



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
delle Infrastrutture  
e dei Trasporti

ENAS



Ente acque della Sardegna

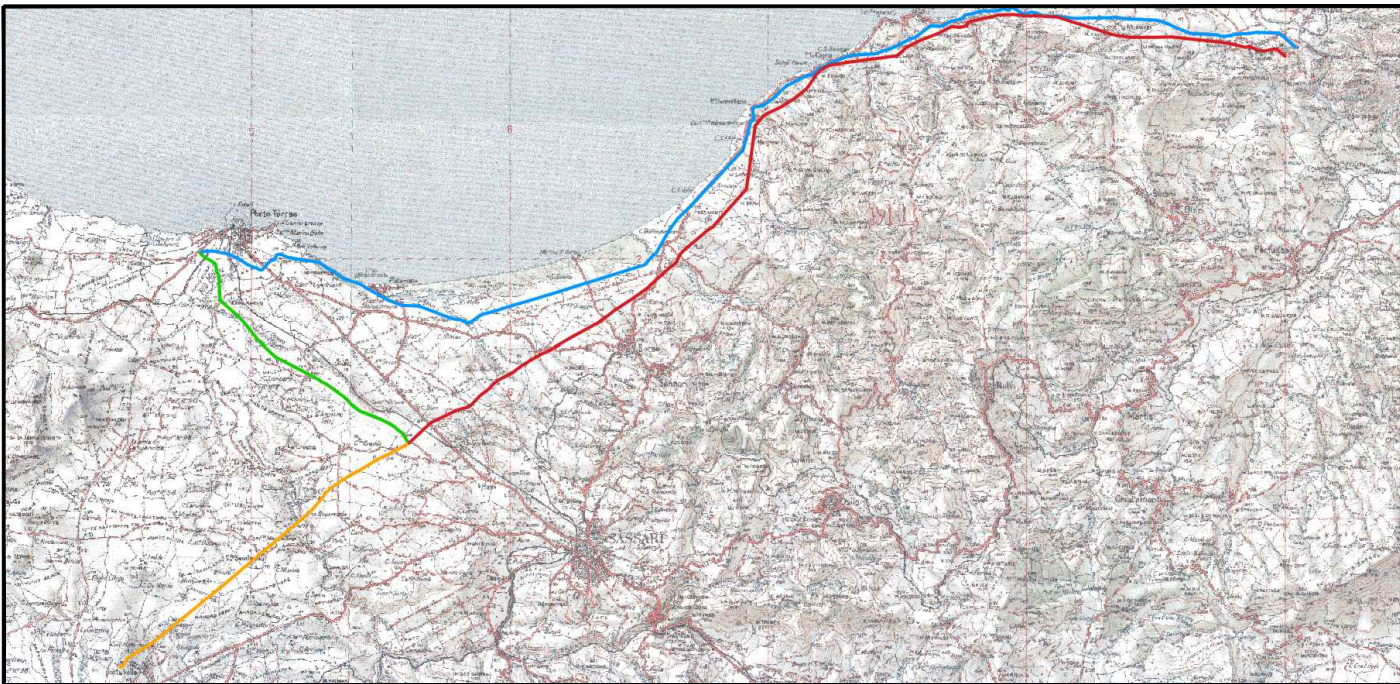


REGIONE AUTONOMA  
DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA  
DELLA SARDEGNA

**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 Ingegneria Consulenti



**VALDEMARIN**

Ing. Mario Valdemarin  
Dir. Ing. Dieter Schönburn

**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**

TITOLO ELABORATO

**ELABORATI GENERALI**

Piano indagini strutturali

**SCALA**

-

**FOGLIO**

A4

FASE	LIVELLO	LINEA	INTERVENTO	TIPO DOCUMENTO	PROGRESSIVO	REV.	CODIFICA
FTE	IND	STR	000	R	01	01	FTE_IND_STR_000_R_01_01

**AGGIORNAMENTI:**

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLL.	APPROV.
0	05/08/2022	EMISSIONE	RSpadavecchia	RSpadavecchia	JTarchiani
1	08/02/2023	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	RSpadavecchia	RSpadavecchia	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**

