



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
delle Infrastrutture
e dei Trasporti

ENAS



Ente acque della Sardegna

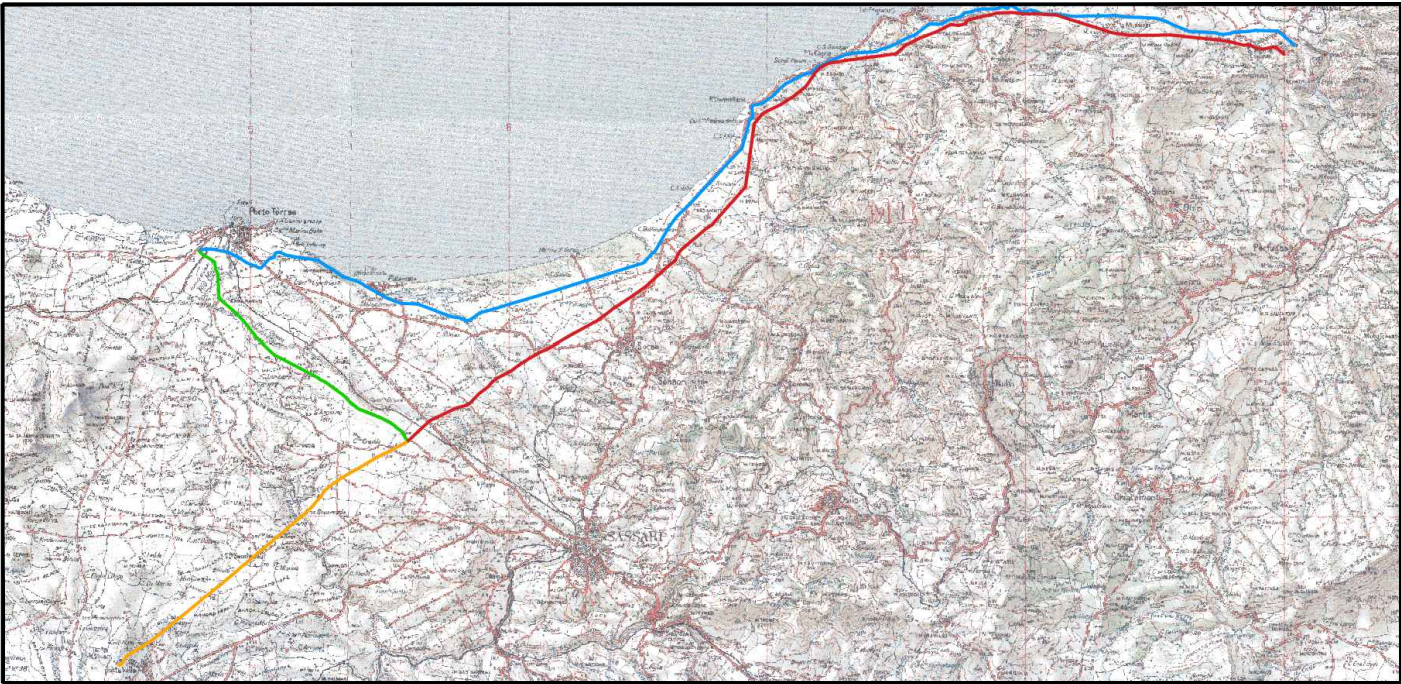


REGIONE AUTONOMA
DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

Piano Nazionale per la Ripresa e Resilienza - M2C4 - I4.1

"Investimenti in infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell'approvvigionamento idrico"

A1-35-PNRR: "Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti "Coghinas I" e "Coghinas II", nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso, Sassari e Porto Torres



I PROGETTISTI:



Lombardi

Lombardi Ingegneria S.r.l.

Lombardi

Lombardi SA Ingengneri Consulenti



VALDEMARIN

Ing. Mario Valdemarin
Dir. Ing. Dieter Schölkopf

Ing. Marcello Ligas

Piazza chiesa, 10

09048 Sinnai

Geol. Domenico Praticò

Corso Giovanni Pascoli, 25

07100 Sassari

Archeol. Andrea Lecca

Via F.lli Cervi, 17

09048 Sinnai

RUP

Ing. Fernando Mura

DEC

Geom. Sebastiano Sau

CUP

I87D20000010002

CIG

87453413B2

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Firmato digitalmente da:

PRATICO' DOMENICO

Firma in data 15/02/2023 12:39

Serial Certificate: 118646

Valido dal 02/02/2021 al 02/02/2024

InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

TITOLO ELABORATO

INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

ELABORATI GENERALI

Relazione per le indagini

SCALA

-

FOGLIO

A4

FASE	LIVELLO	LINEA	INTERVENTO	TIPO DOCUMENTO	PROGRESSIVO	REV.	CODIFICA
FTE	IND	000	000	R	01	01	FTE_IND_000_000_R_01_01

AGGIORNAMENTI:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLL.	APPROV.
0	05/08/2022	EMISSIONE	DPraticò	DPraticò	JTarchiani
1	09/01/2023	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	DPraticò	DPraticò	JTarchiani



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso, Sassari e Porto Torres

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari

Indice

1	PREMESSA	1
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
2.1	REGOLE E NORME TECNICHE	3
3	DESCRIZIONE DEL SITO	4
4	PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	7
4.1	INDAGINI DIRETTE	7
4.2	INDAGINI INDIRETTE	11
5	PIANO DELLE INDAGINI AMBIENTALI	15



