



ENAS ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA
SERVIZIO GESTIONE NORD



P.O. F.E.S.R. 2007 - 2013
ASSE IV - OBIETTIVO OPERATIVO 4.1.5
LINEA DI ATTIVITA' 4.1.5.B

**L134 Q1.A3: RIQUALIFICAZIONE E ADEGUAMENTO DEI SISTEMI
3B NORD OCCIDENTALE, 3C NORD OCCIDENTALE, 2C TIRSO, 7A
FLUMENDOSA-CAMPIDANO-CIXERRI**

**Q1.A3 - SISTEMA 3C NORD OCCIDENTALE ADEGUAMENTO PRESA
IRRIGUA CUGA CUP: I24H15001140002 - CIG: Z2A2D17179**

DEFINITIVO ESECUTIVO

**RELAZIONE GENERALE, CALCOLI IDRAULICI,
INSERIMENTO URBANISITCO,**

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

IL PROGETTISTA:

Geom. Sebastiano SAU

dott. ing. Roberto CRISTIANI

RAPPORTO:

DATA: 15/12/2020

AGG:

TAVOLA





ENAS ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA



SERVIZIO GESTIONE NORD

P. O. F.E.S.R. 2007 - 2013
ASSE IV - OBIETTIVO OPERATIVO 4.1.5
LINEA DI ATTIVITA' 4.1.5.B

L134 Q1.A3: RIQUALIFICAZIONE E ADEGUAMENTO DEI SISTEMI 3B NORD OCCIDENTALE, 3C NORD OCCIDENTALE, 2C TIRSO, 7A FLUMENDOSA-CAMPIDANO-CIXERRI

Q1.A3 - SISTEMA 3C NORD OCCIDENTALE ADEGUAMENTO PRESA IRRIGUA CUGA CUP: I24H15001140002 – CIG: Z2A2D17179

PROGETTO DEFINITIVO -ESECUTIVO

1 PREMESSE

Con deliberazione della Giunta regionale n. 22/1 del 7/05/2015 è stato approvato:

- il "Piano regionale delle infrastrutture" (Allegato A), il cui finanziamento trova riscontro nella tabella E allegata alla legge finanziaria 2015;
- il "Programma degli interventi" (Allegato B), i cui finanziamenti trovano riscontro, oltre che nella stessa tabella E, nell' allegato tecnico al bilancio della Regione per gli anni 2015, 2016 e 2017 – rubrica Lavori Pubblici;
- la tabella riassuntiva (Allegato C).

Tra gli interventi della citata programmazione sette ricadono nelle aree di competenza del Servizio Gestione Nord dell'ENAS identificato come interventi di " Riqualificazione e adeguamento dei Sistemi 3B Nord Occidentale, 3C Nord Occidentale, 2C Tirso, 7° Flumendosa – Campidano – Cixerri ".

Il presente progetto sviluppa l'intervento denominato " Sistema 3C Nord Occidentale: Adeguamento presa irrigua Cuga" finanziato per complessivi € 300.000,00.

Con determinazione ENAS del Direttore del Servizio Gestione Nord n. 1087 del 15/10/2020, è stato affidato l'incarico di progettazione all'ing. Roberto Cristiani.

In data 26/10/2020 è stato dato avvio all'attività di progettazione.

2 STORIA E DESCRIZIONE DELLA INFRASTRUTTURA DI COVOGLIAMENTO ACQUE DAL CUGA ALLA VASCA DI COMPESO DI MONTE BARANTA ANALISI IDRAULICA

2.1 DESCRIZIONE E STATO DEL CANALE

Il canale adduttore, venne realizzato nel 1965, l'origine è posizionata in corrispondenza dello sbarramento sul Rio Cuga. La funzione del canale è quella derivare le acque irrigue ed addurle al margine del comprensorio irriguo nella vasca di compenso di Monte Baranta presso Olmedo.

L'opera di presa irrigua della diga ha una luce netta di 1,50x1,00 m e si trova, nella parte inferiore, a quota 88,40 m. s.l.m.. La quota massima di invaso della diga è di 113,00 m s.l.m.

La vasca di calma a valle della presa irrigua ha una quota di 88,80 m. s.l.m. sul fondo e un'altezza utile di 3,20 m.

Il canale ha uno sviluppo complessivo di m 6.791 ed era originariamente costituito da m. 2.300 di canale in muratura di pietrame e malta di cemento con platea in calcestruzzo, da m. 2.160 di canale identico al precedente ma con soletta di copertura in c.c.a., da m 235 di ponti canale in elementi modulari prefabbricati in c.c.a., da sifoni in c.a.p. - 2.500 mm dello sviluppo di m 1.487 e da m 599 di galleria rivestita in c.c.a..

Il canale realizzato con tratte a pendenza costante è attualmente così suddivise:

- 1) un primo tratto di 333 m con pendenza -0.000684 m/m oggetto nel 2007 in cui è stato intubato con PRFV del 2400 mm e di cui fa parte il tratto di condotta da ripristinare;
- 2) secondo tratto a cielo aperto di 26 ml per l'immissione al primo sifone;
- 3) il sifone realizzato in c.a.p. DN 2.500 mm di 1270 m;
- 4) tratto di 567 m già intubato nel primo intervento del 2007 con Tubazione PRFV del 2400 mm, pendenza dello -0,0007 m/m;
- 5) tratto da 722 m da intubare con una condotta in PFRV da 2400 mm con pendenza costante del -0,0007, attualmente oggetto di intervento da parte del Consorzio di Bonifica della Nurra (intervento denominato come secondo Lotto);

