



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

UFFICIO TECNICO PER LE DIGHE DI CAGLIARI

FOGLIO DI CONDIZIONI PER L'ESERCIZIO E LA MANUTENZIONE

**DIGA DI PEDRA E' OTHONI IN COMUNE DI DORGALI (NU)
(n. Arch. 1141)**

Concessionario: Regione Autonoma della Sardegna
Assessorato dei Lavori Pubblici
Viale Trento n° 69
09123 – CAGLIARI

Gestore: Ente Acque della Sardegna (EN.A.S.)
Via Mameli n° 88
09123 - CAGLIARI

Redazione (Funzionario Ufficio Tecnico per le dighe di Cagliari)	Dirigente Ufficio Tecnico per le dighe di Cagliari	Funzionario Div. 5. Coord. Controllo dighe in Esercizio	Rev.		Approvazione della Direzione Generale per le dighe e le <u>infrastrutture idriche ed elettriche.</u>		
			n.	data	Prot.	data	Firma
F.to dott. ing. M.F. Guiducci	F.to dott. ing. G. Ferrarese Ceruti	F.to dott. ing. C. Mignini	0	Maggio 1997	1599	2.03.1999	
(dott..Marco Carnasciali)	(dott. ing. Andrea Botti)		1	Febbraio 2014			

STATO DELLE REVISIONI

Rev. N.	Allegati revisionati	Descrizione sintetica della revisione
1	Testo del FCEM e Allegati	Aggiornamento a seguito dei lavori di cui al progetto "Riforma dell'imbocco dello scarico di superficie" approvato dalla Sede Centrale del S.N.D. con nota n. SDI/3754/UCCE del 4.06.2001.

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	1 di 24

INDICE

Art. 1. - POSIZIONE AMMINISTRATIVA.....	pag. 3
Art. 2. - DATI PRINCIPALI DELLA DIGA DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO.....	pag. 4
Art. 3. - DATI PRINCIPALI DEL SERBATOIO DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO.....	pag. 7
Art. 4. - DATI PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO.....	pag. 9
Art. 5. - ACCESSI ALLA DIGA.....	pag. 10
Art. 6. - VIGILANZA E CONTROLLO	pag. 10
Art. 6.1. - VIGILANZA	pag. 10
Art. 6.2. - CONTROLLO: OSSERVAZIONI E MISURE.....	pag. 13
Art. 6.2.1. - Numero, tipo e localizzazione delle apparecchiature di controllo	pag. 13
Art. 6.2.2. - Verifiche d'esercizio sugli organi di scarico.....	pag. 16
Art. 6.2.3. - Luoghi da assoggettare ad osservazioni dirette.....	pag. 17
Art. 6.2.4. - Registro delle osservazioni	pag. 19
Art. 6.2.5. - Procedure di trasmissione dati all'interno della struttura del Gestore.....	pag. 20
Art. 6.2.6. - Procedure di trasmissione dati all'esterno della struttura del Gestore	pag. 21
Art. 6.2.7. - Procedure di trasmissione dati alle Autorità competenti in materia di Protezione Civile.....	pag. 21
Art. 6.2.8. - Procedure di trasmissione dati al Servizio Idrografico	pag. 21
Art. 6.3. - DOCUMENTAZIONE CONSERVATA PRESSO LA CASA DI GUARDIA	pag. 21
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. 22
Art. 7. - DICHIARAZIONE	pag. 22

ALLEGATI:

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

Diffusione: - Ministero Infrastrutture e Trasporti: Ufficio Tecnico per le dighe di CAGLIARI
- Ministero Infrastrutture e Trasporti: Direzione Generale per le dighe, le infrastrutture idriche ed elettriche:
- Gestore: - Ente Acque della Sardegna (EN.A.S.) - CAGLIARI
- Ufficio territoriale del Governo - Prefettura di CAGLIARI
- Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento Protezione Civile - ROMA
- Ministero dell'Interno: Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile - ROMA
- Servizio del Genio Civile di NUORO
- Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato dei Lavori Pubblici – Direzione Generale – Servizio Infrastrutture e Risorse Idriche - CAGLIARI

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	2 di 24

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
UFFICIO TECNICO PER LE DIGHE DI CAGLIARI**

**FOGLIO DI CONDIZIONI PER L'ESERCIZIO E LA MANUTENZIONE
DELLA DIGA PEDRA 'E OTHONI – DORGALI (NU)**

alla cui osservanza è vincolato il Gestore.

Gestore: Ente Acque della Sardegna (EN.A.S.) – Via Mameli, 88 – 09124 Cagliari

Utilizzazione del serbatoio: regolazione annuale delle portate del fiume Cedrino per uso idropotabile, irriguo, industriale e per laminazione delle piene.

Corso d'acqua: fiume Cedrino

Bacino principale: fiume Cedrino

Amministrazione competente per il Servizio di piena: Regione Autonoma della Sardegna - Ass. LL.PP. - Servizio del Genio Civile di Nuoro – Via Dalmazia, 4 – 08100 - Nuoro

Località: Pedra 'e Othoni

Comune: Dorgali

Provincia: Nuoro

Coordinate (riferite a Roma Monte Mario, lat = 41° 55' 25,51", long. 0° (12° 27' 08,40" E da Greenwich) dei seguenti tre punti della linea mediana del coronamento:

punto centrale	latitudine	40°	19'	43,4"	N.	longitudine	2°	55'	22,1"	O
spalla destra	latitudine	40°	19'	42,6"	N.	longitudine	2°	55'	19,1"	O
spalla sinistra	latitudine	40°	19'	44,1"	N.	longitudine	2°	55'	25,1"	O

Grado di sismicità del sito: Zona 4 con PGA < 0,05 g

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	3 di 24

ART. 1 - POSIZIONE AMMINISTRATIVA

- decreto di concessione derivazione d'acqua	non emesso
- autorizzazione provvisoria all'inizio dei lavori (art. 13 T.U. 1775/1933)	decreto n° 1 del 2-1-1964 (Assessore LL.PP. R.A.S.)
- progetto esecutivo in data	1-6-1962
- variante al progetto esecutivo in data	1-3-1963
- approvazione progetto 1-6-62 e variante 1-3-63 (IV Sezione del Consiglio Superiore dei LL.PP.)	Voto 1145 del 17-5-1963
- progetto di adeguamento al Voto 1145/63 in data	11-7-1963
- approvazione progetto di aggiornamento 11-7-63 (Presidente IV sezione)	nota 4774 del 9-11-1964
- progetto esecutivo del sovrizzo della diga in data	8-7-1967
- approvazione progetto 8-7-67 (IV Sezione del Consiglio Superiore dei LL.PP.)	Voto 1170 del 27-7-1967
- variante manto di tenuta (adozione struttura metallica) e altro, in data	5-12-1969
- approvazione variante 5-12-1969 (Pres. IV Sezione)	nota 130 del 12-2-1970
- progetto esecutivo dello scarico di superficie q.115	6-3-1970
- approvazione progetto 6-3-1970 (IV Sezione del Consiglio Superiore dei LL.PP.)	Voto 775 del 14-5-1970
- progetto esecutivo delle opere di scarico necessarie per l'invaso permanente (fino a quota 105.00 msm)	Febbraio 1978
- approvazione progetto Febbraio 1978 (IV sezione del Consiglio Superiore dei LL.PP.)	Voto 926/77 del 15-6-1978
- data di consegna dei lavori	20-2-1964
- data ultimazione dei lavori	20-5-1994
- data inizio invasi sperimentali	15-3-1995
- data inizio esercizio normale	29-4-1998
- data certificato di collaudo ai sensi dell'art. 14 del DPR.1.11.1959 n° 1363	15-7-1997
- approvazione progetto esecutivo "Riforma dell'opera d'imbocco della galleria dello scarico di superficie! A quota 103,00 m s.l.m. (Aprile 2000)	Nota n. SDI/3754/UCCE del 4-06-2001 dell'allora S.N.D.
- perizia suppletiva e di variante	Approvazione Dep. Amm. Cons. Bonifica Sardegna Centrale n. 469 del 29-07-2005
- data di consegna dei lavori	19-02-2004
- data di ultimazione dei lavori	2-05-2006
- data certificato di collaudo tecnico-amministrativo lavori	11-07-2007