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso,

Sassari e Porto Torres

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari

1 PREMESSA

Con verbale di attivazione in via d'urgenza del 23/03/2022, ENAS ha affidato al Raggruppamento Temporaneo di Imprese costituito da AI Engineering srl (mandataria), Lombardi SA Ingegneri Consulenti (mandante), Lombardi Ingegneria (mandante), Alpina SPA (mandante), Valdemarin S.r.l. (mandante), Ing. Marcello Ligas (mandante), Dott. Domenico Praticò (mandante), Archeol. Andrea Lecca (mandante) il primo contratto attuativo concernente la prestazione di servizi di ingegneria inerenti la progettazione di fattibilità tecnica ed economica, con assolvimento delle prestazioni geologiche annesse relativa alla realizzazione delle opere denominate “Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso, Sassari e Porto Torres”. CUP: I87D20000010002 – CIG: 87453413B2.

I Comuni interessati dall'intervento sono:

- Comune di Porto Torres;
- Comune di Sassari;
- Comune di Sorso;
- Comune di Castelsardo;
- Comune di Valledoria;
- Comune di Sedini;
- Comune di Santa Maria Coghinas



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso, Sassari e Porto Torres*

**PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari**

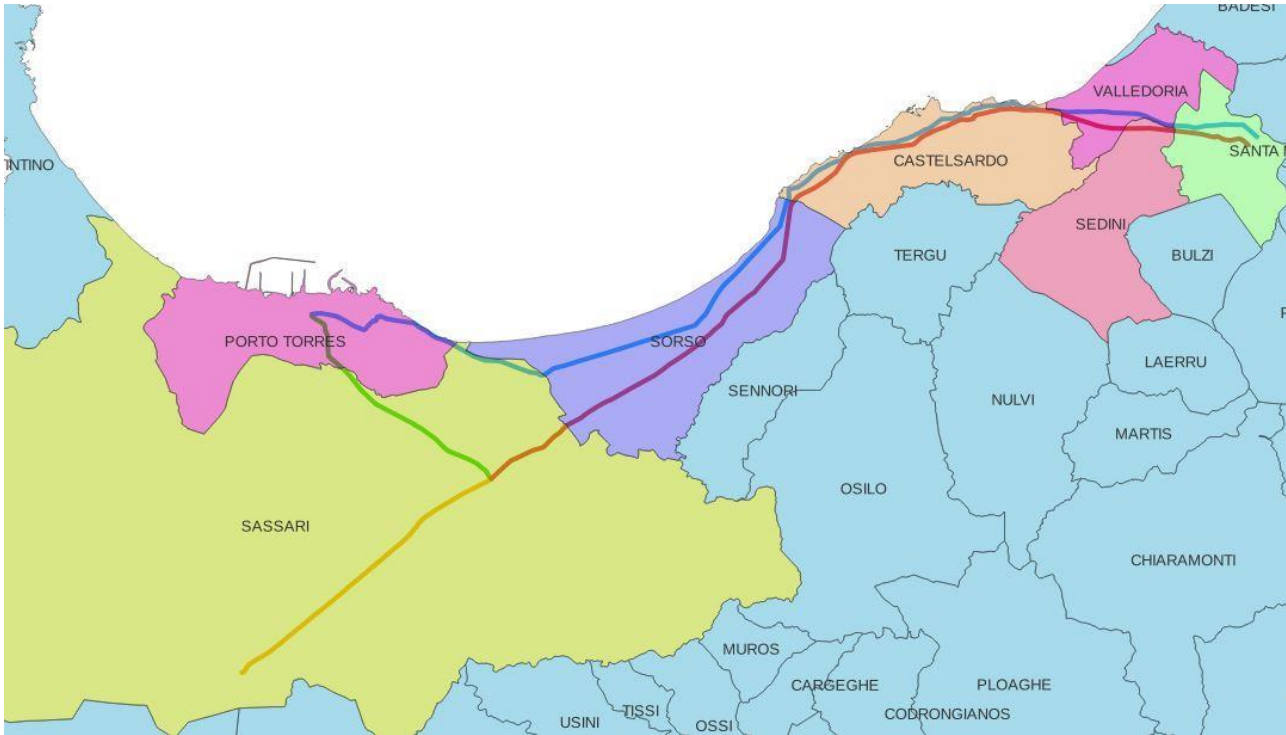


Figura 1 – Comuni interessati dal tracciato

In quanto segue è riportato il programma di indagini geognostiche e ambientali che comprende le seguenti opere:

Codifica	Sito	Lunghezza	Intervento
		m	
3B.C6.INT1	Santa Maria Coghinas	202.308	Sostituzione
3B.C6.INT2	Lu Bagnu	2630.788	Relining
3B.C6.INT4A	Abbacurrente	1165.514	Relining
3B.C6.INT4B	Abbacurrente	1055.035	Variante
3B.C6.INT5	Porto Torres	1516.946	Relining
3B.C6	opere esterne		attraversamenti
3C.C6	opere esterne		manufatti
3B.C8.INT1A	Santa Maria Coghinas	620.692	Relining
3B.C8.INT1B	Santa Maria Coghinas	506.644	Relining
3B.C8.INT1C	Santa Maria Coghinas	557.884	Sostituzione
3B.C8.INT3	Castelsardo	304.018	Variante
3B.C8.INT3A	La Ciaccia - Baia Ostina	2258.21	Sostituzione
3B.C8.INT4	Lu Bagnu	2305.686	Relining
3B.C8.INT6	Tres Montes	265.519	Variante
3B.C8	opere esterne		manufatti
3B.C8	opere esterne		attraversamenti
3B.C3			sgrigliatore

Tabella 1. Opere ricomprese nel presente stralcio

Si osserva che lo stralcio presente non comprende alcuna opera dell’interconnessione Coghinas I ÷ Coghinas II.