# Indice

<b>1</b>	<b>OBIETTIVI DELLE ISPEZIONI E DELLE INDAGINI</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO NORMATIVO</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>CONOSCENZA STATO DI FATTO E INDAGINI DI PRIMA FASE</b>	<b>4</b>
3.1	Reperimento documentazione esistente	4
3.2	Risultanze dei sopralluoghi	5
3.3	Ispezione e indagini di prima fase	7
3.4	Indagini di approfondimento	8
<b>4</b>	<b>ATTRAVERSAMENTI AEREI</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>CAMERETTE</b>	<b>11</b>
	<b>ALLEGATO 1: STIMA ECONOMICA</b>	<b>12</b>



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**

## 1 OBIETTIVI DELLE ISPEZIONI E DELLE INDAGINI

Le finalità delle ispezioni e delle indagini sulle strutture sono definite alla luce degli obiettivi che il progetto si prefigge. Nel caso in oggetto si riscontrano sostanzialmente due tipologie di manufatti strutturali:

- camerette in c.a.;
- attraversamenti aerei in c.a.

Queste due classi strutturali hanno una funzione specifica all'interno della linea acquedottistica e, sotto questo aspetto, non è lecito stilare una classifica di priorità in quanto concorrono sinergicamente al corretto funzionamento del sistema. Con riferimento alla sicurezza nei riguardi dell'ambiente circostante risulta invece ragionevole analizzare i possibili effetti di un eventuale difetto strutturale. Per ovvie ragioni questa evenienza risulta più gravosa per gli attraversamenti aerei, soprattutto nel caso in cui realizzino uno scavalco stradale o ferroviario, che non per le camerette le quali, peraltro, risultano scarsamente sollecitate per loro concezione (il progetto prevede inoltre il rifacimento di tutte le solette di copertura che costituiscono l'elemento più critico delle camerette). Per quanto detto si possono quindi prefigurare le seguenti classi di priorità:

- |   |   |                |
|---|---|----------------|
| • attraversamenti stradali e ferroviari | → | priorità alta  |
| • altri attraversamenti aerei           | → | priorità media |
| • camerette                             | → | priorità bassa |

Il PFTE prevede un intervento manutentivo delle opere strutturali. Solo alcune camerette, ed esclusivamente per esigenze costruttive, saranno demolite e ricostruite. Tutte le rimanenti opere strutturali, in particolare tutti gli attraversamenti aerei, saranno oggetto di opere di ripristino atte a prolungarne la vita utile. Non è previsto alcun incremento di carico sulle camerette, né sugli attraversamenti.

Per quanto fin qui detto si può affermare che ispezioni e indagini hanno i seguenti obiettivi:

- definire gli interventi più idonei al fine di conseguire un aumento della vita utile delle strutture garantendo piena operatività al sistema;
- identificare eventuali problemi strutturali che potrebbero mettere a rischio la sicurezza di persone o infrastrutture secondo le priorità precedentemente definite.

## 2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Si fa riferimento ai seguenti documenti normativi:

- D.M. 17.01.2018: “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»” (“NTC” nel seguito);
- Circolare Min. LL.PP. 21.01.2019, n. 7: “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018” (“Circolare” nel seguito);

Il capitolo 8 delle NTC, con i chiarimenti e gli approfondimenti del capitolo C8 della Circolare, definisce tre tipologie di interventi sull'esistente:

- interventi di riparazione o locali: interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti;





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**

- interventi di miglioramento: interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3 delle NTC;
- interventi di adeguamento: interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3 delle NTC.

Il paragrafo 8.4.3 delle NTC definisce l'intervento di adeguamento. Questo consiste sostanzialmente in un insieme di interventi atti a garantire una sicurezza strutturale ultima pari a quella delle strutture di nuova realizzazione (con alcune possibili deroghe riguardo le azioni sismiche). Alla luce di quanto detto risulta automaticamente definito il miglioramento come quell'insieme di interventi atti a garantire una maggiore sicurezza strutturale ultima rispetto alla situazione attuale ma senza raggiungere i livelli di sicurezza definiti per le nuove costruzioni (fissati comunque nei limiti inferiori al di sotto dei quali non è lecito scendere per alcune tipologie di strutture). Gli interventi di riparazione hanno invece i seguenti obiettivi (o un loro sottoinsieme):

- **ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;**
- migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non danneggiati;
- impedire meccanismi di collasso locale;
- modificare un elemento o una porzione limitata della struttura.