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	4 di 24

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

- altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.82)	81,70 m
- altezza della diga (ai sensi della L. 584/94)	73,70 m
- altezza di massima ritenuta	67,50 m
- quota coronamento	129,70 m s.l.m.
- franco (ai sensi del D.M. n° 44 del 24.03.82)	2,20 m
- franco netto (ai sensi del D.M. n° 44 del 24.03.82)	1,70 m
- sviluppo del coronamento	401,00 m
- volume della diga	1.015.000,00 m ³
- grado di sismicità assunto nel progetto	NULLO
- classificazione ai sensi del D.M. 24.03.82	Diga di pietrame compattato con manto di tenuta in materiali artificiali – Bc

DESCRIZIONE DELLE OPERE

Lo sbarramento è realizzato in scogliera di pietrame omogenea, con manto di tenuta in ferro Armco, munito di giunti di dilatazione ad omega con tubi di controllo delle perdite in corrispondenza delle estremità inferiori. Il manto, appoggiato su un sottofondo in calcestruzzo non armato, è innestato al piede su un taglione perimetrale in calcestruzzo armato, attraverso il quale furono eseguite le iniezioni di schermo (boiaccia di cemento, silicato di sodio e resine fenoliche). Il paramento di valle non è rivestito.

Il manto metallico posto a protezione del paramento di monte è stato oggetto negli anni 2001-2002 di un intervento manutentivo e protettivo, motivato dal fatto che le condizioni ambientali cui era esposto (deiezioni dei volatili che ristagnano sulla parte superiore dei coppi dei coprigiunti orizzontali, forte inquinamento delle acque dell'invaso), sottoponevano il materiale ad un'aggressione chimica in grado di attaccare il ferro del manto, producendo delle corrosioni e talora dei piccoli fori nelle zone di transizione tra la lamiera piana e il coppo dei giunti orizzontali. L'intervento è consistito nell'eliminazione delle corrosioni incipienti in corrispondenza dei giunti orizzontali delle lamiere, nella ripulitura e sabbatura dei punti di ristagno delle deiezioni dei volatili, nel riempimento dei punti di ristagno con una miscela di resine onde facilitare in futuro l'allontanamento di tali depositi e nello stendimento di una pittura protettiva.

Il rilevato, compattato meccanicamente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione, presenta una pendenza del paramento di monte, decrescente a partire dal coronamento, di 1.1/1 - 1.2/1 - 1.3/1; la pendenza del paramento di valle è invece di 1.4/1, con berma di 6 m al piede. La larghezza del coronamento, dotato di una monta di 0.80 m per il recupero dell'eventuale assestamento progressivo della scogliera, è di 8.00 m.

Il corpo diga contiene lo scarico di deviazione provvisoria delle acque del fiume, costituito da una galleria artificiale a sezione policentrica del diametro fondamentale di 8.00 m, semi-incassata nel granito del

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	5 di 24

fondo alveo, con calotta in c.a.: tale galleria, a rilevato ultimato, è stata riempita di calcestruzzo, lasciando aperto un semplice cunicolo di ispezione dei tubi di drenaggio posti a tergo del rivestimento metallico.

Infatti sotto il manto metallico, in corrispondenza del punto inferiore dei giunti elastici verticali del manto, sono collocati dei tubi di drenaggio che convogliano le perdite del manto stesso nella testata del cunicolo di ispezione ricavato nel calcestruzzo di riempimento della galleria di deviazione provvisoria. Il cunicolo, normalmente sommerso in quanto situato al di sotto della quota dell'alveo, può essere svuotato mediante l'impiego di pompe di aggettamento installate in apposito pozzo di accesso realizzato allo sbocco di valle della galleria. Il suddetto cunicolo comunica con una vasca di misura chiusa a valle da una traversa munita di uno stramazzo triangolare di misura delle perdite. La traversa che chiude a valle la vasca di misura, prosegue sui due lati di questa sbarrando completamente l'alveo e formando, oltre alla vasca centrale, anche due vasche laterali. Queste raccolgono le acque dei due canali di fondo alveo formati dalla copertura curva della galleria di deviazione provvisoria con la superficie dello scavo risalente verso le sponde. I due canali di fondo alveo raccolgono e conducono alle due vasche laterali di valle eventuali perdite attraverso il taglione perimetrale e lo schermo di tenuta nonché le filtrazioni attraverso i terreni delle due sponde ed il corpo diga conseguenti alle piogge. La vasca centrale, nella quale è situato uno stramazzo di misura, è comunicante con le due laterali, ma è isolabile da queste in quanto la comunicazione avviene attraverso tubazioni munite di saracinesche.

Nel cunicolo in questione sono disposte - dopo aver attraversato il tampono di monte - la condotta di derivazione idropotabile (acciaio DN 600 mm) e la condotta di scarico (acciaio DN 300) di eventuali permeazioni raccolte dalla torre di presa, entrambe derivate da quest'ultima.

L'opera di presa irrigua, industriale e idroelettrica è posta in galleria in sponda destra ed è stata recentemente oggetto di lavori per la realizzazione di una nuova centrale ENEL che turbinata l'acqua del lago per una portata di 9 mc/s. Tale opera è munita, all'imbocco, di una griglia fissa e di una griglia mobile a sacco riportabile a quota coronamento mediante un argano elettrico. La galleria ha il fondo coincidente con quello di un vecchio canale di derivazione idroelettrica, ha diametro interno di 2,4 m, pendenza di fondo del 2,5% e lunghezza pari a m 286,52, al netto delle opere di imbocco e sbocco e del pozzo di manovra. Alla progressiva 272,50 era inserito un tratto metallico, situato sul fondo del pozzo di manovra, che comprendeva una valvola a farfalla DN 1200 di intercettazione. Il tratto di condotta esistente del DN 1200 è stato sostituito, previa demolizione della parete in c.a. che lo conteneva, con uno da DN 1500 (per aumentare la portata da turbinare). È stata sostituita anche la valvola a farfalla (da DN 1200 a DN 1500). A valle era presente una valvola a fuso Larner-Johnson DN 1200 di regolazione delle portate da restituire al canale di derivazione che è stata rimossa così come il tratto di galleria dalla valvola alla vasca di calma per far posto alla centrale. Tra le due valvole è inserita la derivazione irrigua e industriale, costituita da una diramazione DN 1000 (che successivamente si allarga a DN 1300) intercettata da una valvola a farfalla. Il tratto di condotta esistente è stato sostituito con un "T" DN 1500. È stato inserito un by-pass DN 800, che in caso di blocco della centrale, è in grado di far defluire una portata di 4,7 mc/s.

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	6 di 24

È presente anche una derivazione idropotabile, costituita da una torre di presa ubicata poco a monte dello scarico di fondo (collegata alla sponda sinistra da una passerelle in c.a.), dalla quale si dipartono le due condotte di acciaio già menzionate a proposito del cunicolo trasversale.

Lo sbarramento, al quale è affidata una prevalente funzione di laminazione delle piene, originariamente è stato dotato di tre scarichi superficiali a soglia libera, aventi rispettivamente le quote di 103.00, 110.00 e 115.00 m s.l.m, recapitanti in altrettante gallerie (opere soggette a saturazione). Negli anni 2004-2006, lo scarico di superficie posto a quota 103,00 m s.l.m. è stato oggetto di lavori di riforma dell'opera d'imbocco, di cui al progetto approvato dalla Sede Centrale del S.N.D., con nota prot. n° SDI/3754/UCCE del 4.06.2001, che verranno descritti in un apposito paragrafo.

Oltre al cunicolo trasversale già citato, è presente un cunicolo entro ciascuno dei due diaframmi disposti a monte alla base del manto, in sponda destra e in sponda sinistra. Tali cunicoli sono accessibili, non senza difficoltà, attraverso pozzi verticali posti nei piazzali antistanti allo sbarramento muniti di scale alla marinara per la discesa.