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso,*

Sassari e Porto Torres

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 REGOLE E NORME TECNICHE

- DECRETO 17 gennaio 2018 -Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». (18A00716) ([GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8](#));
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici “Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale”;
- Delib. G.R. 30 marzo 2004 n. 15/31 pubblicata nel B.U. Sardegna, 21 agosto 2004 n. 23 – disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche (art. 1);
- D.M. LL.PP. 12 dicembre 1985 – Norme Tecniche per le Tubazioni;
- Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;
- D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554 – Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109 e successive modificazioni.



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso,*

Sassari e Porto Torres

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari

3 DESCRIZIONE DEL SITO

Il Sistema Idrico Multisetoriale Regionale (SIMR) della Sardegna è “l’insieme delle opere di approvvigionamento idrico e adduzione che, singolarmente o perché parti di un sistema complesso, siano suscettibili di alimentare, direttamente o indirettamente, più aree territoriali o più categorie differenti di utenti, contribuendo ad una perequazione delle quantità e dei costi di approvvigionamento”; la gestione unitaria è affidata all’Ente Acque della Sardegna (ENAS). Le infrastrutture oggetto dei servizi di Ingegneria e architettura del procedimento di affidamento riguardano le opere del SIMR Sardegna ricomprese nel Sistema 3 – Nord Occidentale, Schema Idraulico Coghinas – Mannu di Porto Torres. Il bacino idrografico del Coghinas alla diga di Casteldoria ha una superficie di 2.377 Km²; le risorse del Coghinas sono regolate dall’invaso di Monte Lerno sul Rio Mannu di Pattada, affluente in destra idraulica del Coghinas, dagli invasi sull’asta principale a Muzzone e Casteldoria e alimentano le utenze potabili, irrigue ed industriali dell’area Nord-occidentale della Sardegna.

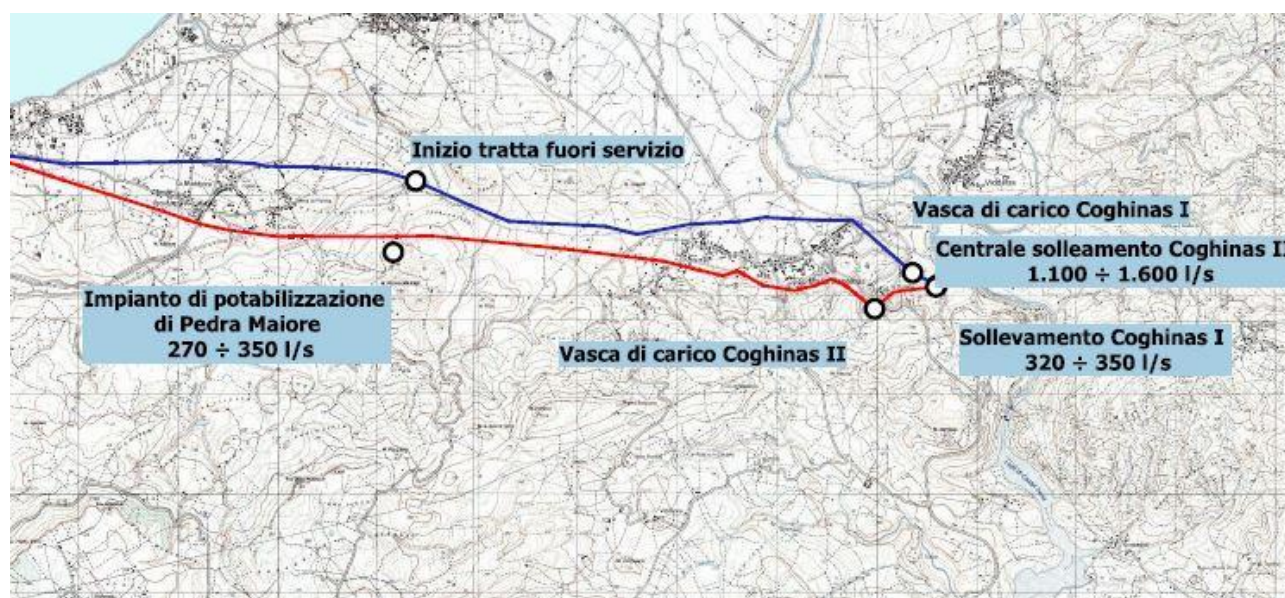


Figura 2. Inquadramento su stralcio IGM tratto dall’invaso di Muzzone

Le adduzioni a servizio dell’area di Sassari – Porto Torres – Alghero (condotte Coghinas 1 e 2) e dell’Area della Bassa valle del Coghinas hanno origine dalla diga di Casteldoria. La condotta Coghinas 1 termina nella vasca di accumulo di Porto Torres da cui viene approvvigionata l’area industriale omonima; la Condotta Coghinas 2 termina nella vasca di Truncu Reale, una condotta con funzionamento bidirezionale collega i terminali delle due condotte. Da Truncu Reale sono servite le zone industriali di Sassari, l’impianto di potabilizzazione di Porto Torres – Sassari – Sorso. Da Truncu Reale parte inoltre la condotta che termina nella vasca di compenso di Tottubella a servizio del Consorzio di Bonifica della Nurra e dell’area industriale di Alghero nonché la condotta Truncu Reale – Alghero che alimenta l’impianto di potabilizzazione di Alghero Monte Agnese.