Gli interventi di adeguamento, miglioramento e riparazione, devono sempre essere sottoposti a valutazione di sicurezza, mentre solo gli interventi di miglioramento e adeguamento devono essere sottoposti a collaudo. Si riporta lo stralcio delle NTC dove viene riportata la definizione di valutazione della sicurezza (paragrafo 8.3):

*La valutazione della sicurezza di una struttura esistente è un procedimento quantitativo, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla presente normativa. L'incremento del livello di sicurezza si persegue, essenzialmente, operando sulla concezione strutturale globale con interventi, anche locali. La valutazione della sicurezza, argomentata con apposita relazione, deve permettere di stabilire se:*

- *l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;*
- *l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);*
- *sia necessario aumentare la sicurezza strutturale, mediante interventi.*

*La valutazione della sicurezza deve effettuarsi quando ricorra anche una sola delle seguenti situazioni:*

- *riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta a: significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, deformazioni significative conseguenti anche a problemi in fondazione; danneggiamenti prodotti da azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), da azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) o da situazioni di funzionamento ed uso anomali;*
- *provati gravi errori di progetto o di costruzione;*
- *cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o passaggio ad una classe d'uso superiore;*
- *esecuzione di interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità e/o ne modifichino la rigidità;*
- *ogni qualvolta si eseguano gli interventi strutturali di cui al § 8.4;*



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**

- *opere realizzate in assenza o difformità dal titolo abitativo, ove necessario al momento della costruzione, o in difformità alle norme tecniche per le costruzioni vigenti al momento della costruzione.*

Il paragrafo 8.4.1 delle NTC e il paragrafo C8.4.1 della Circolare prevedono che per gli interventi di riparazione la valutazione della sicurezza possa essere riferita solo alle parti interessate senza la necessità di procedere alla verifica della sicurezza globale dell'opera. Le NTC riportano quanto segue:

*Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati, documentando le carenze strutturali riscontrate e dimostrando che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.*

Gli interventi di miglioramento e adeguamento differiscono quindi dagli interventi di riparazione anche in quanto per i primi è necessaria la valutazione della sicurezza globale dell'opera. La valutazione globale della sicurezza è un procedimento che può essere, quantomeno a grandi linee, schematizzato attraverso il seguente flusso operativo:

- conoscenza dello stato attuale dell'opera ottenuta mediante il rilievo geometrico, la raccolta di documentazione esistente, l'identificazione di eventuali danni;
- per le strutture in c.a. è necessario conoscere o stimare i quantitativi di armatura presente sia longitudinalmente che trasversalmente;
- è necessario eseguire indagini sui materiali atte a caratterizzarne la resistenza tramite prove distruttive e non distruttive;
- è necessario realizzare un modello agli elementi finiti della struttura nello stato attuale quantificandone la sicurezza rispetto alle azioni di normativa;
- sulla base dei punti precedenti è necessario progettare gli interventi atti a raggiungere il livello di sicurezza desiderato;
- è necessario realizzare un modello agli elementi finiti della struttura in progetto quantificando la sicurezza rispetto alle azioni di normativa e confrontandola con la sicurezza nello stato attuale.

È necessario ora inquadrare gli ambiti nei quali l'intervento di adeguamento della costruzione risulta obbligatorio. Secondo le NTC l'adeguamento (e quindi anche la valutazione della sicurezza globale) è obbligatorio nei casi in cui si intenda:

- sopraelevare la costruzione;
- ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;
- apportare variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10%, valutati secondo la combinazione caratteristica di cui alla equazione 2.5.2 del § 2.5.3, includendo i soli carichi gravitazionali. Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;
- effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; nel caso degli edifici, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani;



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, Villedoria, Castelsardo, Sorso,*

*Sassari e Porto Torres*

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

**Piano delle indagini**

- apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.

Alcuni dei punti precedenti non trovano applicazione al caso in oggetto in quanto implicitamente riferiti agli edifici (ad esempio quando si parla di sopraelevazione). Il capitolo C8.8 della Circolare è invece dedicato ai ponti stradali ma, rispetto al caso specifico, non aggiunge nessuna informazione utile rispetto a quanto sopra riportato.