LAVORI DI CUI AL PROGETTO "RIFORMA DELL'IMBOCCO DELLO SCARICO DI SUPERFICIE" APPROVATO DALLA SEDE CENTRALE DEL S.N.D., CON NOTA PROT. N. SDI/3754/UCCE DEL 4.06.2001.

I lavori in questione, che consistono nell'abbassamento e nell'ampliamento dell'imbocco dello scarico di superficie inferiore della diga posto a quota 103 m s.l.m., si sono resi necessari per facilitare lo smaltimento delle portate di piena del fiume Cedrino e rendere conseguentemente meno frequente la sommersione delle sorgenti di Su Gologone, ubicate a monte della diga a quote comprese fra 103,20 e 105,00 m s.l.m..

Gli interventi previsti in progetto ed effettivamente realizzati sono i seguenti:

- parziale demolizione della soglia dell'opera d'imbocco (fino a quota 96,00 m s.l.m.) e dei muri d'ala esistenti, nonché realizzazione di scavi in roccia finalizzati all'ampliamento del sito che deve ospitare la nuova struttura in elevazione;
- ricostruzione e ampliamento della parte frontale portando la soglia di sfioro a quota 100,00 m s.l.m. e inserendo una paratoia a ventola di larghezza 18 m ed altezza di ritenuta di 3 m, completa del sistema oleodinamico di regolazione e manovra asservito a centralina di comando, ubicata all'interno di un manufatto preesistente della griglia dell'opera di presa irrigua, situato in prossimità dello scarico;
- la movimentazione della paratoia avviene con abbattimento automatico in funzione del livello del serbatoio alla quota di 103 m s.l.m. Esiste anche la possibilità di azionamento manuale di sollevamento e abbattimento dal quadro comandi posto in cabina di manovra oppure, in concomitanza di un guasto all'impianto elettrico di abbattimento mediante svuotamento del serbatoio dell'olio in pressione. Il sincronismo dei due cilindri per la movimentazione in sicurezza della paratoia è regolato da appositi comandi posti nel quadro elettrico;

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	7 di 24

- ricostruzione dei muri d'ala con due soglie di sfioro libere della larghezza di 10 m ciascuna poste a quota 103 m s.l.m. opportunamente risagomate;
- impiego nelle opere murarie di calcestruzzi con resistenza caratteristica Rck 25 N/mm² realizzato con cemento pozzolanico 325 e inerti calcarei;
- il collegamento tra vecchio e nuovo calcestruzzo è effettuato con barre di ferro ϕ 28 mm ad aderenza migliorata, di lunghezza 4,50 m, annegate nella vecchia struttura per 2,00 m, nel numero di 4 per ogni metro lineare di struttura;
- a causa dei momenti flettenti sulle pareti generate dalla differenza di carico tra l'interno e l'esterno durante l'esercizio dell'opera, è stata prevista la cucitura in roccia della struttura mediante tiranti a barre di tipo Dywidag della lunghezza di 15 m con teste di ancoraggio annegate all'interno della roccia.

Una lavorazione prevista in progetto e non realizzata è rappresentata dall'eliminazione delle filtrazioni esistenti in corrispondenza del congiungimento fra l'opera d'imbocco e la galleria con iniezioni di boiaccia di cemento additivata con fluidificanti e prodotti anti-ritiro e impermeabilizzazione del giunto costruttivo con un profilato in gomma idroespandente di tipo ADEKA ULTRASEAL di sezione circolare ϕ 24 mm sigillato con malta anti-ritiro tipo TAP 3 della Volteco S.p.A.

DESCRIZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

La valle del Cedrino, nella zona dello sbarramento, trae origine dall'incisione di una formazione vulcanica quaternaria di natura basaltica, su sottostante substrato granitico antico (al di sotto di quota 80 m s.l.m.). Il basalto si presenta sotto forma di lava porosa, con frequenti bolle (possibili inclusioni argillificate, a causa di processi endogeni) e caratteristiche tecniche eterogenee. Intorno a quota 120 si rilevano sedimenti detritici (da ciottolosi ad argillosi), costituenti sede di falde acquifere alimentate dalle acque zenitali percolanti attraverso la coltre basaltica più o meno fessurata. Il granito risulta relativamente omogeneo, con prevalenza di roccia grigia arenizzata in corrispondenza delle sponde del serbatoio e delle spalle dello sbarramento (fascia di quota 80-70 m s.l.m.). La superficie di fondazione della diga ricade dunque su terreni di caratteristiche geologiche e geotecniche assai diverse: roccia granitica lapidea a quota alveo, sottoposta a granito arenizzato (fino a quota 85-90 m s.l.m.) e strati di basalto (al di sopra di quota 90 m s.l.m., per circa 20 m). Gli strati di basalto sono a loro volta ricoperti da sedimenti lacustri (15 m in sinistra e 20 m in destra); al di sopra di quota 127 circa e fino a quota 200-205 m s.l.m si stende uno strato di basalti colonnari, con intercalazioni di paleosuoli.

ALTRI DATI DI INTERESSE

Il progetto originario del 1962-63 prevedeva un sovrizzo della diga, sia pure da effettuarsi in un secondo tempo, fino a quota 135 m s.l.m. circa, per utilizzazione idroelettrica. Conseguentemente, lo schermo di tenuta e alcune altre opere dello sbarramento (ad es. la posizione dello scarico di fondo) vennero subito

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	8 di 24

impostate tenendo conto della soluzione di maggiore altezza: risultò in tal modo semplificato l'effettivo sovrizzo dell'opera, da 122,50 a 129,70 m s.l.m., proposto con progetto datato 8.07.1967.

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

- quota di massimo invaso	127,50 m s.l.m.
- quota massima di regolazione (*)	103,00 m s.l.m.
- quota minima di regolazione	85,00 m s.l.m.
- superficie dello specchio liquido:	
- alla quota di massimo invaso	7,81 kmq
- alla quota massima di regolazione	1,50 kmq
- alla quota minima di regolazione	0,45 kmq
- volume totale di invaso (ai sensi del D.M. 24.3.'82)	117,18x10 ⁶ Mmc
- volume di invaso (ai sensi della L.584/1994)	20,025x10 ⁶ Mmc
- volume utile di regolazione	16,003x10 ⁶ Mmc
- volume di laminazione	97,13x10 ⁶ Mmc
- superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	628 Km ²
- portata di massima piena di progetto di colmo laminato (**)	1411 mc/s
- tempo di ritorno (ultimo anno di riferimento dei dati)	Dato non disponibile

(*) a seguito della riforma dell'opera d'imbocco dello scarico di fondo con l'inserimento di una paratoia il serbatoio, soprattutto nei mesi invernali viene gestito, con la stessa completamente abbattuta, ossia a quota 100,00 m s.l.m..

(**) Il progetto 1962-63 faceva riferimento ad un colmo entrante di 2450 mc/s; il Servizio Idrografico di Cagliari ritenne però (relazione n. 155 del 23-1-1967, richiesta in corso d'opera) che dovesse invece considerarsi l'onda di piena dell'evento 14-19 Ottobre 1951 (max colmo entrante di 2598 mc/s, tre colmi consecutivi, durata di circa 100 ore, deflusso dell'ordine di $500 \times 10^6 \text{ m}^3$). In conseguenza di tale variazione, si rese necessario incrementare sia la capacità originaria degli scarichi, sia la capacità di laminazione del serbatoio.

Successive elaborazioni statistiche (ing. Tomasi - relazione 30-1-1973) condussero ad una stima di 3750 mc/s per il colmo entrante "secolare", giudicandosi tuttavia meno gravoso, ai fini del dimensionamento delle opere di scarico, un diagramma a colmo unico di 3750 mc/s rispetto all'onda del 1951 (tre colmi, con max di 2598 mc/s). Tale impostazione fu confermata dal Servizio Idrografico di Cagliari (relazione n. 125 del 2-2-1976).

In definitiva, il colmo suindicato (2600 mc/s) deve intendersi sempre associato ad un particolare idrogramma di piena, risultando critica per il serbatoio la combinazione dei due elementi.

Il progetto Febbraio 1978 determina in 1411 mc/s il colmo laminato, nell'ipotesi di scarico di fondo chiuso e serbatoio inizialmente invaso a quota 105.00 m s.l.m..