- 6) tratto da 1865 m da intubare con una condotta in PFRV da 2400 mm con pendenza costante del -0,0007 attualmente oggetto di intervento da parte del Consorzio di Bonifica della Nurra (intervento denominato come terzo Lotto);
- 7) tratto da 594 m da intubare con una condotta in PFRV da 2400 mm con pendenza costante del -0,0007 attualmente oggetto di intervento da parte del Consorzio di Bonifica della Nurra (intervento denominato come prima parte del quarto Lotto);
- 8) **Secondo Sifone** di 157.5 m oggetto di intervento di rinnovamento alla fine degli anni 80 in cui venne realizzato un nuovo sifone con condotte in acciaio Ø 2500 mm, posto in opera parallelamente a quello esistente recuperando il vecchio sifone in c.a.p. Ø 2500 mm con l'inserimento, al loro interno, di una camicia in lamierino resa solidale con il c.a.p. mediante iniezioni in resina. Innesto al sifone



- 9) tratto della lunghezza di 499 m da intubare con una condotta in PFRV da 2400 mm con pendenza costante del -0,0007 attualmente oggetto di intervento da parte del Consorzio di Bonifica della Nurra (intervento denominato come seconda parte del quarto Lotto);
- 10) Galleria della lunghezza totale di 625,60 m che presenta tre tratte a pendenza variabile rispettivamente da: 424 m a pendenza -0.0013 m/m; 25.50 da -0,001278 m/m; e 177,10 con una pendenza di -0,000229. Nelle foto si vede l'ingresso alla galleria, la disconnessione e la raccolta delle acque superficiali presenti a metà galleria



11) ultimo tratto di 104 mm compreso tra lo sbocco della galleria e le griglie a valle della vasca di presa delle diramazioni dei vari lotti comiziali. Nella foto si vede la parte terminale del canale prima di entrare nel partitore di monte Baranta. Questo tratto di canale è stato oggetto di un intervento di manutenzione ,a cavallo del 2019 e 2020, con l'impermeabilizzazione del fondo mediante l'applicazione di un tessuto



2.2 STORIA ED INTERVENTI MANUTENTIVI

Alla fine degli anni '80, il Consorzio, dopo aver effettuato vari interventi di manutenzione al fine di limitarne le perdite, realizzò un intervento complessivo, finanziato attraverso la legge 64/86, che prevedeva:

- la completa impermeabilizzazione dell'opera;
- la costruzione di nuovi sifoni con condotte in acciaio Ø 2500 mm, posti in opera parallelamente agli esistenti ed il recupero dei sifoni in c.a.p. Ø 2500 mm con

l'inserimento, al loro interno, di una camicia in lamierino resa solidale con il c.a.p. mediante iniezioni in resina. Con tale intervento veniva di fatto raddoppiata in tali punti la capacità di vettoriamento nella previsione di servire in futuro le aree suscettibili di irrigazione, ancora non raggiunte dalle infrastrutture irrigue;

- la regolazione dinamica del canale adduttore;
- la costruzione di un bacino terminale di capacità di mc 28.100 in località Monte Baranta per la regolazione delle portate al termine dell'opera di adduzione, che ha una quota di 80,85 m. s.l.m. e un'altezza utile di 5,00 m.
- la costruzione di una casa di guardia e di una officina per le attività di pronto intervento.

Attualmente i problemi principali del canale risultano dalla rottura completa delle copertine in fibro-cemento poste a protezione dei teli in PVC, il conseguente strappo dello stesso manto e le perdite diffuse.

Per la parte intubata, si sono verificati negli anni problemi di galleggiamento, ed in particolare nel tratto oggetto di intervento la deformazione è diventata importante con un sollevamento, nel punto di massimo sollevamento intorno ai 26 cm.

Attualmente si stanno attuando tre distinti interventi di intubamento della parte del canale ancora non intubato.

Il tratto interessato del presente intervento è posizionato immediatamente a valle delle vasca di calma. Nel tratto da dove prende avvio la tubazione.

Negli anni è stato dilavato il rinfiante e il ricoprimento della condotta, e durante la stagione delle piogge, periodo in cui l'acquedotto non è in esercizio, a causa della spinta idrostatica dell'acqua raccolta all'interno del canale, la condotta si è sollevata per galleggiamento, modificando la quota di scorrimento ed il profilo altimetrico.

I rilievi eseguiti tra il 2012 e il 2013 hanno mostrato come, nel primo tratto della tubazione, tale deformazione ha prodotto un innalzamento di circa 50 rispetto all'andamento originario, determinando rotazione dei giunti superiori a quelle compatibili per questo tipo di sistema.

Ciò provoca una riduzione della massima portata transitabile, una difficoltà nella determinazione delle corrette portate, a perdite più o meno significative in corrispondenza dei giunti.

2.3 ANALISI IDRAULICA

A seguito di una analisi tra la differenza delle portate derivate dalla diga del Cuga e quelle in uscita dalla vasca di compenso di Monte Baranta, il Consorzio di bonifica della Nurra ha stimato una perdita dell'ordine del 20/25 % delle portate. Per la determinazione delle portate derivate il Consorzio ha fatto ricorso a dei metodi di misura indiretti, vista la mancanza di strumenti di misura in prossimità dell'opera di presa irrigua della diga.

La determinazione delle portate è stata condotta applicando le classiche formule idrauliche, tarate sulla base dei dati acquisiti durante saltuarie campagne di misura effettuate a valle della diga con strumenti di misura portatili di estrema precisione. Il confronto tra i valori stimati con le formule idrauliche e quelli misurati con gli strumenti di misura ha permesso di confermare i coefficienti delle formule idrauliche che erano stati acquisiti dalla letteratura.

