozzi suddetti, è ospitato il gruppo elettrogeno e, in una camera a parte, i quadri di comando di tutti gli organi di chiusura e regolazione. Sul tetto della cabina è collocata la sirena di allarme.

GIUNTO DEFORMABILE IN DESTRA: Fra il blocco dello scarico di fondo ed i conci non tracimabili della sponda destra, è stato realizzato un giunto deformabile in terra, analogo a quello previsto per la spalla sinistra dello sbarramento. Il nucleo in terra è contenuto, a monte e a valle, da mensoloni in c.a., e a destra da un muro di contenimento e collegamento ai conci non tracimabili della sponda destra. Il mensolone di valle, che si protende dal blocco dello scarico di fondo, è continuo da quota 24 a quota 46,8 m s.l.m.; quello di monte si protende dal blocco dello scarico di fondo fino a quota 36,9, mentre al di sopra di tale quota il contenimento del nucleo è assicurato, nella parte destra, anche da una mensola annessa all' adiacente muro di contenimento e collegamento alla zona non tracimabile dello sbarramento.

MURO E DIAFRAMMA IN DESTRA: Sulla sponda destra, la traversa prosegue con una parte non tracimabile, lunga 53 m, costituita da un muro in c.a. di tre metri di spessore e per altri 49 m con un diaframma, sempre in c.a., avente uno spessore di 0,8 m. Sia il muro che il diaframma, in sommità terminano con due sbalzi laterali, in modo da formare il piano percorribile di coronamento della traversa.

TAGLIONE; SCHERMO DI TENUTA: Nel paramento di monte, alla quota 24 m s.l.m., corre il bordo inferiore delle strutture scatolari che costituiscono le soglie tracimabili della traversa. Sotto il suddetto bordo, collegato con lo stesso mediante un nastro water-stop in PVC, è affondato un taglione in c.a., alto 3 m e largo 2 m, lungo quanto la parte tracimabile della traversa. La tenuta in fondazione è poi integrata da una serie di iniezioni di schermo e di cucitura.

DESCRIZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	16 di 32

La stretta ove è ubicata la traversa, è incisa in roccia ignimbratica lapidea, affiorante sulle sponde e ricoperta in alveo da un modesto materasso alluvionale. Intercluso fra un potente banco di ignimbriti superiori e la formazione ignimbratica basale sottostante, si trova un orizzonte tufitico di spessore variabile da pochi decimetri a 5 metri, in cui tetto è costituito da uno strato di argillite bentonitica dello spessore medio di 0,8 metri.

L' andamento di detto strato intercluso è ondulato, con immersione generale verso monte e verso la sponda destra, ma con pendenze locali secondarie anche verso valle.

L' ignimbrite basale, sottostante lo strato tufitico-argillitico, ha anch' essa una superficie ondulata, quasi suborizzontale, con una rapida immersione verso la sponda destra a partire dalla pila n. 3. In corrispondenza della pila n. 4 e dello scarico di fondo l' orizzonte tufitico-argillitico giace già ad una profondità di 8 – 12 metri al di sotto del piano generale di fondazione (24 m s.l.m.).

Art. 3. - DATI PRINCIPALI DEL SERBATOIO DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO

- quota di massimo invaso 45,30 m s.l.m.
- quota massima di regolazione..... 45,00 m s.l.m.
- quota minima di regolazione..... 28,50 m s.l.m.
- superficie dello specchio liquido:
 - alla quota di massimo invaso 1,17 km²
 - alla quota massima di regolazione..... 1,14 km²
 - alla quota minima di regolazione..... 0,015 km²
- volume totale di invaso (ai sensi del D.M. 24.3.' 82) 9,3 · 10⁶ m³
- volume di invaso (ai sensi della L.584/1994) 9 · 10⁶ m³
- volume utile di regolazione..... 8,93 · 10⁶ m³
- volume di laminazione 0,3 · 10⁶ m³
- superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso 2961 km²
- superficie di eventuali bacini imbriferi allacciati 0 km²
- portata di massima piena di progetto 4400 m³/s
- tempo di ritorno (ultimo anno di riferimento dei dati: 1966) 1000 anni

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	17 di 32

DESCRIZIONE SINTETICA DEL BACINO IMBRIFERO AFFERENTE ALL' INVASO

Il Tirso, maggiore fiume della Sardegna, nasce dai monti del Goceano (altopiano di Buddusò) a quota 880 m s.l.m., e si sviluppa prevalentemente in direzione NE-SW per sfociare infine nella costa occidentale dell' isola, tra lo stagno di Cabras e lo stagno di Santa Giusta, all' altezza dell' abitato di Oristano.

Il suo bacino imbrifero è definito ad occidente dalla catena del Goceano e dalla catena del Marghine; ad oriente dalla Serra di Orotelli, dai monti della Barbagia di Ollolai e dal massiccio del Gennargentu. La superficie totale del bacino imbrifero assomma a 3295,5 km².

DESCRIZIONE DELLE SPONDE DELL' INVASO

Le sponde dell'invaso sono in genere caratterizzate da media acclività, ricoperte in parte da vegetazione spontanea (pascoli) e per il resto rocciose. Sono assenti insediamenti abitativi sulle sponde. Non sembra sussistere pericolo di frane.