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	9 di 24

DESCRIZIONE SINTETICA DEL BACINO IMBRIFERO AFFERENTE L'INVASO

Il bacino imbrifero sotteso è quello del Fiume Cedrino con un'estensione di 628 Km² ed è caratterizzato da rilievi con elevate pendenze ed altipiani soprattutto nella parte distale, nonché da profonde incisioni nella roccia quali la famosa gola di Gorropu sul Rio Flumineddu, affluente del Cedrino. Il reticolo idrografico è ben sviluppato su tutto il bacino. In alcuni corsi d'acqua, impostati su roccia calcarea, sono presenti inghiottitoi entro i quali confluiscono le acque superficiali per poi riemergere al di fuori del bacino imbrifero. La parte del bacino prossima all'invaso è rappresentata da un altopiano vulcanico profondamente inciso dalla valle del Cedrino.

Dal punto di vista litologico, il bacino presenta notevole varietà di terreni costitutivi: scisti del Silurico, all'origine del Cedrino; graniti ercinici, interessanti tutto il sottobacino dell'affluente Su Grumini; formazioni soprattutto calcaree del Cretaceo, nei sottobacini degli affluenti Sa Oche e Flumineddu; formazioni basaltiche interrotte da alluvioni quaternarie, nel basso corso del Cedrino. I terreni in questione sono da ritenere prevalentemente impermeabili (62%), ferma restando la presenza di aree semipermeabili (11%) e permeabili caratterizzate da fenomeni di natura carsica (27%). La copertura superficiale è generalmente costituita da pascoli o da zone coltivate a cereali (con lunghi turni di riposo), mentre il bosco è confinato in ristrette zone del corso superiore del Cedrino.

DESCRIZIONE DELLE SPONDE DELL'INVASO

Nella zona dello sbarramento, e per circa 4 km a monte di esso, le sponde, caratterizzate da pendenze estremamente elevate, sono costituite da terreni basaltici generalmente a struttura colonnare, la cui stabilità è almeno in superficie precaria. Pertanto le sponde sono soggette a possibili crolli di massi anche di grandi dimensioni. Fin dalla costruzione e anche negli anni recenti sono stati eseguiti lavori di stabilizzazione dei versanti in prossimità della diga e delle pertinenze dell'opera mediante reti paramassi e chiodature. Non vi sono insediamenti abitativi lungo le sponde.

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

Per circa 8 km a valle della diga l'alveo procede con corso tortuoso, incassato nell'altipiano basaltico: esso è accompagnato, in questo tracciato, dal canale idroelettrico, dalla relativa strada di servizio e dalle condotte di derivazione irrigua e potabile (che lo attraversano 7 volte con altrettanti ponti-tubo di acciaio). Dopo la stretta di Ponte Bartara il fiume entra nella piana di Galtelli, dove riceve gli ultimi affluenti: in sinistra il Sologo, il S.Vittoria, il S.Maria; in destra il rio Taddore. Al termine della piana di Galtelli il Cedrino piega bruscamente verso Est e sfocia, dopo un corso terminale di 14 km, nel mare Tirreno, lasciando sulla destra l'abitato di Orosei. Tutti gli abitati situati lungo il corso del fiume (Galtelli, Loculi, Irgoli, Onifai e Orosei) sarebbero interessati dall'onda di piena derivante dall'ipotetico collasso della diga di Pedra 'e Ottoni.

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	10 di 24

Poiché l'unglia di valle dello sbarramento e il pozzetto di raccolta delle perdite sono posti ad una quota leggermente inferiore rispetto al fondo alveo, sono possibili fenomeni di rigurgito, in caso di accumulo di materiale detritico come accaduto a seguito della piena del 2004.

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

Non sono state effettuate indagini sull'effettivo interrimento del serbatoio. Il Servizio Idrografico (Sezione di Cagliari) ha però valutato in circa 82 mc/kmq il trasporto solido annuo del Cedrino a Cumbidanovu (bacino imbrifero di 68 km², nella parte montana del bacino di Pedra 'e Othoni). Adottando un fattore riduttivo di 0.5, per tenere conto che il bacino della diga non è solo montano, si può allora stimare un apporto solido medio al serbatoio di circa 26000 mc /anno, rispetto ad un volume di 1.6 Mmc di acque morte. Un ulteriore margine di sicurezza è rappresentato da sette briglie di ritenuta materiali, realizzate a monte della diga negli anni '70, capaci di trattenere a loro volta circa 283000 mc. Valutazioni più precise verranno effettuate una volta redatto il "Progetto di Gestione" da sottoporre all'approvazione degli organi competenti secondo la normativa vigente. Al momento l'interrimento non ha comunque raggiunto livelli tali da pregiudicare la sicurezza degli organi di scarico profondi.

ART. 4 - DATI PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota di massimo invaso pari a 127,50 m s.l.m.

- dallo scarico di superficie a quota 103,00 m s.l.m.	618, 00	mc/s
- dallo scarico di superficie a quota 110,00 m s.l.m.	475, 00	mc/s
- dallo scarico di superficie a quota 115,00 m s.l.m.	362, 00	mc/s
- Dallo scarico di fondo	365, 00	mc/s

(nell'allegato A sono riportate le curve di portata degli scarichi in funzione del livello del serbatoio. Per gli scarichi manovrabili le curve sono riferite alle più significative configurazioni di apertura degli organi di manovra)

CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEGLI SCARICHI

- Scarico di superficie a quota 103,00 m s.l.m.:

Lo scarico con soglia inferiore a quota 103 m s.l.m., prima che venissero realizzati i lavori sopra menzionati, era dotato di un imbocco "a pipa", con soglia frontale rettilinea a quota 103 della lunghezza di 6 m integrata da una ulteriore soglia a forma di U situata alla quota di 105 m s.l.m.. Tale forma particolare era finalizzata a consentire agevolmente l'eventuale futuro innalzamento a 105,00 m s.l.m. della quota massima di regolazione, in dipendenza dell'andamento del fabbisogno idrico delle utenze servite. La modifica dell'imbocco con l'inserimento di una paratoia a ventola, consente con la medesima completamente abbattuta, il deflusso dallo sfioratore a quota 100,00 m s.l.m..

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	11 di 24

Il manufatto di sfioro recapita in una galleria di scarico a sezione policentrica, avente diametro fondamentale di 6,00 m, pendenza di fondo del 3% e sviluppo netto di 371,30 m: per l'aggiramento del corpo diga si sono rese necessarie due curve di raggio 26 m, con angolo al centro di 60°. L'opera di sbocco è costituita da un dissipatore a getto libero in aria, formato da due muri d'ala aperti a ventaglio e da un semicono interno a generatrici curvilinee: il getto ricade poi in una vasca di dissipazione scavata nell'alveo roccioso, nel tratto compreso tra lo sbocco dello scarico in questione e lo sbocco dello scarico di fondo. La portata scaricata con l'invaso a quota 103,00 m s.l.m. (quota della sommità della paratoia) e la paratoia completamente abbattuta è pari a 164 mc/sec.

- Scarico di superficie a quota 110,00 m s.l.m.:

Fu realizzato a seguito dell'esigenza di utilizzare il serbatoio a scopo potabile ed industriale, con conseguente necessità di conservare in ogni tempo un invaso minimo e quindi di rinunciare all'impiego dello scarico di fondo per la laminazione delle piene.