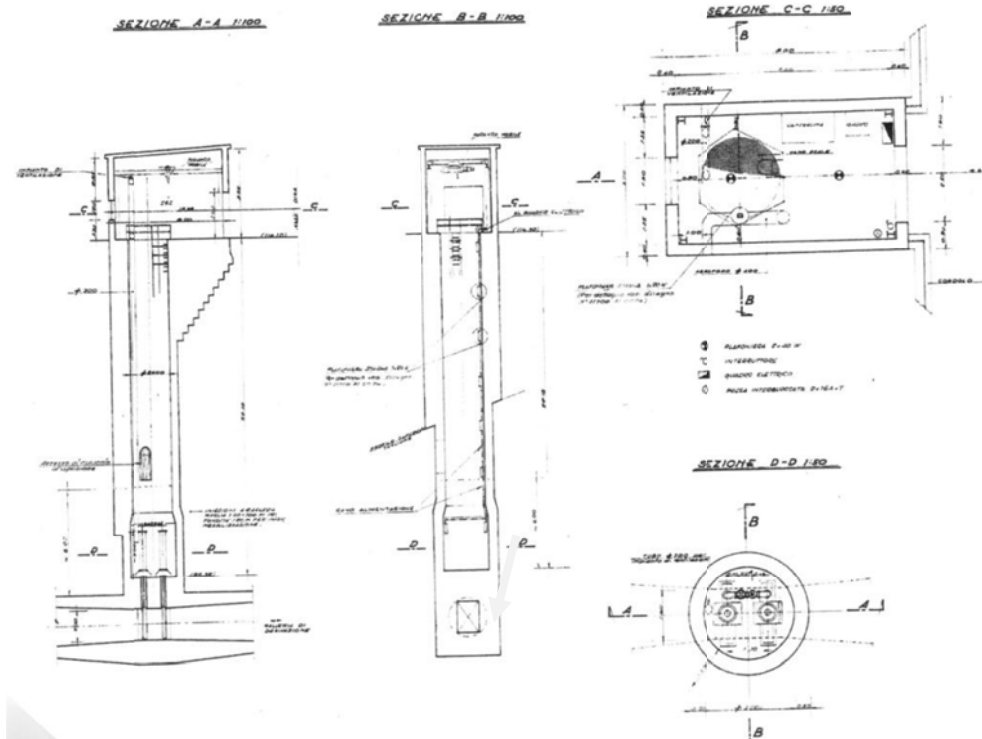
La portata, che transita dall'opera di presa è stata pertanto stimata prendo in considerazione i seguenti elementi:

- elementi costruttivi dell'opera di presa;
- elementi operativi;
- elementi basati su evidenze sperimentali.

L'opera di presa è costituita da una galleria a sezione circolare, interamente rivestita in cemento armato, con diametro interno di 2,1 m, che si sviluppa in sponda destra della lunghezza di circa 90 m (v. Fig. 2). La galleria è preceduta da un manufatto di imbocco con platea a quota 87,70 m s.l.m. e muri laterali convergenti, munito di griglia e gargami per eventuali panconature. La galleria di derivazione è intercettata da due paratoie piane a strisciamento con luce di 1,60x2,00 m a comando oleodinamico disposte in serie nel fondo di un pozzo a cui si accede dal coronamento della diga. La galleria sbocca a valle in una vasca di calma e da questa parte il canale adduttore

PROGETTO DEFINITIVO -ESECUTIVO

q1.a3 - SISTEMA 3C NORD OCCIDENTALE ADEGUAMENTO PRESA IRRIGUA CUGA



La presa e le paratie sono monitorate da un sistema di telelettura, che misura in continuo il livello dell'invaso, e la percentuale di apertura della paratoia. Mentre i volumi erogati sono gestiti da un sistema di telecontrollo che sulla base delle richieste irrigue agisce sulle paratoie regolando le portate.

2.3.1 CALCOLO PORTATE E DETERMINAZIONE DELLE PERDITE

Noti gli elementi costruttivi e quelli operativi è possibile, tramite le normali formule dell'idraulica, procedere alla determinazione delle portate istantanee e, per integrazione finita, al calcolo dei volumi in uscita dalla diga.

La determinazione delle portate è stata determinata pertanto applicando l'equazione del moto uniforme alla galleria e calcolando le perdite di carico continue tramite l'espressione di Manning. Si riporta di seguito il calcolo utilizzato dai tecnici del consorzio di bonifica della Narra per la determinazione della portata.

$$H - \frac{d_0}{2} = a \frac{V^2}{2g} + jL + \frac{V^2}{2g}$$

$$J = \frac{V^2}{X^2 r}$$

$$X = \frac{r^{\frac{1}{6}}}{n}$$

dove:

- H = carico sulla soglia inferiore di imbocco (m);
- R = raggio condotta (m);
- r = raggio idraulico condotta (m);
- L = lunghezza condotta (m);
- V = velocità in condotta (m/s);
- V0 = velocità (m/s) di efflusso dalla bocca determinata dalla paratoia di estremità in una posizione di apertura corrispondente

all'altezza libera generica d_0 (m);

- b = larghezza paratoia (m);
- Q = portata (m³/s).

I valori delle dimensioni e quelli assunti per i coefficienti sono i seguenti:

$$b = 1,6 \text{ m}$$

$$a = 0,2$$

$$n = 0,015$$

$$L = 90 \text{ m}$$

Applicando l'equazione del moto con passo temporale variabile sulla base del

valore registrato dell'apertura della paratoia e del relativo carico idraulico sono stati calcolati i valori di portata istantanea e, quindi, dei conseguenti volumi.

I valori ottenuti sono stati confrontati con delle misure eseguite nel canale adduttore in prossimità della diga tramite uno strumento misuratore portatile tipo "Sontek FlowTracker".

Dal confronto si è verificata la bontà del coefficiente sperimentale $k_c(0,75)$ utilizzato nell'equazione del moto per stimare le perdite di carico allo sbocco. Infatti le differenze riscontrate tra portata misurata e portata calcolata sono sempre rimaste comprese tra il 2% ed il 4%.

Come già illustrato sopra, la portata che transita nel canale adduttore arriva alla vasca di compenso di Monte Baranta in comune di Olmedo. Da tale vasca si diramano le condotte principali che alimentano le varie zone del comprensorio di bonifica. Due condotte in ghisa del diametro DN 1.400 servono la parte Sud del Compensorio irriguo, in gran parte nel Comune di Alghero, mentre una condotta in cemento armato precompresso del diametro DN 2.000 serve la zona Nord del Compensorio, comuni di Porto Torres e Sassari. Queste condotte sono tutte dotate di misuratori di portata ad inserzione e sottraendo la somma di queste misure alla portata in uscita dalla diga si ottiene una stima molto precisa della perdite che avvengono lungo il canale adduttore. Queste perdite oscillano tra il 20-25% delle portate veicolate, con perdite percentualmente maggiori in occasione del trasporto delle maggiori portate.