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso,*

Sassari e Porto Torres

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari

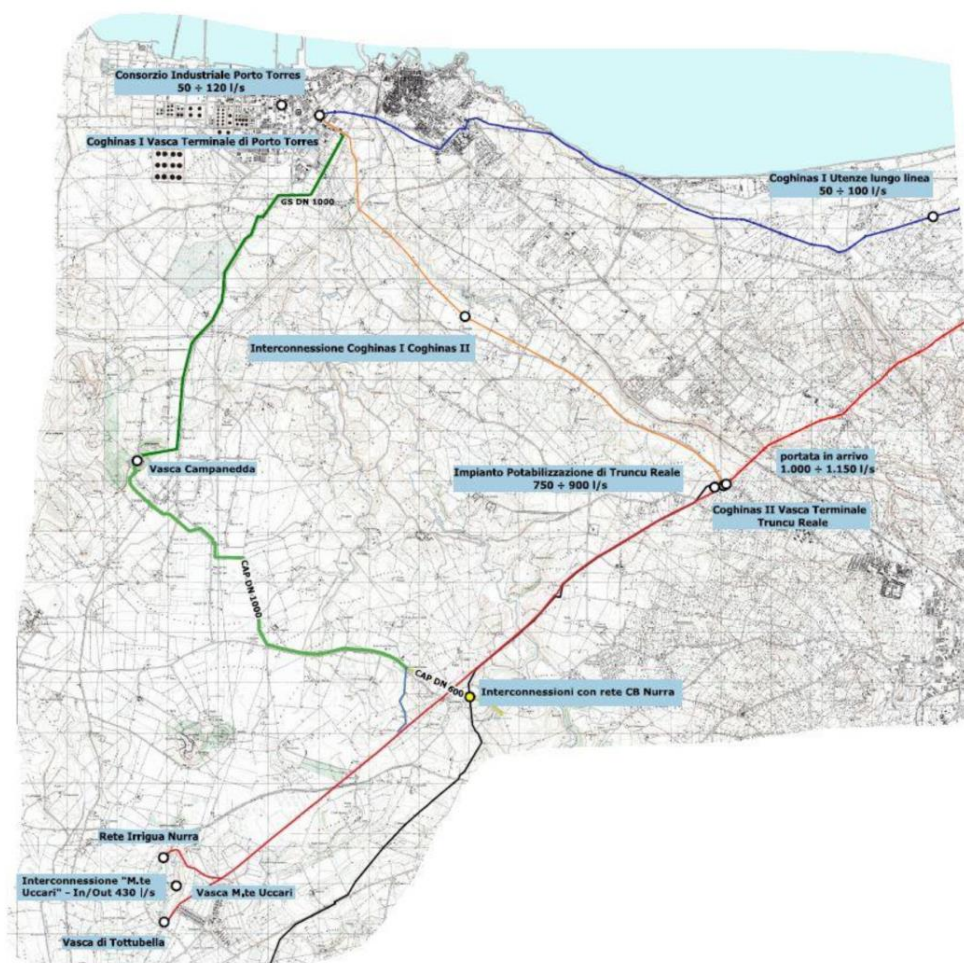


Figura 3. Inquadramento su stralcio IGM tratto terminale condotta Coghinas I nella vasca di accumulo di Port Torres e Coghinas II nella vasca di Truncu Reale

Il Coghinas I è caratterizzato da un profilo altimetrico basso, con sette gallerie di valico in pressione di diametro interno di 2.0 m e lunghezza complessiva di 3630 m per una lunghezza della condotta di circa 50 km con tubi in c.a. diam. 1400 mm. Attualmente è in esercizio solo una parte del primo tratto fino a Pedra Maggiore per l’approvvigionamento dell’impianto di potabilizzazione Abbanoa omonimo; il tratto fino alla vasca di disconnessione di Punta Tramontana (Sorso) è fuori esercizio. Il secondo tratto, in esercizio, è attualmente alimentato dal Coghinas II tramite una breve condotta (circa 220 m) di collegamento in ghisa sferoidale Ø 600 mm (realizzata alla fine degli anni '90). **Il Coghinas II** ha un profilo altimetrico più elevato che ha consentito di evitare gli attraversamenti di valico in galleria; la lunghezza complessiva della condotta è di circa 60 km, con tubi in cemento armato Ø 1.400 e Ø 800 mm. L’acquedotto ormai serve quasi esclusivamente gli impianti di potabilizzazione di Abbanoa di Castelsardo, Truncu Reale e Monte Agnese per integrare l’approvvigionamento dell’abitato di Alghero garantito dall’acquedotto Cuga e approvvigiona inoltre il sistema irriguo del Consorzio di Bonifica della Nurra, collegandosi alla rete irrigua del Consorzio in località Tottubella.