DESCRIZIONE DELL' ALVEO A VALLE E RELATIVE PARTICOLARI SITUAZIONI CHE POSSANO COMPORTARE FENOMENI DI RIGURGITO

A valle dello sbarramento, si incontrano diversi centri abitati di una qualche rilevanza: per primi Fordongianus, Villanova Truschedu, ed Ollastra Simaxis, in sinistra idrografica; più a valle, Zerfaliu e Solarussa, in destra, Simaxis e Silì in sinistra. A pochi chilometri dalla foce, sono situati i due maggiori insediamenti della valle, Cabras a NE ed Oristano a SO.

Il corso d' acqua è attraversato da numerosi manufatti. Da monte verso valle, essi sono: i ponti stradali in corrispondenza degli abitati di Fordongianus, Villanova Truschedu e Zerfaliu; il ponte stradale che collega Solarussa alla S.S. 388 e l' adiacente ponte della ferrovia Cagliari-Olbia; i ponti delle S.S. 131 e 292 e, nel tratto compreso fra questi ultimi, il ponte romano in corrispondenza dell' abitato di Silì. Dall' analisi sulle caratteristiche dell' onda di piena conseguente alla manovra degli organi di scarico della traversa di Pranu Antoni, consegue che solo gli impalcati dei ponti di Zerfaliu e di Silì potrebbero essere interessati dalla piena ivi considerata. Nei rimanenti casi, la quota dell' impalcato risulta ben superiore ai livelli di piena conseguenti alla contemporanea apertura degli scarichi di superficie e di fondo.

L' alveo a valle della traversa di Pranu Antoni si presenta relativamente incassato fino all' abitato di Villanova Truschedu, per poi aprirsi in maniera assai repentina. Dalla traversa di Santa Vittoria (situata lungo il corso d' acqua circa a metà tra gli abitati di Villanova Truschedu e Zerfaliu) fino al mare, l' alveo del Tirso è arginato. L' altezza media degli argini è intorno ai 4 metri; la loro mutua distanza è variabile fra i 600 e gli 800 metri.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	18 di 32

Gli studi compiuti durante il dimensionamento delle opere di scarico della traversa, peraltro confermati da alcune valutazioni nell' ipotesi di moto permanente sviluppate preliminarmente all' analisi delle onde di piena artificiali, indicano in $3000 \div 3500 \text{ m}^3/\text{s}$ la massima portata che può defluire attraverso il sistema di arginature del basso corso del fiume.

NOTIZIE SULL' INTERRIMENTO E SUA EVENTUALE INFLUENZA SULLA FUNZIONALITÀ DELLE OPERE DI SCARICO

Secondo valutazioni dell' Ente concessionario, sono assenti fenomeni di interrimento. L' invaso presenta comunque una capacità morta valutabile intorno ai 70.000 m^3 , tale, quindi, da consentire il deposito di una apprezzabile quantità di materiale di trasporto senza che la soglia dello scarico di fondo venga interessata da fenomeni di interrimento. Peraltro, la consuetudine seguita dal Concessionario di derivare in alveo direttamente dallo scarico di fondo, assicura il convogliamento a valle della maggior parte del trasporto solido.

Va detto, infine, che la presenza della diga della Cantoniera a monte della traversa di Pranu Antoni, riduce in pratica l' apporto di materiali trasportati alla sola quota proveniente dal bacino del Flumineddu.

Art. 4. - DATI PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO E DERIVAZIONE

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 45,30 m s.l.m. (quota di massimo invaso)

- dallo scarico di superficie con le 5 paratoie interamente sollevate..... 4400 m^3/s

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 45,00 m s.l.m. (quota massima di regolazione)

- dallo scarico di superficie con le 5 paratoie interamente sollevate..... 4200 m^3/s
- dallo scarico di superficie con le 5 ventole interamente abbattute 360 m^3/s
- dallo scarico di fondo..... 140 m^3/s
- dalla derivazione irrigua..... 9 m^3/s

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	19 di 32

CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO E DERIVAZIONE

- Scarico di superficie:

Costituito da 5 soglie sfioranti a quota 36 m s.l.m., ognuna larga 15 metri, provviste ciascuna di una paratoia a settore con ventola sovrapposta la cui altezza di ritenuta complessiva è pari a 9 m (7 m è l' altezza della paratoia inferiore e 2 m l' altezza della ventola). Sia le paratoie inferiori che le ventole sovrapposte sono azionate da pistoni a comando oleodinamico.

- Scarico di fondo:

Costituito da un condotto metallico in destra di sezione rettangolare variabile, regolato da due paratoie piane a comando oleodinamico delle dimensioni di 2,66 x 3,40 m. Alla sezione di imbocco, le cui dimensioni sono di 5,18 m (base) x 6,38 m (altezza), segue un breve tratto di raccordo con un tronco centrale, di sezione costante di 2,66 x 3,40 m, al termine del quale sono ubicate le paratoie. A valle delle paratoie, il condotto si allarga gradualmente fino alla sezione di sbocco, ove le dimensioni sono di 4,40 x 4,40 m.