Dato che gli interventi in progetto non ricadono in nessuno dei casi precedentemente elencati non è necessario, ai fini degli obiettivi del PFTE, procedere all'adeguamento o al miglioramento strutturale dei manufatti ma è sufficiente, salvo specifici casi che potrebbero emergere a seguito delle risultanze delle ispezioni e delle indagini che dovessero attestare pericoli per l'incolumità delle persone o per la sicurezza di un'infrastruttura interferente a causa di eventuali difetti riscontrati negli attraversamenti aerei, procedere a interventi di riparazione locale e quindi, fatti salvi i casi già specificati, non è necessaria la valutazione di sicurezza globale dell'opera.

### 3 CONOSCENZA STATO DI FATTO E INDAGINI DI PRIMA FASE

La conoscenza dello stato di fatto viene acquisita attraverso una sequenza logica di operazioni che può essere schematizzata come segue:

- **reperimento materiale esistente:** la ricerca della documentazione esistente (elaborati progettuali, di contabilità, schede di rilievo secondo disponibilità) depositata presso gli uffici competenti costituisce il punto di partenza del processo conoscitivo;
- **sopralluoghi:** nei primi sopralluoghi si prende visione del quadro generale dello stato di fatto, soprattutto in un caso come quello in oggetto in cui è presente una moltitudine di opere dislocate su un territorio di estensione notevole. Lo scopo è duplice: prendere nota delle problematiche più diffuse per ogni tipologia di struttura e analizzare l'accessibilità ai luoghi in prospettiva delle ispezioni (si consideri la necessità di trasportare attrezzature più o meno voluminose per effettuare le indagini come carotatrici, cestelli, ecc...);
- **ispezioni e indagini di prima fase:** la fase ispettiva vera e propria abbandona l'approccio generalistico per concentrarsi sulle singole opere. Nel caso specifico le ispezioni devono concentrarsi sulle opere di priorità media e alta, cioè per gli attraversamenti aerei. Per le opere di priorità bassa, cioè per le camerette, può ritenersi sufficiente fermarsi alle risultanze dei sopralluoghi eseguendo indagini a campione in funzione dell'esposizione. La ragione di questa scelta è argomentata nei paragrafi precedenti. L'ispezione viene condotta contestualmente alle prove. È quindi necessario giungere in sito con le attrezzature necessarie, scelte in base all'accessibilità preventivamente verificata e alla tipologia di prova richiesta, scelta sulla scorta delle risultanze del sopralluogo.
- **Indagini di approfondimento:** sulla base delle risultanze delle ispezioni potrebbero rendersi necessarie ulteriori prove di approfondimento, per le quali nella fase attuale non è possibile stabilire tipologia ed estensione.

Allo stato attuale sono stati completati i primi due punti dell'elenco precedente. La documentazione reperita è ampia per le camerette mentre per alcuni attraversamenti non è stato possibile reperire nessun elaborato. Le conclusioni parziali di queste prime due fasi sono descritte nel paragrafo seguente.

#### 3.1 REPERIMENTO DOCUMENTAZIONE ESISTENTE

Per la quasi totalità delle camerette sono presenti schede di rilievo e di consistenza con l'indicazione dello stato di conservazione. Queste schede non riportano la data che però da informazioni raccolte presso la committenza possono riferirsi ai primi anni 2000.



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**

Per gli attraversamenti sono presenti le schede di rilievo o gli elaborati as-built di circa il 60% delle opere. Per il restante 40%, laddove non sia stato possibile durante il sopralluogo raggiungere l'opera, ci si riferisce a immagini satellitari per stimarne la lunghezza e dedurne il numero di campate.

### **3.2 RISULTANZE DEI SOPRALLUOGHI**

I sopralluoghi sono stati effettuati nelle date del 30 marzo 2022 e 23-24 maggio 2022.

Per quanto concerne le camerette si evidenzia un quadro di danneggiamento piuttosto omogeneo. Sono presenti distacchi pressoché totali del copriferro all'intradosso delle solette, con le armature scoperte in avanzato stato di ossidazione. All'estradosso la situazione è analoga con la differenza che il distacco non essendo favorito dalla forza di gravità risulta in meno evidente. Le pareti verticali invece si presentano in condizioni meno critiche, presentando solo localmente alcuni distacchi con l'esposizione dei ferri di armatura. L'ammaloramento avanzato delle solette ne giustifica la sostituzione rendendo del tutto inutili ulteriori indagini conoscitive. I motivi per i quali le solette sono in uno stato avanzato di degrado mentre le pareti si presentano in un miglior stato di conservazione, e possono quindi continuare a essere utilizzate a fronte di un intervento manutentivo, può essere dovuto a uno o più delle circostanze seguenti (le prime due sono delle ipotesi mentre la terza e la quarta rappresentano un dato di fatto):