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso, Sassari e Porto Torres*

PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari

L’acquedotto Coghinas I è collegato con il Coghinas II dall’Interconnessione Coghinas I e II, tra Porto Torres e Truncu Reale, con possibilità di scambio nei due sensi di percorrenza, a gravità, ma attualmente la condotta è fuori servizio



Figura 4. Inquadramento condotte su ortofoto (sorgente google earth)



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti "Coghinas I" e "Coghinas II", nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso,*

Sassari e Porto Torres

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari

4 PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Il piano delle indagini specifiche è stato attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona, al fine di formulare una corretta caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica del sottosuolo.

La programmazione del piano di indagini predisposto tiene conto, in primo luogo, delle dimensioni e della distribuzione areale dell'opera, nonché del rapporto tra opera stessa e territorio. L'ampiezza delle indagini è stata estesa a quella parte di sottosuolo direttamente o indirettamente influenzata dall'opera, in modo da consentire la valutazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni, oltre che accertarne la costituzione. Sulla base di quanto esposto, in funzione delle problematiche evidenziate, si è concordata la metodologia di indagine sia di tipo diretta che indiretta.

4.1 INDAGINI DIRETTE

- Pozzetti geognostici con mezzi meccanici;
- Fori di sondaggio a carotaggio continuo;
- Prove geotecniche in foro e laboratorio;
- Prove penetrometriche dinamiche continue.

I **pozzetti geognostici** verranno realizzati mediante l'utilizzo di mezzo meccanico escavatore, spinti per una profondità massima di circa 4.0 m dall'attuale piano di calpestio, di larghezza non superiore a 2 m e per una lunghezza almeno 2 m. Ogni pozzetto geognostico verrà fotografato e successivamente si provvederà alla stesura dell'elaborato stratigrafico evidenziando il grado di umidità, il colore, la degradazione, descrizione della matrice o dello scheletro, la consistenza. Gli scavi hanno lo scopo di consentire l'osservazione diretta della struttura del sottosuolo (tipo e natura dei terreni, giacitura, successione e potenza di eventuali stratificazioni, stato di fratturazione etc), anche nei terreni a grana grossa, permette inoltre di determinare le proprietà geotecniche del sottosuolo anche mediante l'esecuzione di prove in sito o in laboratorio a seguito di prelievo di campioni anche di grandi dimensioni, fornire indicazioni sulla eventuale presenza di acqua.

Le **perforazioni a carotaggio continuo** saranno eseguite con sonda su carro cingolato a rotazione a testa idraulica, si prevede l'utilizzo di carotiere semplice e doppio con diametro compreso tra 86 e 101 mm, corona al widia, mentre per l'attraversamento di rocce dure si utilizzerà corona al diamante. Il carotaggio dovrà essere integrale e rappresentativo del terreno attraversato, con percentuale di recupero > 90% in terreno e roccia. Nel caso in cui le pareti del foro non siano in grado di autosostenersi, la perforazione verrà seguita dal rivestimento provvisorio.



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso,

Sassari e Porto Torres

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari**

I campioni prelevati (carote) saranno adagiati in apposite cassette catalogatrici in plastica a 5 scomparti, dovranno essere costruite a regola d'arte e munite di coperchio. Le cassette catalogatrici potranno essere di materiali diversi come legno o plastica, a patto che siano sufficientemente robuste da poter essere impilate una sull'altra per il loro immagazzinamento senza danneggiamenti ai campioni contenuti. Ogni cassetta sarà segnata sull'esterno del coperchio con il numero d'ordine del sondaggio e con le quote di prelievo cui il contenuto si riferisce. Le singole cassette verranno fotografate a colori con apparecchiatura digitale con risoluzione non inferiore 5 Megapixel; le fotografie saranno effettuate non appena completato il riempimento di ciascuna cassetta catalogatrice. Dovrà essere assicurata la completa leggibilità di tutte le annotazioni riportate sulla cassetta ed una visione chiara delle carote contenute. Le fotografie a colori saranno allegate alla documentazione definitiva dei sondaggi.

Nel corso della perforazione dovrà essere rilevato in maniera sistematica l'eventuale livello dell'acqua nel foro. La perforazione di sondaggio ha lo scopo di permettere la ricostruzione del profilo stratigrafico mediante l'esame dei campioni prelevati, consentire il prelievo di campioni per la determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche, consentire l'esecuzione di rilievi e misure sulle acque sotterranee, consentire mediante la realizzazione di prove in sito la determinazione delle proprietà geotecniche del terreno.

Durante il corso della perforazione a carotaggio continuo e sotto indicazione del tecnico geologo o geotecnico in cantiere, potranno realizzarsi **prove penetrometriche dinamiche standard SPT** (standard penetration test). Le prove penetrometriche SPT consentiranno, anche attraverso l'esame dell'eventuale campione prelevato, la verifica dei dati penetrometrici, in modo da poter valutare l'entità della resistenza offerta alla penetrazione dinamica di un campionatore, lo stato di addensamento dei terreni incoerenti e la consistenza di quelli coerenti (il campo d'impiego ottimale della prova è relativo ai terreni sabbiosi ma essa è utilizzata anche per valutare la consistenza delle argille non tenere). Le prove verranno eseguite nel corso delle perforazioni ed alla profondità permessa ed indicata dal tecnico geologo o geotecnico di cantiere, se la prova viene eseguita in terreni molto compatti o ghiaiosi, la scarpa del campione SPT potrà essere sostituita con una punta conica (SCPT) diam. 51 mm e con angolo di 60°.