- Derivazione irrigua:

Costituita da una tubazione in acciaio del Ø1300 con imbocco, in asse, a quota 42,50 m s.l.m. regolata da una paratoia piana a strisciamento all' imbocco di monte, e da una valvola a dispersione (Howell-Bunger) al termine della condotta. Dopo un primo tratto di circa 11 m a pendenza costante, la condotta presenta un gomito cui segue un tratto verticale inserito entro un pozzo di dissipazione, sul cui fondo viene scaricata la portata uscente dalla valvola a dispersione. Il pozzo comunica con il canale di scarico in destra ove sbocca anche la condotta dello scarico di fondo.

Art. 5. - ACCESSI ALLA DIGA

- Accesso alla diga:

Alla diga si accede, in destra, percorrendo una strada di servizio, di proprietà del Concessionario, che si diparte dalla S.S. 338 "Oristano-Sorgono".

- Accesso alle varie parti della diga:

Dal coronamento della traversa, percorribile anche con mezzi, si accede alle parti interne attraverso una scala elicoidale in acciaio zincato disposta nel pozzo del by-pass irriguo. La scala conduce al corridoio di comunicazione fra i pozzi della derivazione e dello scarico di fondo. Allo sbocco del corridoio nel pozzo di manovra dello scarico di fondo, un secondo tratto di scala elicoidale conduce alla base del pozzo. Da qui si diparte il cunicolo di ispezione.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	20 di 32

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	21 di 32

Art. 6. - VIGILANZA E CONTROLLO

Il Gestore provvede alla vigilanza sulle opere ed al controllo del loro stato di manutenzione ed esercizio secondo quanto prescritto dalla vigente normativa ai fini della tutela della incolumità delle popolazioni e dei territori e secondo quanto di seguito indicato.

Art. 6.1. - VIGILANZA

La struttura per la vigilanza sulle opere è così costituita:

- Casa di guardia:

E' ubicata sulla spalla destra della diga, pochi metri a monte dello sbarramento, in posizione antistante al piazzale di servizio. Nell' edificio sono stati realizzati appositi locali adibiti a magazzino-officina dotati delle attrezzature e dei materiali necessari alla manutenzione degli impianti, nonché una sala quadri per il controllo e comando a distanza degli organi di scarico.

- Posto più prossimo alla diga presidiato 24 ore / 24 ore:

E' la casa di guardia. Uno dei guardiani vi risiede stabilmente.

- Personale di guardiania:

Due guardiani, di cui uno residente nella casa di guardia.

- Personale addetto al controllo tecnico ed alla manutenzione:

Il controllo tecnico delle opere è svolto dall' Ingegnere Responsabile che si avvale, in particolare per quanto attiene alle misure di controllo, della collaborazione di un geometra dell' Ente gestore. La manutenzione ordinaria è affidata ad operai dipendenti del Consorzio.

Gli interventi di manutenzione che richiedono un elevato grado di specializzazione (in particolare quelli sulla strumentazione di controllo) vengono commissionati a ditte esterne.

- Comunicazioni:

(Per il dettaglio dei nomi, recapiti e numeri di telefono, si rimanda alla apposita "Rubrica" (art.5, comma 2, Circolare PCM del 19/03/96 n°DSTN/2/7019)).

L' ufficio dei guardiani e la casa di guardia sono collegati alla rete telefonica Telecom (Comune di Fordongianus, n. 0783-60153). E' inoltre attivo un collegamento sussidiario con la sede del Consorzio a mezzo di ponte radio.

- Procedure di guardiania:

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	22 di 32

Il controllo delle opere viene effettuato da parte del personale appositamente incaricato dal Gestore con le seguenti procedure:

- In periodi di esercizio normale, la guardiania si esplica attraverso la presenza continuativa di uno dei due guardiani.
- In periodi di allerta, è garantita la vigilanza continua, 24 ore su 24, da parte di personale tecnico dell' Ente gestore.
- La guardiania attiva continua nei periodi di allerta dovrà avvenire in conformità a quanto previsto dal documento di protezione civile, ed in tutte le occasioni stabilite dall' Ingegnere Responsabile o dal Servizio Nazionale Dighe.
- Il personale addetto alla guardiania, al controllo e alla manutenzione dovrà svolgere le seguenti mansioni:
 - 1) sorvegliare le opere affidate;
 - 2) effettuare ispezioni giornaliere e periodiche;
 - 3) effettuare manovre in conformità alle istruzioni di carattere generale o specifico ricevute;
 - 4) verificare le apparecchiature di controllo e gli strumenti di misura con trascrizione delle letture in appositi stampati;
 - 5) riferire ogni anomalia riscontrata sull' opera presidiata e le sue adiacenze, e annotarla sul registro delle osservazioni

- Impianti di alimentazione dei comandi degli organi di manovra:

L' alimentazione principale è costituita da una linea elettrica dell' ENEL in media tensione (15 kV) che giunge ad una cabina di trasformazione MT/BT ubicata sulla spalla destra della diga, non distante dalla casa di guardia, provvista di due trasformatori in parallelo, ciascuno della potenza di 100 kVA. E' inoltre installato un gruppo elettrogeno automatico di emergenza da 125 kVA, posto nell' apposito locale annesso alla sala quadri, all' estremità di valle del blocco dello scarico di fondo.