- pareti con un cls meno poroso di quello delle solette;
- pareti con un copriferro maggiore di quello delle solette;
- le pareti sono meno soggette all'attacco dell'acqua in quanto le solette all'estradosso non hanno nessuna protezione e all'intradosso, essendo soggette a gradienti termici maggiori rispetto alle pareti controterra, risultano maggiormente esposte alla condensa dell'umidità;
- le solette sono prevalentemente inflesse mentre le pareti risultano pressoinflesse; ciò comporta che nelle prime risulti facilitata la comparsa di un primo stato fessurativo all'intradosso che, anche se di modesta entità, può aver facilitato il passaggio dell'acqua di condensa e accelerato il processo di carbonatazione.

Le immagini seguenti mostrano quanto sopra esposto.





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**



Per quanto concerne gli attraversamenti si nota la presenza di distacchi in zone più o meno limitate dovuti all’aggressività dell’ambiente. In questa prima fase non si evincono situazioni di gravità simile a quelle riscontrate nelle solette di copertura delle camerette. Il problema ricorrente in spalle e pile, come mostra l’immagine seguente, è il distacco parziale o totale del copriferro dovuto al processo di carbonatazione favorito dalla non adeguatezza dei materiali, alla classe di esposizione specifica e al copriferro non adeguato.





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**



### **3.3 ISPEZIONE E INDAGINI DI PRIMA FASE**

Da quanto precedentemente detto risulta che il problema più frequentemente riscontrabile risulta il distacco del copriferro per carbonatazione e la parziale ossidazione dei ferri esposti. Per quanto concerne le camerette, data la bassa priorità, dato che le solette di copertura vengono tutte demolite e ricostruite, data anche la situazione di omogeneità del danno rilevato, si prescrive:

- una prova di carbonatazione da effettuarsi nelle zone meno ammalorate, cioè nelle zone dove non sono presenti distacchi in atto, a campione in funzione dell'aggressività dell'ambiente.

Non si ritiene necessario invece procedere a ulteriori ispezioni rispetto a quanto già fatto in fase di sopralluogo.

Per gli attraversamenti risultano invece necessarie ulteriori ispezioni in quanto la sommità delle pile e alcune altre parti non facilmente raggiungibili necessitano di attrezzatura specifica. Per tutti gli attraversamenti, in corrispondenza delle spalle e delle pile e solo per le parti esposte, si richiede:

- **ispezione visiva, da effettuarsi anche con l'utilizzo di droni per analizzare le zone meno raggiungibili al fine di evidenziare:**
- **distacchi di cls;**
- **quadri fessurativi;**
- **ricerca di variazioni cromatiche;**
- **l'indagine dovrà prevedere l'utilizzo di martelletto per constatare la consistenza della parte corticale del cls e favorirne il distacco nei punti in cui questo non si sia ancora manifestato (solo per le parti raggiungibili);**
- **una prova di carbonatazione da effettuarsi nelle zone meno ammalorate, cioè nelle zone dove non sono presenti distacchi in atto.**