Ipotizzando per i sei mesi di irrigazione un'adduzione globale di 35 Mmc, si avrebbe una perdita di 6-7 Mmc.

Poiché il canale è dimensionato per addurre la portata massima di 10 mc/s, è evidente che, all'aumento delle superfici irrigate, la perdita di acqua, durante la stagione irrigua, si attesterebbe sul valore massimo a causa del maggior battente.

Attualmente, sono in corso gli appalti per dare attuazione al programma di efficientemente avviato dal consorzio di bonifica della Nurra, per contenere le perdite presenti lungo il canale adduttore.

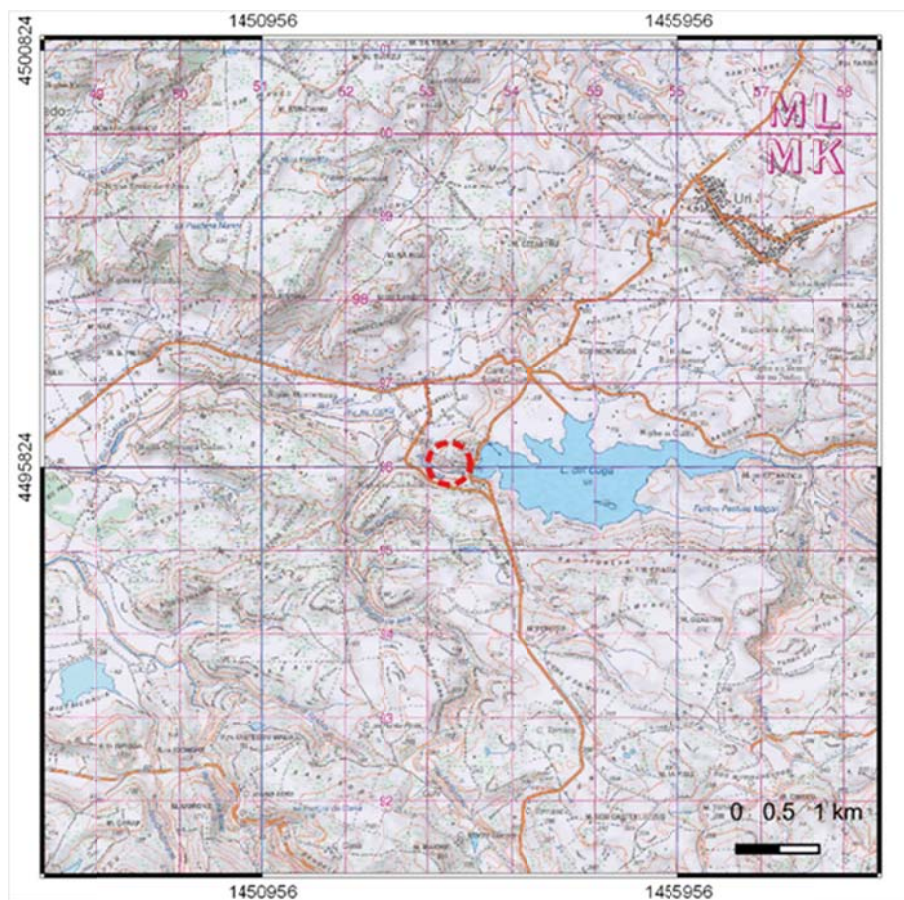
Gli interventi consistono nella dismissione del canale a cielo aperto, sostituendolo con una condotta in PRFV DN 2400, proseguendo di fatto le opere di intubamento del canale iniziate nel 2007.

3 INQUADRAMENTO AMBITO TERRITORIALE E REGIME VINCOLISTICO

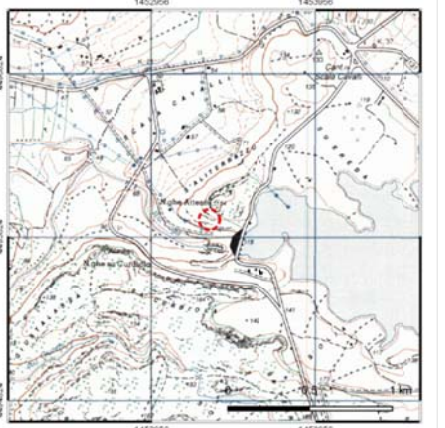
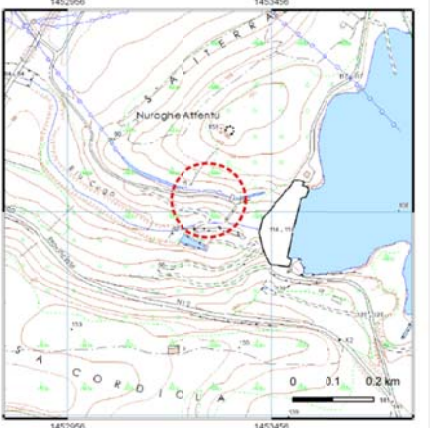
L'area d'intervento è ubicata nella Sardegna nord-occidentale, in provincia di Sassari – nel territorio del Comune di Uri in località Nuraghe Attentu, immediatamente a valle della diga del Cuga.

Cartograficamente l'area complessiva di intervento è individuabile attraverso i seguenti riferimenti geografici e cartografici:

- stralcio I.G.M.I: Foglio 459 – Sassari (scala 1:100.000).



L'ambito di intervento ricade nel foglio 456 dell' IGM al 25000, nel tratto che va dalla discarica di Scala Erra e il Rio d'Astimini, dal punto di vista paesaggistico ricade sul limite dell'abito 14 Golfo dell'Asinara, e la parte terminale della condotta ricade all'interno della fascia di tutela dei corpi idrici .

	
<p>- stralcio I.G.M.I: Foglio 459 III URI – Olmedo (scala 1:25.000)</p>	<p>- stralcio C.T.R. numerica RAS: Foglio 459140 (scala 1:10.000).</p>

L'opera lineare all'interno del piano regolatore del comune di Uri in zona E2 / Aree di primaria importanza per la funzione agricolo – produttiva.