Lo scarico in questione, situato anch'esso in sponda destra, alimenta una propria galleria attraverso una speciale opera di imbocco, studiata per introdurre nel flusso una sensibile perdita di carico localizzata e quindi assicurare una velocità in galleria inferiore a 18 m/s (limite imposto dalla IV Sez. del C.S. LL.PP. con Voto 926/77). Detta opera è costituita da un pozzo verticale in c.a. del diametro di 10.00 m, tra le quote 97.60 e 128.00 m s.l.m., nel quale si aprono quattro bocche di immissione contrapposte simmetriche e opportunamente sagomate, ciascuna dell'altezza di 1,85 m con soglia a quota 110.00 m s.l.m.. Per livelli di invaso superiori a 116.00 m s.l.m, lo scontro dei quattro flussi idrici defluenti attraverso tali bocche provoca una dissipazione localizzata di energia, evidenziata dalla formazione all'interno del pozzo di un livello inferiore a quello del lago. Il livello nel pozzo determina a sua volta il battente sulla sezione ristretta (di controllo) costituente il collegamento dell'opera di imbocco con la galleria vera e propria. Quest'ultima funziona a pelo libero ed è caratterizzata da una sezione policentrica del diametro fondamentale di 6.60 m, da una pendenza di fondo del 3% e da uno sviluppo di circa 600 m; l'aerazione della corrente è assicurata da tubazioni aerofore, spinte fino alla sommità delle nervature di sostegno del pozzo, a quota 128.00 m s.l.m; il rivestimento è in calcestruzzo semplice. L'opera di sbocco è costituita da uno scivolo parabolico in c.a., al termine del quale la portata massima di 435 mc/s viene restituita all'alveo per mezzo di un "salto di ski".

- Scarico di superficie a quota 115,00 m s.l.m.:

È costituito da un'opera simile allo scarico a quota 103,00 m s.l.m. prima che intervenissero le opere di modifica, ossia da un manufatto dotato da un imbocco "a pipa" con soglia frontale a quota 115 m s.l.m., cui si aggiunge una soglia a forma di U a quota linearmente variabile fra 115 (sulle due estremità) e 116,5 m s.l.m. (in corrispondenza della chiave della U) recapitante in una galleria di scarico rivestita in calcestruzzo, a sezione circolare (diametro interno 4.80 m), dello sviluppo di 461 m circa e con pendenza

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	12 di 24

di fondo del 6.29 %. L'opera di sbocco è anch'essa simile a quella dello scarico a quota 103,00 m s.l.m., ma con cono centrale di diffusione a generatrici rettilinee.

Il funzionamento dell'opera di imbocco è del tipo a stramazzo fino ad una quota di invaso di circa 118 m s.l.m.; al di sopra di tale livello l'imbocco è rigurgitato e il deflusso è comandato dalla sezione ristretta finale dell'opera stessa (sezione di passaggio nella galleria vera e propria). Il deflusso nel condotto iniziale avviene in pressione e in galleria avviene a pelo libero.

- Scarico di fondo:

È ubicato in sponda sinistra, con soglia di imbocco a quota 59,90 m s.l.m. È costituito da una galleria a sezione circolare del diametro di 6,00 m, con pendenza di 4,6 m/km e sviluppo di 376 m al netto dei manufatti di imbocco e di sbocco; la galleria è intercettata a progressiva 115 circa da due paratoie piane a strisciamento, della luce di 3,00 x 3,60 m., con meccanismi alloggiati in una camera di manovra in roccia, rivestita in calcestruzzo ed impermeabilizzata. L'accesso a tale camera è assicurato da un pozzo della profondità di 54,50 m, dotato di scale in c.a. e di condotto di aerazione, emergente dalla sponda sinistra e collegato ad essa da una passerelle in c.a.. In una cabina ricavata sul pozzo sono installate le elettropompe di manovra e le apparecchiature di controllo. Le opere di imbocco e di sbocco sono costituite da semplici manufatti di raccordo in c.a.: quella di sbocco, in particolare, è costituita da due muri d'ala divergenti e da un fondo parabolico che raccorda la galleria con il fondo della vasca di dissipazione in roccia.

ART. 5 - ACCESSI ALLA DIGA

- Accesso alla diga:

L'accesso alla diga di Pedra 'e Othoni è assicurato dalla strada provinciale "Traversa di Dorgali", oppure dalla strada di servizio del canale idroelettrico per Ponte Bartara. La casa di guardia, ubicata entro recinzione in sponda sinistra a quota 205 m s.l.m., è raggiungibile da una strada di accesso asfaltata con cancello d'ingresso sulla provinciale. Il coronamento della diga e tutte le opere di presa e di scarico sono agevolmente raggiungibili attraverso strade di servizio.

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 dell'incolumità delle popolazioni e dei territori e secondo quanto di seguito indicato.

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	13 di 24

ART. 6.1 - VIGILANZA

La struttura per la vigilanza sulle opere è così costituita:

- Casa di guardia:

È ubicata in sponda sinistra, a quota dominante, dalla quale si può osservare la parte terminale dell'invaso adiacente allo sbarramento, il paramento di monte e i tre scarichi di superficie. È dotata di tre appartamenti per civile abitazione, una sala di controllo e comando con ufficio, un garage ed un ulteriore locale utilizzabile come ufficio.

- Personale di guardiania:

La guardiania è svolta nei giorni feriali da personale dell'Ente nel normale orario di lavoro (dalle 7 alle 14) e da personale dipendente da una società di vigilanza esterna nelle restanti ore dei giorni feriali e nei giorni festivi. È inoltre sempre garantita la reperibilità del personale dipendente dell'Ente per la gestione delle eventuali situazioni di emergenza. Infatti, il personale in forza alla diga che risiede nelle immediate vicinanze è inserito nelle squadre di reperibilità, comandate da funzionari dell'Ente ed è in grado di intervenire in breve tempo.

Comunicazioni:

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

- Comunicazioni casa di guardia/locali manovra degli organi di scarico:

Le comunicazioni avvengono mediante telefoni cellulari. La paratoia dello sfioratore inferiore è manovrabile solo dal locale di manovra posto in sponda destra. Le paratoie dello scarico di fondo sono manovrabili direttamente dalla sala comando della casa di guardia, oltre che dalla cabina di manovra situata sul pozzo d'accesso e nel pozzo medesimo in corrispondenza della camera di alloggiamento delle paratoie.

- Procedure di guardiania:

Il personale dell'Ente che effettua la guardiania è addetto al rilevamento giornaliero delle grandezze idrometeorologiche, precipitazioni, temperatura dell'aria e dell'acqua, ecc.; rileva la quota d'invaso e la misura delle perdite, effettua la compilazione del registro delle osservazioni giornaliere e la vigilanza sugli accessi all'impianto. Inoltre effettua l'ispezione giornaliera a vista della diga e delle opere annesse, nonché dei quadri di comando delle camere di manovra. Con cadenza mensile effettua il controllo dell'efficienza degli organi di manovra degli scarichi.

Il personale della società di vigilanza esterna effettua la vigilanza sugli accessi all'impianto, rileva eventuali disservizi degli impianti elettrici a servizio degli organi di intercettazione degli scarichi e

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	14 di 24

verifica l'efficienza del sistema di illuminazione della diga e delle sue pertinenze. In caso di eventuali anomalie informa tempestivamente il funzionario reperibile.

- Impianti di alimentazione dei comandi degli organi di manovra:

L'alimentazione principale è assicurata da una linea rete elettrica trifase 380 V, allacciata ad una cabina di trasformazione ENEL 15000/380 V, adiacente alla casa di guardia.

La pressurizzazione del circuito oleodinamico di manovra delle paratoie dello scarico di fondo è resa possibile da un quadro comando remoto, ubicato nella sala controllo della casa di guardia, oltreché da un quadro di comando locale, situato nella cabina sul pozzo di accesso alla camera delle valvole.

L'alimentazione degli organi di manovra della paratoia di superficie è prevista soltanto dalla relativa cabina in sponda destra. Sia per gli organi di manovra dello scarico di fondo che per la paratoia di superficie è possibile la pressurizzazione del circuito oleodinamico tramite pompa a mano. I servizi generali sono invece alimentati con tensione di 220 V, a partire da un quadro generale pure situato nella sala controllo della casa di guardia. È stato installato negli anni scorsi un nuovo gruppo elettrogeno di maggiore potenza in sostituzione di quello precedente a servizio di tutte le pertinenze dell'invaso.

- Impianti di illuminazione esterna dei paramenti:

L'alimentazione delle linee di illuminazione esterne è a 220 V. L'impianto di illuminazione dei due paramenti, del coronamento, degli imbocchi e degli sbocchi delle opere di scarico è costituito da due gruppi di proiettori con lampade agli ioduri metallici, installati rispettivamente a monte (sopra la cabina della torre di presa idropotabile) e a valle della diga (torre faro dell'altezza di 35 m in sponda sinistra).