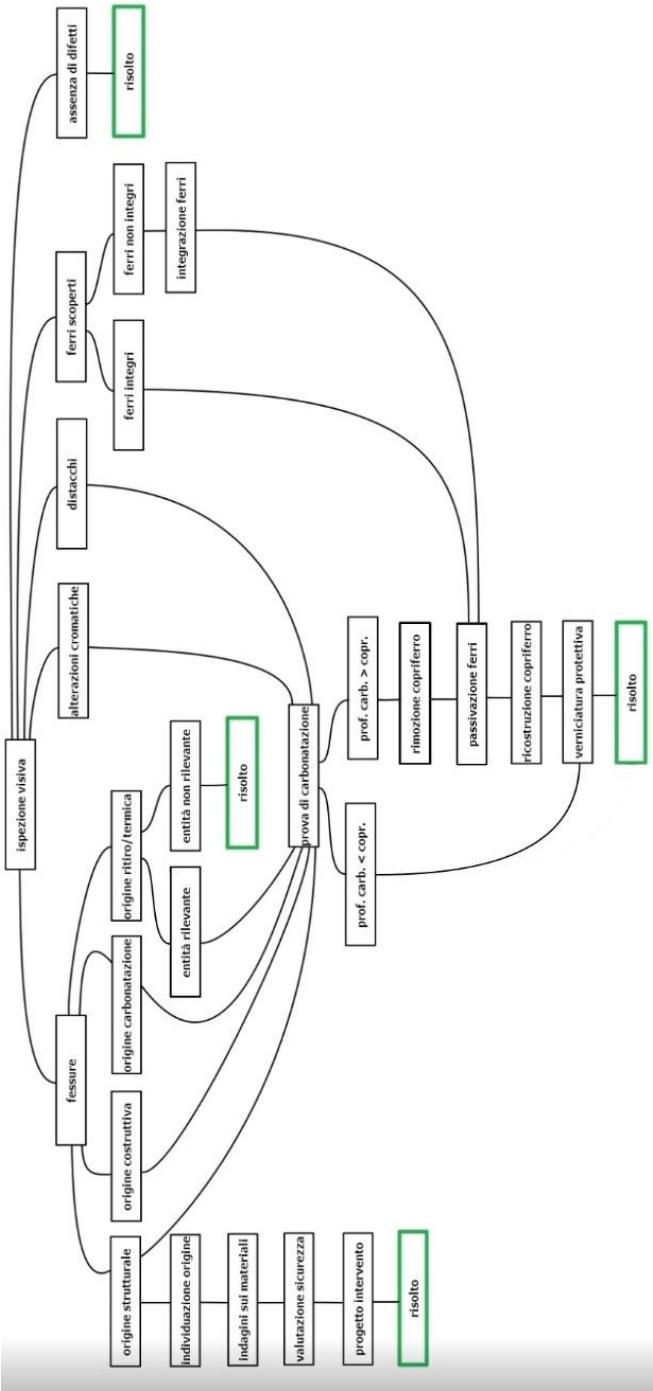
Per gli scavalchi ferroviari e stradali quanto sopra esposto dovrà essere esteso anche alle parti non in vista (solo se la realizzazione dello scavo non interferisce con l'uso o la sicurezza dell'infrastruttura scavalcata) e sarà necessario, in aggiunta a quanto precedentemente elencato:

- **verificare l'assenza di eventuali porzioni in fase di incipiente distacco; di queste eventuali parti bisogna procedere a tempestivo disgaggio o a rimedi di emergenza per impedire che il loro distacco spontaneo possa causare danni a persone o comunque possa interferire con l'utilizzo dell'infrastruttura sottostante.**



3.4 INDAGINI DI APPROFONDIMENTO

In funzione delle risultanze dell’ispezione della prima fase potrebbe risultare necessario eseguire ulteriori indagini. Si riporta qui di seguito un diagramma di flusso in cui si evidenzia l’eventualità di indagini conoscitive della resistenza dei materiali.