La condotta ricade nel catasto terreni del Comune di Uri al foglio 21 a cavallo dei mappali 76 e 77 entrambi intestati al demanio dello stato.

Le aree di intervento sono soggette a vincolo paesaggistico a termini del D.Lgs. 42/04 - Art. 142 - c.1.c e c.1.b in quanto insistono;

- nella fascia di pertinenza di Fiumi, torrenti e corsi d'acqua, iscritti RD 1775/1933, e fascia di 150 m da sponde e argini;
- nei Territori contermini ai laghi per una fascia di 300 m dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;

Rispetto al PUC di Uri ricade in zona E5 Aree marginali per attività agricola;

Per quanto riguarda il PAI non risultano presenti vincoli.

3.1 VINCOLO PPR E ART. 142 DL 42/2004

Il tracciato della condotta ricade, rispetto al PPR, nelle aree definite come praterie e spiagge regolamentate dagli art. 25, 26 e 27

Articolo 26 - Aree seminaturali. Prescrizioni

1. Nelle aree seminaturali sono vietati gli interventi edilizi o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica, fatti salvi gli interventi di modificazione atti al miglioramento della struttura e del funzionamento degli ecosistemi interessati, dello status di conservazione delle risorse naturali biotiche e abiotiche, e delle condizioni in atto e alla mitigazione dei fattori di rischio e di degrado.

2. In particolare nelle aree boschive sono vietati:
 - a) gli interventi di modificazione del suolo, salvo quelli eventualmente necessari per guidare l'evoluzione di popolamenti di nuova formazione, ad esclusione di quelli necessari per migliorare l'habitat della fauna selvatica protetta e particolarmente protetta, ai sensi della L.R. n. 23/1998;
 - b) ogni nuova edificazione, ad eccezione di interventi di recupero e riqualificazione senza aumento di superficie coperta e cambiamenti volumetrici sul patrimonio edilizio esistente, funzionali agli interventi programmati ai fini su esposti;
 - c) gli interventi infrastrutturali (viabilità, elettrodotti, infrastrutture idrauliche, ecc.), che comportino alterazioni permanenti alla copertura forestale, rischi di incendio o di inquinamento, con le sole eccezioni degli interventi strettamente necessari per la gestione forestale e la difesa del suolo;
 - d) rimboschimenti con specie esotiche
3. Le fasce parafuoco per la prevenzione degli incendi dovranno essere realizzate preferibilmente attraverso tecniche di basso impatto e con il minimo uso di mezzi meccanici.
4. Nelle zone umide costiere e nelle aree con significativa presenza di habitat e di specie di interesse conservazionistico europeo, sono vietati:
 - a) gli interventi infrastrutturali energetici, in una fascia contigua di 1000 metri, che comportino un rilevante impatto negativo nella percezione del paesaggio ed elevati rischi di collisione e di elettrocuzione per l'avifauna protetta dalla normativa comunitaria e regionale (L.R. n. 23/1998);
 - b) impianti eolici;
 - c) l'apertura di nuove strade al di sopra dei 900 metri;
5. Nei sistemi fluviali e delle fasce latitanti comprensive delle formazioni riparie sono vietati:
 - a) interventi che comportino la cementificazione degli alvei e delle sponde e l'eliminazione della vegetazione riparia;
 - b) opere di rimboschimento con specie esotiche;
 - c) prelievi di sabbia in mancanza di specifici progetti che ne dimostrino la compatibilità e la possibilità di rigenerazione.
6. Nei complessi dunali e nei litorali sabbiosi soggetti a fruizione turistica sono vietati:
 - a) il transito di mezzi motorizzati sui litorali e sui complessi dunali;
 - b) asportazioni di materiali inerti;
 - c) coltivazioni agrarie e rimboschimenti produttivi, ad eccezione dei vigneti storici;
7. Nei siti di riproduzione recente della tartaruga marina comune (*Caretta caretta*) è vietata la concessione di aree per la fruizione turistica.
8. Nelle aree precedentemente forestate con specie esotiche dovranno essere previsti interventi di riqualificazione e di recupero con specie autoctone

La condotta ricade, come detto nella fascia di tutela di cui alla art. 142 comma 1 lettera b e c del Codice Urbani (D.Lgs 42/2004).

4 IL PROGETTO

4.1 QUADRO ESIGENZIALE E SCELTA MODALITÀ DI INTERVENTO

Al fine di ripristinare le funzionalità originarie della condotta, l'amministrazione intende recuperare il tratto di canale, rimuovendo la condotta per circa 40/50 m rifunzionalizzando il manufatto originario. In questo modo si raggiungono i risultati auspicati di ripristino delle massime portate trasportate e la possibilità di misurare

correttamente le stesse. L'intervento inizialmente previsto sarebbe stato raggiunto eseguendo i seguenti lavori:

- demolizione del blocco in calcestruzzo di testata e rimozione del tubo in acciaio di raccordo;
- smontaggio e rimozione di 8/10 tubi in PRFV DN 2400 (cad. lunghezza 6 m - peso c.a 4.000 kg), per una lunghezza complessiva di circa 50 metri, e relativi materiali inerti di rinfiato e ricopertura;
- pulizia delle superfici, rimozione del calcestruzzo ammalorato e trattamento dei ferri esistenti, ripristino corticale delle parti di calcestruzzo degradato ed eventuale rasatura impermeabilizzante protettiva;
- realizzazione di un tratto di recinzione a protezione del canale.

Tale modalità di intervento vanno in controtendenza rispetto alle azioni poste in essere nei tratti successivi dell'acquedotto.

Nell'esperienza maturata nella gestione del canale si è visto che qualsiasi tipo di impermeabilizzazione presenta delle criticità, o venendo strappata dalla corrente o sollevata a causa della spinta idrostatica.

Date queste criticità si è sondata l'ipotesi di eseguire l'intervento intervenendo con un ripristino della condotta.