- Impianti di illuminazione interna della diga:

Sono illuminati con lampade ad incandescenza i pozzi di accesso allo scarico di fondo e alla presa irrigua, nonché le relative cabine di manovra; non è invece illuminato il cunicolo trasversale (ricavato nel tamponamento dell'originaria galleria di deviazione provvisoria), in quanto soggetto a sommersione senza la presenza di un impianto di aggettamento dell'acqua all'esterno.

- 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 in sponda destra in prossimità della stazione di collimazione. Le modalità di attivazione della sirena sono le seguenti:

- la sirena entra in funzione per azionamento manuale, a mezzo dell'apposito comando di attivazione, esclusivamente per manovre di apertura volontaria degli organi di scarico;

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	15 di 24

- il tempo di emissione del segnale acustico è di 3 minuti;
- l'inizio dell'apertura degli organi di scarico avviene dopo una ulteriore attesa di 2 minuti al termine della conclusione del ciclo 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 antitrusione:

La casa di guardia risulta recintata. È presente un cancello automatico ad apertura manuale all'imbocco della strada di accesso.

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 di particolare importanza (piene), 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. Per l'ubicazione dei punti di misura e la loro codifica si rimanda all'Allegato A.

a) gli spostamenti delle strutture:

a1) spostamenti planimetrici

Gli spostamenti planimetrici in direzione monte-valle di 5 punti posizionati sul coronamento su di un unico allineamento vengono rilevati mediante stazione totale. Sempre sul medesimo allineamento è ubicata sia la base di stazione in sponda sinistra che la mira fissa che veniva utilizzata in precedenza per le collimazioni in sponda destra. Sono presenti altre cinque basi sulle sponde a completare la rete principale di stazione. La frequenza delle letture è mensile.

a2) spostamenti altimetrici

Gli spostamenti altimetrici vengono rilevati mediante livellazione geometrica. La misura si effettua con un livello elettronico rispetto a due capisaldi di livellazione aventi quota assoluta rispettivamente pari a 130,8160 e 130,4021 m s.l.m.. I punti controllati sono gli stessi 5 posti sul coronamento utilizzati per la misura degli spostamenti planimetrici. Vengono anche rilevati gli spostamenti della

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	16 di 24

base di stazione totale e della mira fissa ubicate sullo stesso allineamento dei punti sul coronamento e ulteriori due punti sulle sponde. La frequenza delle letture è mensile.

b) livelli piezometrici

Il rilievo dei livelli piezometrici nei terreni delle sponde viene effettuato mediante n. 5 piezometri di tipo Casagrande, numerati progressivamente da 1 a 5, installati in altrettanti fori di sondaggio realizzati da quota coronamento, ciascuno della profondità di circa 70 m. Le misure vengono effettuate manualmente con freatimetro elettroacustico calato all'interno dei fori e devono essere riportate nei bollettini delle osservazioni con frequenza mensile.

c) perdite

Vengono misurate manualmente con contenitore contaltri e cronometro le portate dei n. 7 tubi di drenaggio che convogliano le perdite del manto di tenuta nella testata del cunicolo di ispezione ricavato nel calcestruzzo di riempimento della galleria di deviazione provvisoria. La vasca di raccolta posta a valle del cunicolo medesimo e le saracinesche delle vasche laterali sono chiuse da stramazzi triangolari. I valori raccolti sono però fortemente influenzati dalle acque meteoriche e da quelle di ruscellamento superficiale, nonché dalle acque ristagnanti nella vasca medesima che rigurgitano verso il cunicolo, per cui si considera poco significativo effettuare tali misure. La frequenza delle letture è settimanale.

d) Misure giornaliere

- temperatura minima e massima dell'aria;
- pioggia;
- manto nevoso;
- spessore dello strato di ghiaccio;
- quota del livello di invaso;
- temperatura dell'acqua in superficie
- temperatura dell'acqua a 5 metri di profondità;

e) Grandezze legate agli eventi meteorologici ed idrologici (piene) di particolare importanza.

Vengono inoltre rilevate le grandezze legate agli eventi meteorologici ed idrologici (piene) di particolare importanza.

In ottemperanza alle prescrizioni della Circ. Min. dei LL.PP. n° 1125/86, è stata installata, in corrispondenza di un ponte sul Fiume Cedrino a valle della diga una stazione di misura delle portate la cui ubicazione è stata regolarmente approvata dal Servizio Idrografico della Regione Autonoma della Sardegna. Essa è dotata di misuratore di livello con sensore piezoresistivo il cui segnale è trasmesso ad una centralina elettronica di acquisizione. La registrazione avviene su modulo di

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	17 di 24

memoria solida tipo EPROM e la frequenza di acquisizione è programmabile. Un'ulteriore stazione è ubicata in prossimità della cantoniera di Bartara sulla S.S. 129.

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

Per le misure si utilizzano i seguenti strumenti:

- Spostamenti planimetrici: Stazione totale Leica "TCA 2003";
- Spostamenti altimetrici: Livello elettronico Leica "NA 03"
- Piezometri: Freatimetro elettroacustico
- Misuratore livello di vaso: Bilancia idrostatica che invia il segnale nella casa di guardia.

Nella tabella che segue, si riportano, per i singoli strumenti, la precisione e la tolleranza:

STRUMENTO	PRECISIONE
Stazione totale Leica TCA 2003	0.001/100 m (Dist. Ang. 0,5")
Livello elettronico Leica NA 03	0.4 mm/1000 m
Freatimetro elettroacustico	1 cm
Bilancia idrostatica	3 cm

g) 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 perdite

MISURE	PUNTI DI CONTROLLO	UBICAZIONE	T.AMMISS. FUORI SERVIZIO
Spostamenti planimetrici	5 punti stazione	Coronamento	30 giorni
Spostamenti altimetrici	5 punti diga e 4 sponde.	Coronamento e sponde	30 giorni
Livelli piezometrici	5 punti di misura sponde	Valle diga	30 giorni
Livello di vaso	1 punto di misura		30 giorni

In caso di avaria della bilancia idrostatica, i livelli di vaso saranno misurati quotidianamente con l'asta idrometrica. 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 eliminata entro il corrispondente termine temporale stabilito, il gestore dovrà darne comunicazione entro il termine suddetto all'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti dichiarando i maggiori tempi previsti e precisando altresì le attività di misura sostitutive ed equivalenti che metterà in atto fino al perdurare dell'avaria medesima. Il tutto naturalmente salvo quanto di diverso potrà essere prescritto dall'ufficio competente.

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

È 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. Le manovre saranno eseguite sia con l'alimentazione della corrente di rete, sia con l'alimentazione del gruppo elettrogeno.

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	18 di 24

In particolare viene prescritto quanto segue:

- con frequenza giornaliera dovrà verificarsi sui quadri di controllo dello scarico di superfici inferiore e dello scarico di fondo, nelle rispettive cabine comandi, eventuali anomalie o disservizi segnalati da appositi allarmi e provvedere ad eliminarne le cause onde garantire l'efficienza in ogni momento degli organi di manovra degli scarichi;
- con frequenza mensile si provvederà alla manovra degli organi di scarico, secondo le seguenti modalità: si verificherà l'efficienza dei comandi oleodinamici dai quadri di comando, controllando i livelli e le pressioni dell'olio della centralina oleodinamica, gli assorbimenti di corrente durante le varie fasi di manovra. Per ciascuna paratoia dello scarico di fondo sarà altresì verificato il comando di apertura/chiusura mediante funzionamento del circuito oleodinamico con pompa a mano. La manovra dello scarico di fondo consisterà in un'apertura totale delle paratoie. La manovra potrà avvenire anche con modalità tali da provocare il rilascio del solo volume d'acqua compreso nel tratto di galleria di scarico interposto tra le paratoie. Per lo sfioratore inferiore sarà verificata l'efficienza del dispositivo manuale di svuotamento del contenitore dell'olio della centralina oleodinamica e di regolazione del sincronismo dei pistoni sul quadro comandi.