Limitatamente allo scarico di fondo, l' alimentazione delle pompe dell' impianto oleodinamico di manovra può avvenire anche per mezzo di due turbine ubicate sul fondo del pozzo di manovra.

E' infine possibile, per tutti gli organi di chiusura, la manovra per mezzo di pompe a mano.

La manovra volontaria degli organi di scarico può essere comandata dai quadri posti in un locale situato sul coronamento, in corrispondenza del blocco dello scarico di fondo, ovvero con comando a distanza dalla sala quadri della casa di guardia. Lo scarico di fondo ed il by-pass irriguo sono azionabili anche localmente dalla camera di manovra posta nel pozzo delle paratoie dello scarico di fondo.

- Impianti di illuminazione esterna dei paramenti e del coronamento:

L' illuminazione del paramento di valle è ottenuta per mezzo di una torre faro collocata sulla sponda destra e dotata di quattro fari alogeni, di cui due da 1500 W e due da 1000 W. Il paramento di monte è illuminato, limitatamente alla zona dell' idrometro, con un faretto con lampada alogena da 500 W. Il coronamento e il

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	23 di 32

piazzale di servizio sono illuminati con 18 pali ricurvi recanti ciascuno una lampada a vapori di mercurio da 125 W. Cinque lampioni con lampade a vapori di mercurio da 80 W illuminano le immediate vicinanze della casa di guardia. Un faretto alogeno da 500 W illumina il cancello di ingresso del piazzale.

- Impianto di illuminazione interna della diga:

Il locale ove è ubicato anche il gruppo elettrogeno, situato sul coronamento, in corrispondenza del blocco dello scarico di fondo, è illuminato da una plafoniera con due tubi al neon da 36 W.

La sala quadri adiacente, con i comandi pompe oleodinamiche, è illuminata da tre plafoniere, ciascuna con due tubi al neon da 36 W.

Due faretti alogeni, ciascuno da 500 W, illuminano il pozzo della derivazione. Il pozzo dello scarico di fondo è illuminato, all' ingresso, da un faretto alogeno da 500 W e, all' interno, da due plafoniere, ciascuna con due tubi al neon da 36 W.

Il cunicolo è illuminato, all' ingresso, da un faretto alogeno da 500 W e, lungo il percorso, da plafoniere con due tubi al neon da 36 W ciascuna.

I locali della casa di guardia adibiti a magazzino, ufficio e sala quadri sono illuminati ciascuno da una plafoniera con due tubi al neon da 58 W. I restanti locali della casa di guardia sono illuminati con normali lampade a incandescenza.

- Modalità di attivazione del sistema di segnalazione acustica:

La sirena d' allarme, di caratteristiche tecniche rispondenti alle direttive della Circolare Min. LL.PP. n. 1125/86, è ubicata sul tetto della cabina del gruppo elettrogeno e dei quadri dei comandi delle pompe oleodinamiche, in corrispondenza del blocco dello scarico di fondo. Le modalità di attivazione della sirena sono le seguenti:

- la sirena entra in funzione, a mezzo dell' apposito comando di attivazione, esclusivamente per manovre di apertura volontaria degli organi di scarico;
- il tempo di emissione del segnale acustico è di 3 minuti;
- l' inizio dell' apertura degli organi di scarico non avviene prima del termine dell' emissione del segnale acustico;
- nel caso di manovre di apertura successive alla prima, il dispositivo di segnalazione acustica è azionato solo se dette manovre vengono effettuate più di 30 minuti dopo il termine della precedente manovra di apertura; eventuali manovre di chiusura parziale o totale sono ininfluenti ai fini del conteggio di detto intervallo di tempo.

- Dispositivi antintrusione:

L' area in cui ricade lo sbarramento e le sue pertinenze è chiusa da una recinzione metallica. E' installato un impianto televisivo a circuito chiuso.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	24 di 32

Art. 6.2. - CONTROLLO: OSSERVAZIONI E MISURE

Il Gestore esegue controlli e rilievi periodici non inferiori a quelli previsti nel presente foglio. In occasione di eventi meteorologici ed idrologici (piene) di particolare importanza, i suddetti controlli dovranno essere opportunamente intensificati.

Art. 6.2.1. - Numero, tipo e localizzazione delle apparecchiature di controllo

Sono di seguito indicati il numero, il tipo e la localizzazione delle apparecchiature di controllo, nonché le specie e la frequenza dei rilievi.

a) Spostamenti planoaltimetrici (frequenza minima quindicinale):

Rilevati mediante un sistema di collimazione automatico a laser per la misura dello spostamento relativo di punti situati lungo una direttiva di allineamento. La configurazione del sistema permette di posizionare un numero elevato di punti di misura senza interferenze tra questi, con la possibilità di aumentarne il numero in qualsiasi momento.

Il sistema è composto da quattro parti principali: i *bersagli intermedi* (in numero di 6), la *centralina di controllo* e l'*emettitore laser* (in sponda destra vicino alla casa di guardia), il *bersaglio terminale* (in sponda sinistra, ancorato in roccia).

Di ogni bersaglio intermedio si rileva la misura dello spostamento altimetrico e planimetrico in direzione monte-valle.