Lo standard penetration test (SPT), idoneo ad eseguire prove penetrometriche dinamiche puntuali, è caratterizzato dai seguenti elementi standardizzati:

- peso massa battente: 63,5 kg
- altezza di caduta libera: 0,76 m
- diametro punta conica: 51 mm
- area base punta conica: 20,43 cmq



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso, Sassari e Porto Torres*

PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari

- angolo apertura punta conica: 60°
- peso singola asta: 7 kg

In particolare, la prova si esegue misurando il numero di colpi necessario per infiggere la punta per tre tratti di 15 cm ciascuno, per una lunghezza totale di 45 cm; si ottengono così tre valori N1, N2 ed N3 del numero di colpi/15 cm. Il valore N_{spt} della prova è la somma dei secondi due valori N2 e N3. La prova viene interrotta secondo le norme ASTM se con un valore di 50 colpi, l'avanzamento è inferiore a 15 cm e viene definita a “rifiuto”. I risultati delle prove SPT saranno riportati negli elaborati stratigrafici.

Si procederà alla caratterizzazione **in sito** dei terreni di fondazione con l'esecuzione di **prove penetrometriche dinamiche DPSH**. Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.maxindag.battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M < 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M > 60$	25

DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente $M=63.5$ kg;
altezza caduta $H=0.75$ m;
avanzamento $d=20-30$ cm;
punta conica conica ($d = 60^{\circ}-90^{\circ}$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm².

DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 73$ kg;
altezza di caduta $H=0.75$ m;
avanzamento $\delta=30$ cm;
punta conica ($d = 60^{\circ}$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm²



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso, Sassari e Porto Torres*

**PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari**

Le tabelle seguenti riportano una sintesi dei dati relativi alle verticali di indagine suddette.

Coghinas I

N°	Tipo di indagine	Sigla	Lunghezza (m)	Totale (m)
6	Sondaggio a carotaggio continuo	S	10	60
14	Pozzetto geognostico	Pz	4	56
8	Prova penetrometrica dinamica cont.	DPSH	6	48

Coghinas II

N°	Tipo di indagine	Sigla	Lunghezza (m)	Totale (m)
2	Sondaggio a carotaggio continuo	S	10	20
36	Pozzetto geognostico	Pz	4	144
10	Prova penetrometrica dinamica cont.	DPSH	6	60

Le aree individuate sono raggiungibili con normali mezzi gommati e solo limitatamente in fuoristrada.

Durante l’indagine geognostica diretta (sia per i fori di sondaggio a carotaggio che per i pozzetti geognostici), verranno prelevati una serie di campioni semidisturbati da avviare al laboratorio geotecnico per specifiche prove.

Per la caratterizzazione dei terreni per ogni foro di sondaggio si prevede il prelievo di **n. 2** campioni in terreno (incoerente/coesivo), **n. 2** campioni di roccia da avviare a laboratorio geotecnico certificato, **n. 3** prove SPT (o SCPT) in foro su terreno incoerente/coesivo;

Per la caratterizzazione dei terreni per ogni pozzetto geognostico si prevede il prelievo di **n. 1** campioni in terreno (incoerente/coesivo).

Le quantità sopra riportate sono indicative e potranno essere riviste alla luce delle stratigrafie effettivamente incontrate.

Tutti i campioni prelevati dovranno essere accompagnati da un’etichetta, da applicare al contenitore o busta e non degradabile per umidità, in cui dovranno essere indicati: committente, cantiere, foro, numero d’ordine del campione, profondità e data di prelievo.

Le prove di laboratorio geotecnico comprenderanno **“classificazione delle terre”** (analisi granulometrica per sedimentazione e vagliatura, limiti di consistenza LL e LP, peso di volume totale e secco, determinazione del contenuto di acqua naturale e determinazione degli indici e classificazione di



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso,*

Sassari e Porto Torres

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari**

una terra), **prova di taglio** su terreni, **prove di schiacciamento a compressione** uniassiale su provini di roccia.

Nel dettaglio:

- **la classificazione granulometrica:** identifica le terre mediante la misura delle dimensioni dei granuli costituenti;
- **limiti di Atterberg**, il valore limite del contenuto di acqua per il quale si registra una transizione dello stato fisico del terreno in funzione della consistenza quali, solido, semi-solido, plastico e liquido;
- **classificazione unificata (USCS)**, identifica i terreni mediante la determinazione delle dimensioni dei granuli e degli indici di Atterberg;
- **prova di taglio diretto** di tipo lenta C.D. e con misura di resistenza di picco e residua;
- **determinazione del peso di volume naturale e secco;**
- **prove di schiacciamento a compressione monoassiale** per la determinazione della resistenza allo schiacciamento, determinazione del modulo e determinazione del peso di volume apparente.