In un primo momento si è pensato di recuperare la condotta rimossa. A tal fine è stata contattata la Hobas ditta produttrice della tubazione, la quale non ha escluso impossibile recuperare la condotta, ma non potendo garantire l'integrità della stessa, a causa dell'importante movimento subito hanno consigliato di sostituirla, per le seguenti ragioni:

- la deviazione angolare dei giunti a causa del movimento è superiore a quelle consentite ciò può aver danneggiato le testate delle tubazioni;
- il movimento e lo stato tensionale a cui è stato ed è sottoposto la tubazione può aver ingenerato la formazione di cricatura nella generatrice inferiore della tubazione;
- la deformazione potrebbe aver ovalizzato la tubazione generando una difficoltà di imbocco ma anche una volta giuntati garantire la perfetta tenuta della tubazione.

Fatte queste considerazioni e tenendo in conto che sono in corso i lavori per

l'intubamento del resto del canale con la fornitura della condotta PRFV DN 2400, e che quindi sarebbe possibile reperire e fornire facilmente la condotta si è deciso di sostituire la tubazione con una nuova.

4.2 OPERE IN PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un intervento di manutenzione straordinaria del primo tratto, di 48,00 ml, della condotta in PRFV 2400, realizzata nel 2007.

La condotta prende avvio dalla vasca di calma, con il primo elemento inghisato in un blocco in c.a. di testata. Nella parte a monte del blocco è presente un elemento di raccordo in acciaio, il quale dovrà essere recuperato e riposizionato una volta sostituita la tubazione.



La condotta trova alloggiamento nel canale in c.a., il ricoprimento ed il rifianco della condotta sono stati completamente dilavati, lasciando scoperta e priva di zavorro la tubazione .

Per eseguire gli interventi di manutenzione è necessario demolire l'elemento di testata, rimuovere la condotta, riprofilare il letto di posa e riposizionare la condotta.

Il collegamento della condotta sostituita con quella esistente, avverrà a circa 48 m dalla testata, per questa ragione sarà necessario tagliare la verga di innesto alla misura esatta è provvedere all'imbocco della nuova condotta.

Il cantiere potrà svilupparsi secondo le seguenti fasi:

- preparazione area di cantiere;
- pulizia dalla vegetazione nell'intorno della zona di lavoro e nel tratto di condotta da rimuovere;
- -rimozione elemento di imbocco in acciaio;

- Demolizione blocco di testata;
- Rimozione condotta e conferimento a discarica della condotta non più riutilizzabile ovvero per quelle recuperabili trasporto in sito indicato dall'amministrazione;
- Formazione del piano di posa;
- Formazione di due drenaggi, mediante rottura del canale e formazione di sistema di drenaggio che allontani il volume d'acqua eventualmente raccolto all'interno del canale e lo porti a valle della stessa e dello stradello di manutenzione in corrispondenza della scarpata ;
- Fornitura e posa condotta;
- Ripristino manufatto di testata e posizionamento elemento di imbocco in acciaio;
- Rinfianco e ricoprimento della condotta con ghiaia;
- Posizionamento di tessuto non tessuto;
- Formazione di zavorra con materassini reno sp 30 cm
- Terreno di ricoprimento e riprofilata della scarpata per interrimento definitivo della tubazione;
- Ripristino recinzione protezione aree oggetto di intervento.

4.3 SCELTA DEL MATERIALE

Poiché si tratta di un intervento manutentivo di limitate dimensioni, la scelta della tubazione è stata condizionata ed imposta dallo stato dell'arte, che corrisponde alla soluzione migliore per questo tipo di intervento.

Pertanto sarà riproposta la tubazione PRFV DN2400 PN4 SN10000, trattata internamente con

Al fine di aumentare l'affidabilità e la durata dei materiali dovrà essere fornito un tub in PRFV CENTRIFUGATO con rivestimento in resina Liner Poliureica di mm.1,0 mm.

La scelta del materiale a centrifugazione, è stata dettata dalla esperienza acquisita sul campo, in merito alla maggiore semplicità di posa ed per gli interventi di manutenzione. Infatti la realizzazione della tubazione con tale tecnologia permette di

eseguire tagli ed adattamenti della condotta, che viceversa su quelle realizzate per avvolgimento a filo continuo sono di difficile se non impossibile esecuzione.

4.3.1 Classe nominale PN 4

La classe nominale indicata PN 4 è la medesima di quella sostituita, trattandosi di un tratto limitato è inutile prevedere classi di pressione superiori.

4.3.2 Protezione interna liner spessore da 1 mm

Il liner Resina ISOFTALICA (è lo strato interno sigillante) si trova direttamente in contatto con il fluido, costituisce lo strato chimicamente resistente, alla corrosione, ed assicura la tenuta del tubo. Il liner presenta una superficie molto liscia, senza difetti, rotture o zone di delaminazione, per ridurre le perdite di carico e per eliminare l'accumulo di alghe e di solidi diversi.

Il liner è realizzato con resina poliestere rinforzata con fibre di vetro. È composto da 1 strato di velo di 25g/m² impregnato con la resina, con percentuali del 90% di resina e 10% di fibra

L'applicazione della protezione liner da 1 mm fornisce garanzia della tenuta dello strato rispetto all'abrasione permettendo in futuro anche interventi di manutenzione con pulizia interna anche mediante getti ad alta pressione.

4.4 INTERFERENZE E SOTTOSERVIZI

Nel tratto interessato dalle opere di manutenzione, per quello che si è potuto rilevare, non sono presenti sotto servizi.

Poiché si interviene su una condotta funzionante, i lavori dovranno essere eseguiti esclusivamente con l'interruzione del servizio. Il momento migliore è il periodo in di interruzione del servizio irriguo tra novembre e Marzo.

Non sono presenti linee aeree, o alberi, e non sarà necessario eseguire scavi per la posa della condotta.

Gli unici scavi da realizzare sono quelli per la formazione dei due drenaggi, che dovranno attraversare lo stradello di servizio che corre lungo il canale, sul posto non sono state individuati manufatti che possano far pensare che vi possano essere sotto servizi. In assenza di informazioni più approfondite l'impresa dovrà prestare la massima cura ed attenzione all'esecuzione degli scavi.