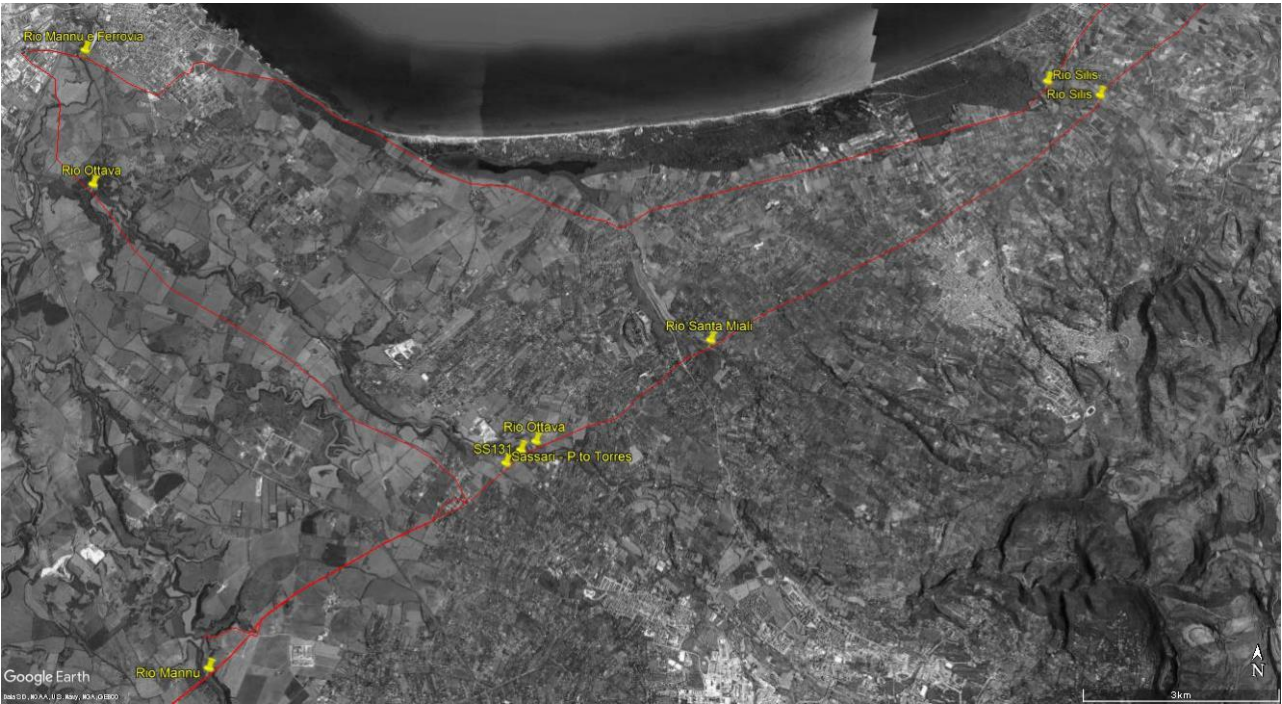


4 **ATTRAVERSAMENTI AEREI**

L’elenco riporta i dati principali degli attraversamenti aerei. Le coordinate sono riferite al sistema UTM. Alcuni attraversamenti presentano identica denominazione ma sono comunque univocamente identificati dalla codifica. La dimensione L indicata in tabella non rappresenta sempre la luce netta dell’attraversamento ma può indicare la lunghezza della condotta dall’ingresso all’uscita delle spalle e dei blocchi di ancoraggio (in alcuni casi si tratta di una stima approssimativa a causa di mancanza di informazioni):

Attraversamento	Nome	Lunghezza	X	Y	Codice
Torrente - Fiume	Rio Ottava	30,00	449343,765	4517661,881	3B.C9-01 - Rio Ottava
Torrente - Fiume	Rio Cuggiani	41,04	484230,233	4528392,844	3B.C8-01 - Rio Cuggiani
Torrente - Fiume	Rio Frigiano	80,4	475493,287	4528111,069	3B.C8-02 - Rio Frigiano
Torrente - Fiume	Rio Silis	83,66	466395,200	4519759,341	3B.C8-06 - Rio Silis
Torrente - Fiume	Rio Cappellone	41,36	457022,140	4513583,966	3B.C8-08 - Rio Cappellone
Torrente - Fiume	Rio Santu Miali	83,5	459839,761	4515339,949	3B.C8-07 - Rio Santu Miali
Torrente - Fiume	Rio Pedra de Fogu	74,55	469251,741	4523730,146	3B.C8-05 - Rio Pedra de Fogu
Torrente - Fiume	Rio Innominato	47,2	469566,733	4525141,604	3B.C8-04 - Rio Innominato
Strada Statale	SP ex SS131	49,6	456786,504	4513436,395	3B.C8-09 - SP ex SS131
Ferrovia	Sassari - P.to Torres	66,5	456550,294	4513219,299	3B.C8-10 - Sassari - P.to Torres
Torrente - Fiume	Rio Scorraoes	48,84	470554,320	4525773,722	3B.C8-03 - Rio Scorraoes
Torrente - Fiume	Rio Monte Oschiri	33,38	471682,674	4526951,386	3B.C6-01 - Rio Monte Oschiri
Torrente - Fiume	Rio Mannu e Ferrovia	295,25	448977,393	4520012,176	3B.C6-03 - Rio Mannu e Ferrovia
Torrente - Fiume	Rio Silis	71,80	465502,449	4519982,376	3B.C6-02 - Rio Silis
Torrente - Fiume	Rio Scorraoes	13,92	470201,720	4526103,193	3B.C6-02a - Rio Scorraoes

Le immagini seguenti mostrano la dislocazione dei diversi attraversamenti aerei lungo i tracciati.