Tutte le informazioni inerenti ai risultati, ai report stratigrafici di pozzetti e fori di sondaggio, alle strumentazioni utilizzate, alle metodologie operative, documentazione fotografica, report prove penetrometriche dinamiche continue, SPT e report prove di laboratorio geotecnico dovranno essere riportate in apposita relazione conclusiva da tecnico geologo dell'impresa aggiudicatrice, lo stesso avrà inoltre il compito della direzione tecnica della campagna d'indagini.

4.2 INDAGINI INDIRETTE

- stendimento sismico con tecnica MASW;
- misure di resistività.

Lo stendimento sismico con tecnica MASW sarà eseguito passo intergeofonico da definirsi, con 24 geofoni, con relazione descrittiva al fine di determinare le V_{sequ} . (NTC 2018) del sito. L'esecuzione di indagini sismiche ha lo scopo di ottenere informazioni di tipo geotecnico sul comportamento fisico-meccanico dei corpi geologici investigati, attraverso la determinazione dei relativi parametri ed informazioni di tipo geologico sui caratteri strutturali e stratigrafici del volume del sottosuolo indagato. Si tratta di uno dei metodi attualmente più utilizzati per l'esplorazione in profondità del sottosuolo e comporta il creare delle onde artificiali nel terreno. Le indagini geognostiche che



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso, Sassari e Porto Torres*

**PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari**

utilizzano le metodologie sismiche sfruttano le proprietà dei terreni di farsi attraversare dalle onde sismiche a diversa velocità, che dipende da molti fattori, quali la natura mineralogica della roccia, il grado di cementazione e di fratturazione, la porosità, il contenuto in acqua o in gas, la possibile presenza di vuoti ecc. Le indagini sismiche sono utilizzate per scopi geotecnici, per ricerche minerarie e anche per dare un valore del grado di scavabilità del terreno.

Tutte le informazioni inerenti ai risultati dei Profili Sismici elaborati con tecnica MASW, alle strumentazioni utilizzate, alle metodologie operative, documentazione fotografica, alle misure di resistività, dovranno essere riportate in apposita relazione conclusiva. Le tabelle seguenti riportano una sintesi dei dati relativi alle indagine suddette.

Le prove di resistività sono mirate a un corretto dimensionamento degli interventi di protezione catodica della condotta e messa a terra. Le modalità di prova sono indicate nel capitolato facente parte del presente progetto delle indagini.

Le prove saranno ubicate lungo tratti in sostituzione/nuova realizzazione e di preferenza in prossimità di indagini dirette per raffronto con la stratigrafia e le caratteristiche locali del terreno interessato, secondo quanto mostrato nelle planimetrie di ubicazione.

Le aree individuate sono raggiungibili con normali mezzi gommati e solo limitatamente in fuoristrada, limitate sono le trasferte per il trasporto della strumentazione praticabili a piedi o con piccoli mezzi semoventi (tipo carriola a motore).

Si prevede di eseguire le seguenti prove indirette.

Coghinas I

N°	Tipo di indagine
4	MASW
2	Resistività

Coghinas II

N°	Tipo di indagine
3	MASW
4	Resistività



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti "Coghinas I" e "Coghinas II", nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso,*

Sassari e Porto Torres

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari**

L'ubicazione delle indagini è riportata nelle planimetrie facenti parte del presente piano d'indagine; ogni singola indagine (pozzetto, sondaggio a carotaggio, prova penetrometrica DPSH e MASW) è nominata con il seguente metodo:

S_3B.C6_INT.1_STZ_01

Con:

S: sondaggio a carotaggio;

3B.C6: Coghinas I;

INT.1: intervento 1;

STZ: tipo di intervento (sostituzione);

01: numero progressivo del sondaggio.

PZ_3B.C6_INT.1_STZ_01

Con:

PZ: pozzetto geognostico;

3B.C6: Coghinas I;

INT.1: intervento 1;

STZ: tipo di intervento (sostituzione);

01: numero progressivo del pozzetto.

DPSH_3B.C6_INT.1_STZ_01:

con:

DPSH: prova penetrometrica dinamica continua;

3B.C6: Coghinas I;

INT.1: intervento 1;

STZ: tipo di intervento (sostituzione);

01: numero progressivo della prova.

MASW_3B.C6_INT.1_STZ_01

Con:

MASW: prova MASW;

3B.C6: Coghinas I;

INT.1: intervento 1;

STZ: tipo di intervento (sostituzione);

01: numero progressivo della prova.



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso, Sassari e Porto Torres*

PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari

Nel corso delle attività di prospezione le sigle delle indagini dovranno necessariamente essere rispettate.

il posizionamento riportato su dette tavole potrebbe subire qualche modifica in fase di accantieramento sulla base della reale disponibilità delle aree e dovrà essere rivisto e definito in dettaglio dal tecnico geologo o ingegnere geotecnico di cantiere.