5 DIMENSIONAMENTI IDRAULICI E SCELTA DEI MATERIALI

5.1 VERIFICA IDRAULICA DELLA CONDOTTA

La portata di progetto è pari a 10 mc/s livelli massimi di utilizzo dell'attuale canale e delle portate transistanti nella galleria immediatamente a monte della vasca di carico di monte Baranta.

Pertanto si dovrà verificare che la condotta individuata sia idonea a trasportare il detto volume di acqua.

Utilizzando l'equazione di Chezy ed esplicitando la portata in funzione dell'altezza, ed utilizzando la formula di Gauckler-Strickler per tener conto della scabrezza, si ottiene:

$$Q(h) = A(h) * k * R^{\frac{2}{3}} * \sqrt{i}$$

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ord.	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostaz. e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

tenendo conto della pendenza media $i = 0,684 \text{ ‰}$ la minore sezione commerciale idonea risulta il DN 2.400 e la portata di $9.872 \text{ m}^3/\text{s}$ si ottiene con una percentuale di riempimento di circa l'80% dell'intera area interna della condotta ed una altezza di riempimento di 1,80 m.

La portata di progetto del canale ($\sim 10 \text{ mc/s}$) si raggiunge con un'altezza di 1,8 m che garantisce un franco di 0,60 cm sufficiente ad escludere fenomeni di depressione e sacche d'aria.

Per quanto riguarda la rigidità trasversale del tubo si ritiene di scegliere una rigidità elevata RG 10.000 che risultava la più prossima alla rigidità dei manicotti di giunzione, al fine di non avere deformazioni differenziate nei punti di contatto tubo-manicotto. Il manicotto dovrà avere una guarnizione continua a labbro a tutta larghezza, conglobata nel manicotto stesso. Il manicotto in tal modo garantisce le caratteristiche di tenuta anche con una angolazione, tra gli assi di due tubi adiacenti, fino a 0,5 gradi e permette altresì un movimento longitudinale di almeno lo 0,3 % della lunghezza del tubo.

Questi manicotti, nel caso di tagli obliqui alle estremità dei tubi, garantiscono le caratteristiche di tenuta anche con una angolazione, tra gli assi di tubi adiacenti, fino a 2,0 gradi. A tal fine le tubazioni devono essere centrifugate o avere caratteristiche tali da consentire l'effettuazione di tagli alle estremità, direttamente in fase di posa, con l'ausilio di comuni attrezzi di cantiere senza che ciò ne comprometta minimamente la resistenza.

Per garantire una adeguata resistenza all'usura, a causa del trasporto di acqua grezza non filtrata, i tubi dovranno avere uno strato interno (liner) di spessore non inferiore a mm 1 costituito da pura resina, senza presenza di fibre né di inerti.

Il tratto oggetto di intervento è posizionato nel punto più alto della condotta e la sua presa garantisce la fuoriuscita di eventuali bolle d'aria, pertanto non è necessario prevedere la prosa di un sviato.

5.2 VERIFICA AL GALLEGGIAMENTO

La tubazione durante il periodo di interruzione della irrigazione, resta vuota, tale condizione critica coincide con il periodo di massima precipitazioni meteorologiche.

Per mitigare il fenomeno sono stati adottati nel progetto diversi accorgimenti:

- realizzazione di drenaggi che impediscono all'acqua intercettata all'interno del canale possa accumularsi e aumentare il proprio battente;
- ricoprimento della tubazione e del canale, in modo da formare una superficie semi impermeabile in modo che l'acqua superficiale scorra superficialmente superando il canale, in modo da ridurre i volumi intercettati dal canale;
- Oltre questo si prevede di rinterrare il tubo con materiale drenante in modo da agevolare lo scorrimento delle eventuali acqua intercettate e condurle rapidamente verso i dreni per poter essere rapidamente allontanate riducendo il rischio di innalzamento della falda.

Il tubo infine viene tutelato, zavorrandolo con dei materassini dreno e con il ricoprimento superficiale necessario per profilare la sezione.

Si procede ora con la verifica al galleggiamento la quale non potrà prescindere dagli interventi di mitigazione delle condizioni critiche.

Il peso per metro lineare della tubazione è pari a:

$$P_{tub} = 841 \frac{kg}{ml}$$

Il materassino reno dello spessore da 30 cm e larghezza di 500 cm per metro di lunghezza considerano che il materiale di riempimento ha un peso specifico di 2200 kg/m³ ed un indice di riempimento del 70% pertanto il peso per metro lineare della zavorra è pari a :

$$P_{mat,reno} = 0,3 * 5 * 2200 * 0,70 = 2310 \frac{kg}{ml}$$

Per equilibrare tale peso, e generare il fenomeno del galleggiamento, l'altezza dell'acqua all'interno del canale deve raggiungere una quota di 1,68 m infatti

$$\begin{aligned} S_{soll} = P_{tub} + P_{mat,reno} &= 841 + 2310 = 3151 \frac{kg}{ml} \\ &= A_{tub,imm} * \gamma_{acq} \end{aligned}$$

Dove:

$\gamma_{acq} = 1000 \text{ kg/m}^3$ peso specifico acqua

$A_{tub,imm}$ = è la porzione di area di tubo che si trova sotto la superficie libera dell'acqua all'interno del canale quando inizia il galleggiamento;

Dall'equazione sopra detta si ricava la $A_{tub, imm}$ e la corrispondente altezza dell'acqua all'interno del canale necessaria per innescare il galleggiamento

$$A_{tub,imm} = 3,151 \text{ m}$$

$$h_{tub,imm} = 1,68 \text{ mq}$$

Tale altezza risulta superiore all'altezza delle sponde del canale e non si potrà mai verificare.

Inoltre il rivestimento superficiale riduce la quantità di acqua che pu essere intercettata all'interno del canale, ed i due dreni garantiscono una velocità di drenaggio tale da impedire l'innalzamento del pelo libero dell'acqua eventualmente presente nel canale.