Le misure vengono effettuate nelle ore notturne, affinché il sistema ottico possa operare nelle migliori condizioni. I dati vengono registrati in apposite memorie di massa e resi disponibili in casa di guardia per successive elaborazioni.

b) Livelli piezometrici (frequenza quindicinale):

Rilevati entro cinque tubi piezometrici, di cui due situati a valle della parte non tracimabile, due ubicati sul coronamento, alle estremità destra e sinistra della zona tracimabile, ed uno ubicato sulla spalla sinistra, fuori corpo diga. Le misure sono effettuate manualmente, mediante sonda freaticometrica.

c) Perdite (frequenza quindicinale, da intensificare qualora si riscontrassero valori anomali):

Le perdite raccolte dalle canne drenanti in fondazione, le eventuali perdite dai giunti, i trasudamenti dalle pareti del cunicolo o dei vani interni ubicati sotto le soglie tracimabili, si raccolgono entro i vani stessi. Questi, aventi come base la stessa roccia di fondazione, raccolgono anche le permeazioni provenienti dal sottosuolo. Delle pompe sommerse con comando sia manuale che automatico a galleggiante consentono l'aggottamento dei vani e il convogliamento a valle dell'acqua. Non esistono strumenti di misura dei volumi scaricati a valle dalle pompe di svuotamento. Né, del resto, tale misura avrebbe significato, giacché si è osservato che il livello

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	25 di 32

idrico che si stabilisce entro i vani è strettamente correlato con il livello idrico di valle, il che fa supporre che le acque che si raccolgono nei vani provengano per la maggior parte da valle, piuttosto che da monte.

La misura delle perdite è dunque limitata alle acque captate dalle canne di drenaggio in fondazione disposte a tergo dello schermo di iniezioni. In prosecuzione delle canne di drenaggio sono installati dei tubi filettati da 1 pollice recanti, all'estremità superiore, un rubinetto ed un manometro, così che è possibile la misura delle portate drenate a foro aperto e la misura delle pressioni a foro chiuso. La misura delle perdite viene svolta manualmente, mediante recipiente tarato e cronometro.

d) Misure giornaliere:

Saranno giornalmente raccolti i seguenti dati:

- temperatura massima e minima dell' aria;
- altezza di precipitazione;
- quota del livello di invaso;
- temperatura dell' acqua in superficie;
- temperatura dell' acqua a 5 metri di profondità;
- stato atmosferico, che sarà registrato secondo la seguente codifica:
 - Sereno:..... 0
 - Poco nuvoloso: 1 (1/3 della copertura del cielo)
 - Nuvoloso:..... 2 (2/3 della copertura del cielo)
 - Coperto:..... 3 (3/3 della copertura del cielo)
- vengono altresì rilevate le grandezze legate agli eventi meteorologici ed idrologici (piene) di particolare importanza.

g) Tolleranze tecniche ammissibili entro cui gli apparecchi di misura debbono risultare funzionanti:

Misura e strumento	Tolleranza
Spostamenti planoaltimetrici (collimatore laser)	± 0,1 mm / 100 m
Livelli piezometrici (sonda freaticometrica)	± 2,0 cm
Temperatura dell' aria (termometro a mercurio).....	± 0,5 °C
Altezza di precipitazione (pluviometro).....	± 1 mm
Livello di invaso (asta idrometrica)	± 3 cm
Temperatura dell' acqua (termometro ad immersione)	± 0,5 °C

h) Punti di misura essenziali per il controllo dell' opera e dei fenomeni sotto osservazione e massimo intervallo di tempo ammissibile (T) per il "fuori servizio" della relativa strumentazione

Misura	T
Spostamenti planoaltimetrici (collimatore laser)	1 mese

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	26 di 32

Livelli piezometrici (sonda freaticometrica)	1 mese
Perdite (misura manuale)	1 settimana
Altezza di precipitazione (pluviometro)	1 settimana
Livello di invaso (asta idrometrica)	1 settimana

Nei casi in cui si verifichi un'avaria grave che per la sua eccezionalità e/o il verificarsi di vari motivi contingenti, non possa essere limitata entro il corrispondente termine temporale stabilito, il Gestore dovrà darne comunicazione entro il termine suddetto al Servizio Nazionale Dighe, Ufficio Periferico di Cagliari, dichiarando i maggiori tempi previsti e precisando altresì le misure sostitutive che metterà in atto fino al perdurare dell'avaria medesima. Il tutto, naturalmente, salvo quanto di diverso potrà opporre e prescrivere l' Ufficio Competente.

Art. 6.2.2. - Verifiche d' esercizio sugli organi di scarico

E' fatto obbligo al Gestore di verificare il corretto funzionamento degli organi di scarico e dei relativi impianti, con periodiche messe in carico, con frequenza mensile. Con cadenza almeno semestrale dovranno essere eseguite manovre di apertura e chiusura delle paratoie degli scarichi di superficie e di fondo, da effettuare distintamente con ognuna delle fonti di energia previste, compresa quella manuale, nonché con ispezioni dirette anche delle opere murarie interessate.

Per lo scarico di fondo, in particolare, almeno ogni due mesi la verifica consisterà in un' apertura totale delle paratoie.