ART. 6.2.3 - Luoghi da assoggettare ad osservazioni dirette

È fatto obbligo al Gestore di assoggettare, oltre a quanto indicato nei precedenti Art. 6.2.1. e 6.2.2, i sottoelencati particolari luoghi ad osservazione diretta:

- Con frequenza giornaliera:
Verrà effettuato un controllo visivo del corpo diga (coronamento e paramenti), del cunicolo trasversale e dei pozzo di accesso dello scarico di fondo, dell'efficienza dei collegamenti telefonici e dell'illuminazione interna ed esterna, dello stato esteriore della strumentazione di controllo installata, dello stato di funzionamento delle centraline oleodinamiche degli scarichi e delle opere di presa e dell'efficienza dei dispositivi anti-intrusione.
- Con frequenza mensile:
Verrà effettuata un'accurata ispezione del corpo diga principale ed in particolare del coronamento, del paramento di monte per quanto visibile con particolare riguardo alla conservazione del manto di impermeabilizzazione, del paramento di valle, del cunicolo trasversale (osservando, nel dettaglio, eventuali perdite d'acqua dai tubi di drenaggio, percolazioni dai giunti, trasudamenti, ecc) e dei cunicoli e pozzi di accesso; verrà, inoltre, verificato il funzionamento degli impianti elettrici in assenza di corrente di rete, con l'energia fornita dal gruppo elettrogeno (inserimento e arresto automatico del gruppo medesimo, riserva gasolio, carica della batteria e livello dell'olio); verrà altresì provata l'efficienza della sirena e verificata la restituzione in alveo; verranno infine verificate le condizioni delle vie di accesso, della casa di guardia, delle recinzioni e dei cancelli.

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	19 di 24

- Con frequenza semestrale:

Verrà effettuato un sopralluogo lungo l'alveo a valle della diga per verificare lo stato di conservazione dei cartelli monitori e sostituire quelli eventualmente danneggiati. Verrà inoltre effettuato un sopralluogo approfondito delle sponde dell'invaso e delle spalle della diga per verificare l'assenza di fenomeni di instabilità. Verrà, infine, verificato il funzionamento della stazione idrometrografica.

- In occasione del superamento della quota massima di regolazione (fase di preallerta secondo la Circolare P.C.M. 19 marzo 1996 n. DSTN/2/7019):

Si eseguiranno le misure ed i controlli previsti negli articoli 6.2.1 e 6.2.2 riducendo il passo temporale di acquisizione delle grandezze più significative. Si procederà inoltre ad una ispezione generale e accurata di tutte le opere, organi elettromeccanici ed idraulici, linee di alimentazione, trasmissione segnali e comunicazioni. Verrà inoltre effettuata una accurata ispezione dello stato delle opere di scarico. Saranno ispezionate approfonditamente anche le opere a valle diga. Verrà verificata l'efficienza del gruppo elettrogeno e della sirena.

- In occasione di apporti idrici che facciano temere il superamento della quota di massimo invaso (fase di allerta – vigilanza rinforzata secondo la Circolare P.C.M. 19 marzo 1996 n. DSTN/2/7019):

Saranno ispezionate approfonditamente tutte le opere. Verrà verificata l'efficienza degli organi di manovra, delle linee di alimentazione, del gruppo elettrogeno e della sirena. Si provvederà al rilievo di tutte le misure di controllo. L'impianto dovrà essere costantemente vigilato.

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

Si provvederà al rilievo di tutte le misure di controllo e a ispezioni accurate di tutto l'impianto, che dovrà essere costantemente vigilato. Verrà effettuato il controllo dei deflussi degli scarichi e nell'alveo a valle. Immediatamente dopo, verranno eseguiti dei rilievi strumentali e il controllo delle opere, dell'alveo a valle e delle sponde del serbatoio.

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

Sarà compiuta un'ispezione accurata di tutto il paramento di monte e del manto metallico di tenuta, con particolare attenzione ai margini di questo, in relazione a possibili corrosioni, deformazioni o cavillature; si ispezioneranno inoltre le sponde e tutte le opere normalmente sommerse con esame approfondito e verifica dell'assenza di fenomeni di degrado, nonché di eventuali fenomeni di interrimento. Si verificherà infine lo stato delle paratoie e delle opere di presa e si provvederà alla pulizia di soglie e griglie. Si eseguiranno i lavori che l'ispezione avesse evidenziato necessari. In caso di svaso del serbatoio per circostanze non ascrivibili a quanto previsto dalla Circ. P.C.M. 19 marzo

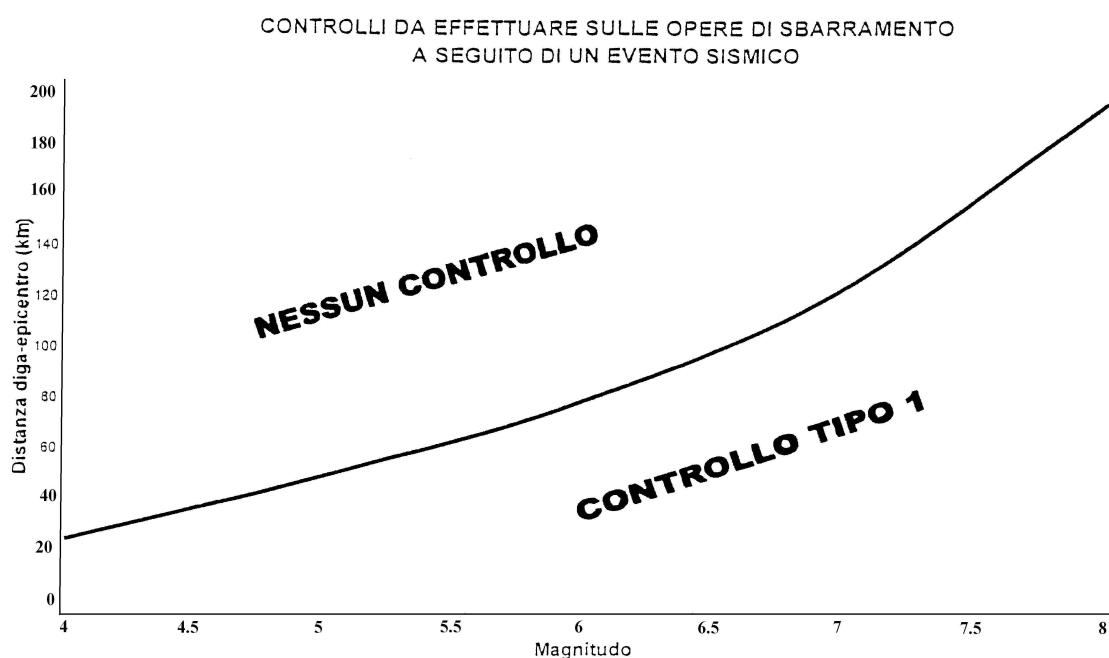
F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	20 di 24

1996 n. DSTN/2/7019, si dovranno seguire le disposizioni del “Progetto di gestione” da redigere e sottoporre all’approvazione degli organi competenti secondo la normativa vigente.

- A seguito di eventi sismici:

Stabilire la Magnitudo e la posizione dell’epicentro e procedere di propria iniziativa ai seguenti controlli, differenziati in funzione del campo di accelerazione al quale la diga è stata presumibilmente assoggettata.

- primo campo (NESSUN CONTROLLO), contraddistinto da bassi valori di Magnitudo e da distanze relativamente elevate: non si ritiene necessario effettuare specifici controlli, a meno che, per effetti locali, il sisma sia stato avvertito nel sito. In tal caso si effettueranno i controlli di cui al punto successivo (secondo campo);
- secondo campo (CONTROLLO TIPO 1), contraddistinto da Magnitudo più forti e da distanze relativamente basse: è necessario effettuare con immediatezza ispezioni e controlli della diga e delle opere complementari per verificare l’eventuale apertura di fessure, la presenza di lesioni, il manifestarsi di anomalie significative rispetto a quanto normalmente rilevato; ispezioni e controllo delle vie di accesso e delle sponde del bacino con accurata verifica del loro stato, con riferimento soprattutto ad eventuali fenomeni di smottamenti, cedimenti, frane o degni, compreso l’alveo a valle; verifica della funzionalità degli scarichi. Invio di un rapporto all’Ufficio Tecnico per le dighe di Cagliari da parte dell’Ingegnere Responsabile ai sensi della L. 584/94, comprensivo di eventuali riprese fotografiche significative, che evidenzierà gli eventuali provvedimenti resisi necessari a tutela della pubblica incolumità. In aggiunta dovranno essere effettuate tutte le misure essenziali per la sicurezza e dovrà essere redatta una Asseverazione Straordinaria da inviare, non appena possibile, all’Ufficio Tecnico per le dighe di Cagliari. L’Ingegnere Responsabile dovrà valutare, infine, l’opportunità di effettuare lo svuotamento dell’invaso al fine di accertare eventuali danni alla struttura provocati dal sisma.