La presenza dei materassini reno oltre a zavorrare la condotta ha l'ulteriore funzione di evitare che si possano innescare fenomeni di dilavamento del materiale di ricoprimento.

6 ANALISI INTERFERENZA ORDIGNI BELLCI

La presente verifica richiesta a termini delle modifiche introdotte nella L. 81/06

come modificata in seguito alla promulgazione della l. 177/2012, l'indagine è stata condotta procedendo ad una ricerca storica sulla ricerca di notizie di bombardamenti dell'area del Cuga la quale ha dato esito negativo, e poi sono state fatte ricerche su eventuali ritrovamenti nell'area ed anche queste hanno dato esito negativo. Inoltre il canale e lo stradello di servizio sono state realizzate successivamente alla guerra. Sulla base di queste informazioni si può escludere la presenza di ordigni e ritine che la probabilità di un ritrovamento è assente.

7 CANTIERABILITÀ E FATTIBILITÀ DELL'OPERA

La zona di intervento è localizzata a valle della diga del Cuga, immediatamente dopo l'uscita della galleria di presa.

Al cantiere si accede percorrendo lo stradello di servizio formato in occasione della realizzazioni del canale. Allo stradello si accede dalla SP 12 che viene raggiunta percorrendo la SS 127 bis.



Non son presenti ostacoli o difficoltà al trasporto della tubazione.

Il cantiere si svilupperà interamente in una area riservata il cui accesso è intercluso al personale non autorizzato. La zona di intervento si sviluppa lateralmente al canale, dove è presente lo spazio per ricavare il deposito provvisorio delle verge di tubazione rimossa, e le aree di lavoro per lo stazionamento dei mezzi per il varo della nuova tubazione.

A ridosso della vasca di calma verranno sistemati i servizi igienici e la baracca di cantiere.

8 IMPATTO DI CANTIERE E FASI ESECUTIVE

IL cantiere si sviluppa interamente in un area riservata non accessibile, pertanto dal punto di vista logistico il cantiere non produce interferenze verso l'esterno.

Le fasi esecutive sono essenzialmente quattro:

- Demolizione setto di testata, rimozione ed allontanamento tubazioni esistenti;
- formazione dei drenaggi;
- livellamento del piano e posa delle nuove tubazioni;
- rinterro e ricoprimento tubazione con posa della zavorra;

Le difficoltà del lavoro consistono nell'approvvigionamento della tubazione, e nella tempistica di esecuzione che non deve coincidere con la stagione irrigua.

Il momento per tale intervento risulta particolarmente favorevole in quanto il consorzio di bonifica della Nurra sta attuando un programma di interventi che prevedono la continuazione dell'intubamento del canale tra la diga del Cuga e la vasca di compenso di Monte Baranta.

Sfruttando questa circostanza favorevole si potrebbe riuscire ad agevolare la produzione e fornitura della tubazione e sfruttare la finestra temporale di interruzione della stazione irrigua che il consorzio dovrà assicurare per l'esecuzione dei suddetti interventi.

9 TEMPO UTILE ESECUZIONE DEI LAVORI

Il tempo necessario stimato per l'ultimazione dei lavori è stato valutato in 75 gg come risulta dal cronoprogramma dei lavori.

Ipotizzando una consegna dei lavori i primi giorni di gennaio sarà possibile terminare le opere prima dell'inizio della nuova stagione irrigua generalmente fissato alla fine di marzo. Tale data di avvio della stagione irrigua anche plausibile in considerazione dei lavori che il consorzio sta eseguendo sul medesimo canale anche in considerazione dei lavori che il Consorzio di bonifica sta eseguendo sul medesimo canale.

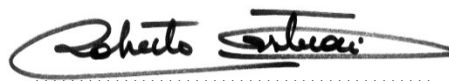
10 QUADRO DI SPESA

	Appalto	importo	
A1	Importo dei lavori a corpo	183.872,04	0,8528
A2	Importo dei lavori a misura	25.601,22	0,1188
A2	Oneri della sicurezza	6.126,74	0,0284
A	Totale lavori	215.600,00	215.600,00
	SOMME A DISPOSIZIONE		
B1	lavori in econ., previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, forniture e rimborsi		
B1	rilevi, accertamenti e indagini		
B2	allacciamento a pubblici servizi	-	
B3	acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi	-	
B4.1	progettazione definitiva ed esecutiva 8.145,71 da ribassare del 10%	7.624,39	
B4.2	coordinamento della sicurezza in fase di progettazione		
B4.3	Direzione dei lavori, contabilità e misura. liquidazione coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, certificato regolare esecuzione	10.589,65	
B4.4	attività tecnico amministrative, di supporto al RUP e di verifica e validazione	4.636,89	
B5	incentivi per le funzioni tecniche (per le fasi di programmazione, verifica, affidamento, esecuzione) di cui all'art. 113 del D.lgs. 50/2016 e all'art. 33 della L.R. 8/2018	4.312,00	
B6	Ass. copertura dei rischi di natura profess. a favore dei dipend. (art. 24 c. 4 D.lgs. 50/2016)		
B7	spese per accertamenti, assistenza archeologica, ecc		
B8	eventuali spese per commissioni giudicatrici		
B9	spese per pubblicità		
B10	imprevisti (IVA inclusa)	4.777,87	
B11	IVA 22% SU A+B4.1 + B4.2+B4.3+B4.4 ¹	52.459,20	
B	Totale somme a Disposizione	84.400,00	84.400,00
	Finanziamento	300.000,00	300.000,00

Il quadro di spesa rispecchia quello predisposto dall'ente con la modifica rispetto alla determinazione delle spese tecniche per le quale vengono evidenziate e separate quelle oggetto di apposito incarico.

Sassari Novembre 2020

Il progettista



Dott. ing. Roberto Cristiani

¹ In caso di fatturazione del professionista nel 2020 non è dovuta l'IVA per le prestazioni di progettazione in quanto in regime IVA agevolato.