Per lo scarico di superficie, qualora il livello di invaso sia inferiore alla soglia (36 m s.l.m.) la manovra consisterà in un abbattimento totale delle ventole e nel sollevamento totale delle paratoie a settore sottostanti. Qualora invece il livello di invaso sia tale che manovre di apertura totale comportassero importanti rilasci d' acqua, l' abbattimento delle ventole e il sollevamento delle paratoie a settore potrà essere limitato a pochi centimetri.

Le manovre degli organi di scarico dovranno, comunque, essere svolte in conformità a quanto disposto nel Documento di Protezione Civile.

Sui comandi oleodinamici sono da effettuare i seguenti controlli con frequenza mensile: controllo del livello dell' olio; verifica dell' esistenza di eventuali perdite di olio dei gruppi di tenuta; controllo di assenza di acqua di condensa sull' olio; controllo di eventuali perdite d' olio nelle tubazioni; controllo dei filtri in mandata; stato di conservazione generale.

Art. 6.2.3. - Luoghi da assoggettare ad osservazioni dirette

E' fatto obbligo al Gestore di assoggettare, oltre a quanto indicato ai precedenti art. 6.2.1 e 6.2.2, i sottoelencati particolari luoghi ad osservazione diretta.

- Con frequenza giornaliera:

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	27 di 32

Saranno ispezionati il paramento di monte e di valle, gli organi di manovra e scarico e il cunicolo della diga, osservando in particolare eventuali venute d'acqua dai drenaggi, percolazioni dai giunti dei cunicoli, trasudazioni che ne bagnino le pareti. Verrà verificato lo stato esteriore della strumentazione di controllo installata, l'efficienza degli impianti di illuminazione interna ed esterna, l'efficienza dei dispositivi antintrusione e dei collegamenti telefonico e radio.

- Con frequenza settimanale:

Verrà verificato il funzionamento degli impianti elettrici in assenza di corrente di rete, con l'energia fornita dal gruppo elettrogeno. Verranno ispezionati i locali di manovra e le vie di accesso.

- Con frequenza mensile:

Si procederà al controllo dei quadri elettrici; alla prova dell'efficienza della sirena (Circolare Min. dei LL. PP. 1125/86), a un controllo a vista da parte di un tecnico delle opere e delle sponde immediatamente a monte ed a valle dell'invaso atto a rilevare eventuali fenomeni di instabilità; al controllo del corretto funzionamento degli strumenti di misura. A stazione idrometrica installata, si procederà al controllo della restituzione in alveo con registrazione idrometrica a valle della traversa.

- Con frequenza semestrale:

Si eseguirà il controllo dello stato dei piazzali, delle strade di servizio, della casa di guardia, dei manufatti di sbocco degli scarichi e relativi terreni circostanti.

- Con frequenza annuale:

Si procederà alla verifica dello stato di conservazione della strumentazione, dei cartelli monitori (di cui alla Circ. Min. LL.PP. 1125 del 5/8/86), della funzionalità stazione idrometrica (se installata), dell'alveo a valle per la verifica della possibilità di libero deflusso delle acque eventualmente scaricate.

- In occasione del raggiungimento della quota di massimo invaso o della quota massima di regolazione:

Si procederà all'esecuzione delle misure di controllo; al controllo dei dati idrologici e delle portate di progetto, con annotazione dei tempi di crescita dei livelli e del successivo decremento; al controllo a vista del corpo diga; alla verifica dello stato sponde dell'invaso, della funzionalità delle opere di scarico e delle condizioni dell'alveo a valle della diga per un tratto significativo in relazione alle portate scaricate.

- In occasione del raggiungimento della quota minima di regolazione ed in occasione di lavori che comportino lo svuotamento del serbatoio:

Si procederà all'esecuzione delle misure di controllo; all'ispezione dei paramenti, del corpo diga, delle sponde, delle opere di imbocco degli scarichi e dell'opera di presa e di tutte le opere normalmente sommerse

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	28 di 32

con esame approfondito e verifica dell' assenza di fenomeni di degrado, nonché di eventuali fenomeni di interrimento unitamente ad eventuali osservazioni; al rilevamento fotografico e strumentale dell' interrimento.

- In occasione di eventi meteorologici e idrologici eccezionali (piene):

Durante l' evento o immediatamente dopo, si procederà all' esecuzione delle misure di controllo; all' ispezione del corpo diga, delle sponde e delle opere di scarico con controllo del deflusso nell' alveo a valle; alla verifica dello stato generale dello sbarramento; all' annotazione dei tempi di crescita dei livelli e del successivo decremento.

Art. 6.2.4. - Registro delle osservazioni

Presso la casa di guardia è tenuto apposito Registro sul quale dovranno essere riportati i risultati delle:

- misure degli spostamenti planoaltimetrici di cui al punto 6.2.1. a);
- misure dei livelli piezometrici di cui al punto 6.2.1. b);
- misure delle perdite di cui al punto 6.2.1. c);
- misure giornaliere di cui al punto 6.2.1. d).