F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	21 di 24

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

Sul Registro dovranno anche essere descritti i lavori di manutenzione ordinaria eseguiti, l'ubicazione e le dimensioni delle eventuali lesioni che si manifestassero nello sbarramento e nelle sue opere accessorie ed i provvedimenti presi, le visite e le conseguenti prescrizioni dell'Ufficio Tecnico per le dighe di Cagliari, i risultati dei controlli sui meccanismi di manovra di cui all'art. 6.2.2 ed i risultati delle osservazioni dirette di cui all'art. 6.2.3.

Il Gestore è tenuto a rilevare ed annotare nell'apposito Registro tutte le manovre effettuate sugli organi di scarico manovrabili descritte nel presente Foglio di Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione, indicando le variazioni del livello d'invaso, il grado di apertura delle luci di efflusso, nonché le portate scaricate per ogni singolo organo di scarico.

Inoltre in occasione di eventi meteorologici sul bacino imbrifero sotteso dallo sbarramento che facciano temere eventi di piena in arrivo allo sbarramento, il Gestore deve rilevare con opportuna scansione temporale, in aggiunta a quanto sopra indicato, anche le portate di sfioro libero e quelle derivate o turbinate.

L'intervallo temporale di rilevamento sarà funzione della capacità del serbatoio e delle caratteristiche degli organi di scarico, dovendosi in ogni caso garantire la ricostruzione dell'evento – in termini di portate affluenti e defluenti – con un sufficiente grado di approssimazione.

Durante l'evento dovranno essere inoltre rilevate le precipitazioni in zona sbarramento e, ove possibile, anche in stazioni esistenti sul bacino.

I dati acquisiti, per ogni evento dovranno essere trasmessi, a cura dell'Ingegnere Responsabile, all'Ufficio Tecnico per le dighe di Cagliari ed inviati, su supporto magnetico, all'Ufficio Idraulica della Direzione Generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche.

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.

Sarà cura del responsabile della gestione delle dighe compilare (a mano o su supporto magnetico) e far pervenire all'Ente all'inizio di ogni mese le schede predisposte dal responsabile della diga, relative alle osservazioni giornaliere rilevate, alle misure di controllo, alle verifiche dell'efficienza degli organi di scarico di cui agli Artt. 6.2.1, 6.2.2, e 6.2.3. La raccolta di tali schede costituirà il bollettino mensile da inviare all'Ufficio Tecnico per le dighe di Cagliari..

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	22 di 24

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

- misure di controllo degli spostamenti di cui al punto 6.2.1a)
- misure dei livelli piezometrici di cui al punto 6.2.1b)
- misure delle perdite di cui al punto 6.2.1c)
- misure giornaliere di cui al punto 6.2.1d)
- la descrizione dei lavori di manutenzione ordinaria eseguiti, le visite e le prescrizioni impartite, nonché i risultati dei controlli sui meccanismi di manovra di cui all'Art. 6.2.2 ed i risultati delle osservazioni di cui all'Art. 6.2.3.

L'elaborato "Diagrammi delle misure" contiene gli andamenti degli ultimi cinque anni di dati relativi alle:

- misure giornaliere della quota del lago e della temperatura dell'aria
- misure degli spostamenti planimetrici e altimetrici correlate alle grandezze temperatura e livello d'invaso;
- misure dei livelli piezometrici correlati con il livello d'invaso e con le piogge;
- misure delle perdite correlate al livello d'invaso;

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 all'Ufficio Tecnico per le dighe di Cagliari al competente ufficio della Direzione Generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche; in forma digitale ai sensi del D.Lgs 7 marzo 2005, n. 82 e ss.mm.ii., i seguenti documenti sottoscritti dall'Ingegnere Responsabile:

- Bollettino delle osservazioni, con frequenza mensile (DPR 1.11.1959 n° 1363, art. 19), da trasmettere entro 60 giorni dal mese di riferimento;
- Asseverazione dello stato della diga, con frequenza semestrale (Circ. PCM 13.12.95, n° DSTN/2/22806, punto C) contenente un elaborato con i "Diagrammi delle misure", da trasmettere entro 60 giorni dal termine del semestre di riferimento;
- ogni altra notizia relativa ad interventi di manutenzione straordinaria sulla diga, sul serbatoio e sugli organi di manovra.

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

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 19/03/96 n° DSTN/2/7019.

ART. 6.2.8 - Procedure di trasmissione dati al Servizio Idrografico

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	23 di 24

I supporti magnetici contenenti i dati registrati nella stazione idrometrografica installata in alveo a valle della diga Pedra 'e Othoni devono essere trasmessi con cadenza trimestrale all'Ufficio del Servizio Idrografico della Regione Autonoma Sardegna - Sezione di Cagliari.

ART. 6.3 - DOCUMENTAZIONE CONSERVATA PRESSO LA CASA DI GUARDIA

Oltre al Registro 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 19/03/96 n° DSTN/2/7019.
- piano di installazione dei "cartelli monitori" e copia della relativa lettera di notifica all'Ufficio Periferico di Cagliari del R.I.D.;
- piano di installazione del sistema di segnalazione acustica e copia della relativa lettera di notifica all'Ufficio Periferico di Cagliari del R.I.D.
- piano di installazione della strumentazione idrometrica registratrice e copia della relativa lettera di notifica alla Regione Sardegna Ass. LL.PP. nonché dell'approvazione del Servizio Idrografico della Regione Sardegna.
- registro delle manovre di esercizio sugli organi di scarico;
- disegni di consistenza delle opere, compresi gli schemi degli impianti elettromeccanici.
- diagrammi delle misure di controllo.

ART. 6.4 - INGEGNERE RESPONSABILE (Art. 4, comma 7 del D.L. 8 agosto 1994 n. 507 convertito in L. 584/ '94)

I nominativi dell'Ingegnere Responsabile della sicurezza delle opere e dell'esercizio dell'impianto e del suo "Sostituto", nonché i loro recapiti, sono contenuti nella apposita "Rubrica" di cui all'Art. 5 della Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 19/03/96 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:

- alla completa e perfetta manutenzione dell'opera in ogni sua parte e dei relativi accessi, nonché ad assicurare la costante efficienza dei meccanismi di manovra della presa e degli scarichi e della strumentazione di controllo;
- a sottoporre all'approvazione tecnica del progetto, ogni opera di modificazione che incida sulle caratteristiche considerate ai fini dell'approvazione del progetto originario;

F.C.E.M.	N. Arch..	Rev.	Data	Pagina
DIGA DI PEDRA E' OTHONI (NU)	1141	1	Gennaio 2014	24 di 24

- in base al disposto dell'ultimo comma della lettera B) della Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° DSTN/2/2286 del 13/12/95, 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 (idraulica, come chiarito dalla Circ. DSTN/2/12874 del 16.06.1998). 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 19/03/96;
- all'osservanza, nel rispetto delle disposizioni contenute nel "documento di protezione civile", delle limitazioni di quota del livello d'invaso che dovessero essere imposte dall'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari, 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 13.12.1995, 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. 22 pagine e n. 3 allegati, è stato redatto nel presente unico originale, che sarà conservato presso l'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari.

<i>Nominativo</i>	<i>Firma</i>	<i>Luogo</i>	<i>Data</i>
Il Gestore Ente Acque della Sardegna (EN.A.S.)			
Il Dirigente dell'Ufficio Tecnico per le dighe di Cagliari			