Nella tabella che segue si riporta un riepilogo delle quantità e profondità delle indagini geognostiche preliminari predisposte per il tracciato della condotta “Coghinas I” e “Coghinas II” limitatamente all’attuale stralcio di progetto; **il presente stralcio non comprende l’interconnessione Coghinas I ÷ Coghinas II né, dunque, le relative indagini geognostiche.**

Coghinas I

N°	Tipo di indagine	Sigla	Lunghezza (m)	Totale (m)
6	Sondaggio a carotaggio continuo	S	10	60
14	Pozzetto geognostico	Pz	4	56
8	Prova penetrometrica dinamica cont.	DPSH	6	48
4	MASW	MASW	-	-
2	Resistività	-	-	-

Coghinas II

N°	Tipo di indagine	Sigla	Lunghezza (m)	Totale (m)
2	Sondaggio a carotaggio continuo	S	10	20
36	Pozzetto geognostico	Pz	4	144
10	Prova penetrometrica dinamica cont.	DPSH	6	60
3	MASW	MASW	-	-
4	Resistività	-	-	-



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso,*

Sassari e Porto Torres

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari

5 PIANO DELLE INDAGINI AMBIENTALI

Sui pozzetti di seguito elencati saranno effettuate indagini ambientali ai fini di una preliminare caratterizzazione della qualità ambientale delle terre ai sensi dell'Allegato 2 del DPR 120/2017.

L'elenco è suddiviso per le indagini sul Coghinas 1, Coghinas 2, in accordo con gli interventi in progetto previsti.

Per quanto riguarda il Coghinas 1 i pozzetti oggetto di indagini ambientali sono elencati nel seguito.

1. PZ_3B.C6_INT1_STZ_01
2. PZ_3B.C6_INT2_REL_03
3. PZ_3B.C6_INT2_REL_03
4. PZ_3B.C6_INT2_REL_06
5. PZ_3B.C6_INT4A_REL_01
6. PZ_3B.C6_INT4A_REL_02
7. PZ_3B.C6_INT4B_VAR_01
8. PZ_3B.C6_INT5_REL_02

Per quanto riguarda il Coghinas 2 i pozzetti oggetto di indagini ambientali sono elencati nel seguito.

1. PZ_3B.C8_INT1A_REL_02
2. PZ_3B.C8_INT1A_REL_04
3. PZ_3B.C8_INT1C_STZ_01
4. PZ_3B.C8_INT1C_STZ_02
5. PZ_3B.C8_INT3_STZ_01
6. PZ_3B.C8_INT3_STZ_04
7. PZ_3B.C8_INT3_STZ_10
8. PZ_3B.C8_INT3_STZ_12
9. PZ_3B.C8_INT3_VAR_01
10. PZ_3B.C8_INT3_VAR_02
11. PZ_3B.C8_INT4_REL_01
12. PZ_3B.C8_INT4_REL_04
13. PZ_3B.C8_INT5_STZ_02
14. PZ_3B.C8_INT5_STZ_04
15. PZ_3B.C8_INT6_STZ_01



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti "Coghinas I" e "Coghinas II", nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso,*

Sassari e Porto Torres

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari

16. PZ_3B.C8_INT6_STZ_03

Per quanto riguarda le indagini ambientali, per ogni punto di prelievo saranno prelevati 3 campioni:

- Campione 1 alla profondità compresa tra 0 e 1 m;
- Campione 2 a profondità intermedia;
- Campione 3 nella zona di fondo scavo.

I campioni da portare in laboratorio, in accordo con l'Allegato 4 del DPR 120/2017 e smi, saranno privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio sono condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm). Qualora si abbia evidenza di una contaminazione antropica anche del sopravaglio le determinazioni analitiche sono condotte sull'intero campione, compresa la frazione granulometrica superiore ai 2 cm, e la concentrazione è riferita allo stesso.

Il set analitico è riportato di seguito:

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C>12
- Cromo totale
- Cromo VI
- Amianto

In caso di presenza di materiale di riporto sarà da effettuare sul campione il test di cessione ai sensi del DM 05/02/98 e i parametri da ricercare saranno:

- pH unità pH
- Conducibilità mS/m a 25°C



ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso, Sassari e Porto Torres*

**PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICA ED ECONOMICA
Piano delle indagini geognostiche e ambientali preliminari**

- Richiesta chimica di ossigeno (ST-COD) mg O₂/l
- Arsenico µg/l
- Bario mg/l
- Berillio µg/l
- Cadmio µg/l
- Cobalto µg/l
- Cromo totale µg/l
- Mercurio µg/l
- Nichel µg/l
- Piombo µg/l
- Rame mg/l
- Selenio µg/l
- Vanadio µg/l
- Cianuri µg/l
- Cloruri mg/l
- Fluoruri mg/l
- Nitrati mg/l
- Solfati mg/l

La presente copia e' conforme all'originale depositato presso gli archivi dell'Azienda

AB-0F-4D-E5-09-6C-BC-65-F9-25-F2-47-A0-12-6A-D6-28-0D-F8-D0

PAdES 1 di 3 del 14/02/2023 10:55:46

Soggetto: TARCHIANI JACOPO

S.N. Certificato: 1524510

Validità certificato dal 25/02/2021 12:38:42 al 25/02/2024 00:00:00

Rilasciato da INFOCERT SPA

PAdES 2 di 3 del 15/02/2023 12:39:23

Soggetto: PRATICO' DOMENICO

S.N. Certificato: 1CF76

Validità certificato dal 02/02/2021 11:19:20 al 02/02/2024 00:00:00

Rilasciato da InfoCamere S.C.p.A.

PAdES 3 di 3 del 15/02/2023 13:05:19

Soggetto: Sebastiano Sau

S.N. Certificato: 11906ECE

Validità certificato dal 19/02/2022 17:47:46 al 01/02/2024 08:32:46

Rilasciato da ArubaPEC S.p.A.