Sul Registro dovranno anche essere descritti i lavori di manutenzione ordinaria eseguiti, l' ubicazione e le dimensioni delle eventuali lesioni che si fossero manifestate nello sbarramento e nelle sue opere accessorie ed i provvedimenti presi, le visite e le conseguenti prescrizioni del Servizio Nazionale Dighe, i risultati dei controlli sugli organi di manovra di cui all' art. 6.2.2. ed i risultati delle osservazioni dirette di cui all' art. 6.2.3.

Art. 6.2.5. - Procedure di trasmissione dati all' interno della struttura del Gestore

Per ciò che riguarda tipo, tempi e forma della trasmissione dei dati e di ogni altra comunicazione all' interno della struttura organizzativa del Gestore, si precisa quanto segue:

I rilievi di controllo tecnico, effettuati con la frequenza prescritta agli artt. 6.2.1., 6.2.2. e 6.2.3., sono raccolti nel Registro delle osservazioni, tenuto a cura del tecnico incaricato delle misure di controllo, che garantisce l' attendibilità dei rilievi. Alla fine di ogni mese, sulla base dei dati raccolti, il tecnico suddetto predispone, e consegna all' Ingegnere Responsabile, una bozza del Bollettino mensile delle osservazioni da inviare al Ufficio Periferico di Cagliari del Servizio Nazionale Dighe. L' Ingegnere Responsabile, verificata la correttezza dei dati e delle modalità dei rilievi, cura la redazione della versione definitiva del Bollettino da inviare al Servizio Dighe, e la registrazione dei dati su supporto magnetico al fine della compilazione dei diagrammi semestrali delle misure.

Il Bollettino delle misure, redatto sulla base dei dati riportati nel Registro conservato presso la casa di guardia, contiene:

- i dati delle misure degli spostamenti planoaltimetrici di cui al punto 6.2.1. a);
- i dati delle misure dei livelli piezometrici di cui al punto 6.2.1. b);
- i dati delle misure delle perdite di cui al punto 6.2.1. c);
- i dati delle misure giornaliere di cui al punto 6.2.1. d).

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	29 di 32

- la descrizione dei lavori di manutenzione ordinaria eseguiti, l'ubicazione e le dimensioni delle eventuali lesioni che si fossero manifestate nello sbarramento e nelle sue opere accessorie ed i provvedimenti presi, le visite e le conseguenti prescrizioni del Servizio Nazionale Dighe, i risultati dei controlli sugli organi di manovra di cui all' art. 6.2.2. ed i risultati delle osservazioni dirette di cui all' art. 6.2.3.

Il Bollettino, sottoscritto dall' Ingegnere Responsabile, dovrà riportare la dicitura *“le opere e le sponde non presentano anomalie o degradamenti che possono destare preoccupazioni e pertanto, per quanto è stato possibile accertare, risultano in buone condizioni di sicurezza, manutenzione e gestione”*. Qualora fossero state riscontrate condizioni anomale, dovranno essere descritti i provvedimenti assunti per ricondurre l' opera in condizioni di sicurezza.

L' elaborato “Diagrammi delle misure” contiene gli andamenti degli ultimi cinque anni dei dati relativi alle:

- misure degli spostamenti planoaltimetrici di cui al punto 6.2.1. a);
- misure dei livelli piezometrici di cui al punto 6.2.1. b);
- misure delle perdite di cui al punto 6.2.1. c);
- misure giornaliere di cui al punto 6.2.1. d).

Art. 6.2.6. - Procedure di trasmissione dati all' esterno della struttura del Gestore

Per ciò che riguarda tipo, tempi e forma della trasmissione dei dati e di ogni altra comunicazione, il Gestore provvede a trasmettere al Servizio Nazionale Dighe i seguenti documenti sottoscritti dall' Ingegnere Responsabile:

- Bollettino delle osservazioni, con frequenza mensile (D.P.R. 1.11.1959 n. 1363, art. 19), da trasmettere in duplice copia all' Ufficio Periferico di Cagliari del S.N.D., entro sessanta giorni dalla fine del mese di riferimento;
- Asseverazione sullo stato della diga, con frequenza semestrale (Circ. P.C.M. 13.12.1995 n. DSTN/2/22806, punto C), di cui sarà trasmessa una copia all' Ufficio Periferico di Cagliari ed una alla Sede Centrale del S.N.D. entro sessanta giorni dalla fine del semestre di riferimento, con allegato l' elaborato “Diagrammi delle misure” contenente gli andamenti delle misure negli ultimi cinque anni;
- Ogni altra notizia relativa ad interventi di manutenzione straordinaria sulla diga, sul serbatoio e sugli organi di manovra.

In caso di segnalazione strumentale o rilevamento che desti preoccupazione per la sicurezza delle opere, verificata la congruenza tra l' entità del fenomeno fisico e la segnalazione corrispondente, l' Ingegnere Responsabile o il suo Sostituto saranno tenuti a darne tempestiva comunicazione all' Ufficio Periferico di Cagliari del Servizio Nazionale Dighe, corredando tale comunicazione con opportune considerazioni sul fatto verificatosi, sulle cause ipotizzabili e sugli sviluppi ritenuti possibili.

Art. 6.2.7. - Procedure di trasmissione dati alle Autorità competenti in materia di Protezione Civile

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	30 di 32

Per ciò che riguarda tipo, tempi e forma della trasmissione dei dati e di ogni altra comunicazione alle Autorità competenti in materia di Protezione Civile, si rimanda al “Documento di Protezione Civile” di cui alla Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 19 marzo 1996 n. DSTN/2/7019.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	31 di 32

Art. 6.2.8. - Procedure di trasmissione dati al Servizio Idrografico

I supporti magnetici contenenti i dati registrati nella stazione idrometrografica che sarà installata in alveo a valle della diga, dovranno essere trasmessi con cadenza trimestrale all' Ufficio del Servizio Idrografico Nazionale competente per territorio.

Art. 6.3. - DOCUMENTAZIONE CONSERVATA PRESSO LA CASA DI GUARDIA

Oltre al Registro delle osservazioni e alle monografie dei risultati dei rilievi geodetici di cui all' art. 6.2.4., presso la casa di guardia sono conservati:

- copia del presente Foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione;
- copia del "Documento di Protezione Civile";
- "Rubrica" di cui all'art. 5 della Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 19 marzo 1996 n. DSTN/2/7019.
- piano di installazione dei "cartelli monitori" e copia della relativa lettera di notifica all' Assessorato ai LL. PP. della Regione Autonoma della Sardegna;
- piano di installazione del sistema di segnalazione acustica e copia della relativa lettera di notifica all' Assessorato ai LL. PP. della Regione Autonoma della Sardegna;
- piano di installazione della strumentazione idrometrografica e copia della relativa lettera di notifica all' Assessorato ai LL. PP. della Regione Autonoma della Sardegna;
- copia degli studi delle onde di piena artificiali;
- copia dell'ultimo fascicolo "Diagrammi delle misure";
- registro delle manovre di esercizio sugli organi di scarico
- disegni di consistenza delle opere, compresi gli schemi degli impianti elettromeccanici.

Art. 6.4. - INGEGNERE RESPONSABILE (art. 4, comma 7 del D.L. 8 agosto 1994 n. 507 convertito in L. 21 ottobre 1994 n. 584)

I nominativi dell' Ingegnere Responsabile della sicurezza delle opere e dell' esercizio dell' impianto e del suo Sostituto, ed i loro recapiti, sono contenuti nella apposita "Rubrica" di cui all' art. 5 della Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 19 marzo 1996 n. DSTN/2/7019.

Art. 7. - DICHIARAZIONE

Con la sottoscrizione del presente atto il Gestore dell' opera si impegna all' osservanza di quanto in esso contenuto.

Il Gestore si impegna altresì:

- ad assicurare la completa e perfetta manutenzione dell' opera in ogni sua parte e dei relativi accessi, nonché la costante efficienza dei meccanismi di manovra della presa e degli scarichi e della strumentazione di controllo;

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Traversa di Pranu Antoni (OR)	1438	0	ott. 2001	32 di 32

- a sottoporre all' approvazione tecnica del progetto, ogni opera di modificazione che incida sulle caratteristiche considerate ai fini dell' approvazione del progetto originario;
- in base al disposto dell' ultimo comma della lettera B) della Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° DSTN/2/2286 del 13 dicembre 1995, a non superare, nel corso delle manovre degli organi di scarico connesse all' ordinario esercizio, il valore della massima portata di piena transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza fluviale determinata dalla competente Autorità di bacino o, ove non costituita, dall' Autorità competente per l' asta fluviale. Di tali manovre deve essere dato preavviso alle competenti autorità nei tempi e nei modi prescritti nel "documento di protezione civile", in conformità alle disposizioni dell' art.5, ultimo comma, della Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° DSTN/2/7019 del 19 marzo 1996;
- all' osservanza, nel rispetto delle disposizioni contenute nel "documento di protezione civile", delle limitazioni di quota del livello d' invaso che dovessero essere imposte dal Servizio Nazionale Dighe con provvedimenti che verranno a costituire, come suoi allegati, parte integrante del presente foglio di condizioni;
- ad inviare semestralmente una dichiarazione con la quale l' Ingegnere Responsabile, in base al disposto del comma C della circolare n° DSTN/2/ 22806 del 13 dicembre 1995, assevera lo stato delle opere, ivi comprese le sponde del serbatoio, e delle apparecchiature, per quanto riguarda la manutenzione, l' efficienza e le condizioni di sicurezza, nonché il rispetto del presente foglio di condizioni per l' esercizio e la manutenzione durante la gestione dell' impianto. Con tale dichiarazione l' Ingegnere Responsabile deve altresì asseverare che non si ravvisano situazioni di pericolo per le popolazioni ovvero indicare gli eventuali provvedimenti assunti.

Il presente atto, costituito da n. 32 pagine e n. 3 allegati, è stato redatto nel presente unico originale, che sarà conservato presso l' Ufficio Periferico del Servizio Nazionale Dighe di Cagliari.

<i>Nominativo</i>	<i>Firma</i>	<i>Luogo</i>	<i>Data</i>
Il Presidente del Consorzio di Bonifica dell' Oristanese (Sig. Mario Matta)			
Il Dirigente dell' Ufficio Periferico di Cagliari del S.N.D. (Dott. Vittorio Viola)			