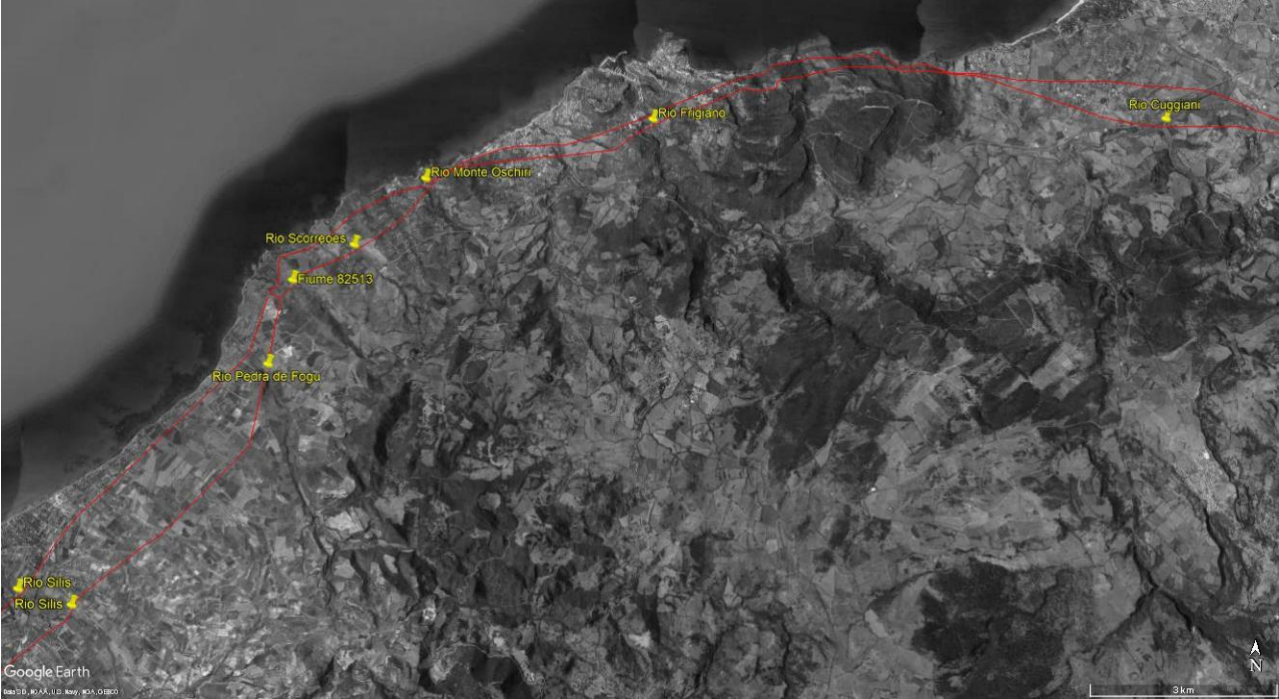






ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA – *Interventi di manutenzione straordinaria con sostituzione e/o risanamento strutturale di diversi tratti degli acquedotti “Coghinas I” e “Coghinas II”, nei comuni di S. Maria Coghinas, Valledoria, Castelsardo, Sorso, Sassari e Porto Torres*

**PROGETTO DI FATTIBILITA’ TECNICA ED ECONOMICA**  
**Piano delle indagini**



Si prevedono in totale:

- 30 x 2 prove di carbonatazione sulle spalle (2 per ogni spalla)
- 23 prove di carbonatazione sulle pile (1 per ogni pila).

Per gli scavalchi evidenziati in grassetto è necessario applicare le prescrizioni relative agli attraversamenti stradali e ferroviari:

Ponti/Attraversamenti	Campate	Spalle	Pile
Rio Ottava	2	2	1
Rio Cuggiani	1	2	0
Rio Frigiano	3	2	2
Rio Silis	3	2	2
Rio Cappellone	1	2	0
Rio Santu Miali	3	2	2
Rio Pedra de Fogu	3	2	2
Rio Innominato	1	2	0
<b>SP ex SS131</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Sassari - P.to Torres</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Rio Scorraes	1	2	0
Rio Monte Oschiri	1	2	0
<b>Rio Mannu e Ferrovia *</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>12</b>
<b>Rio Silis</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
Rio Scorraes	1	2	0
		30	23

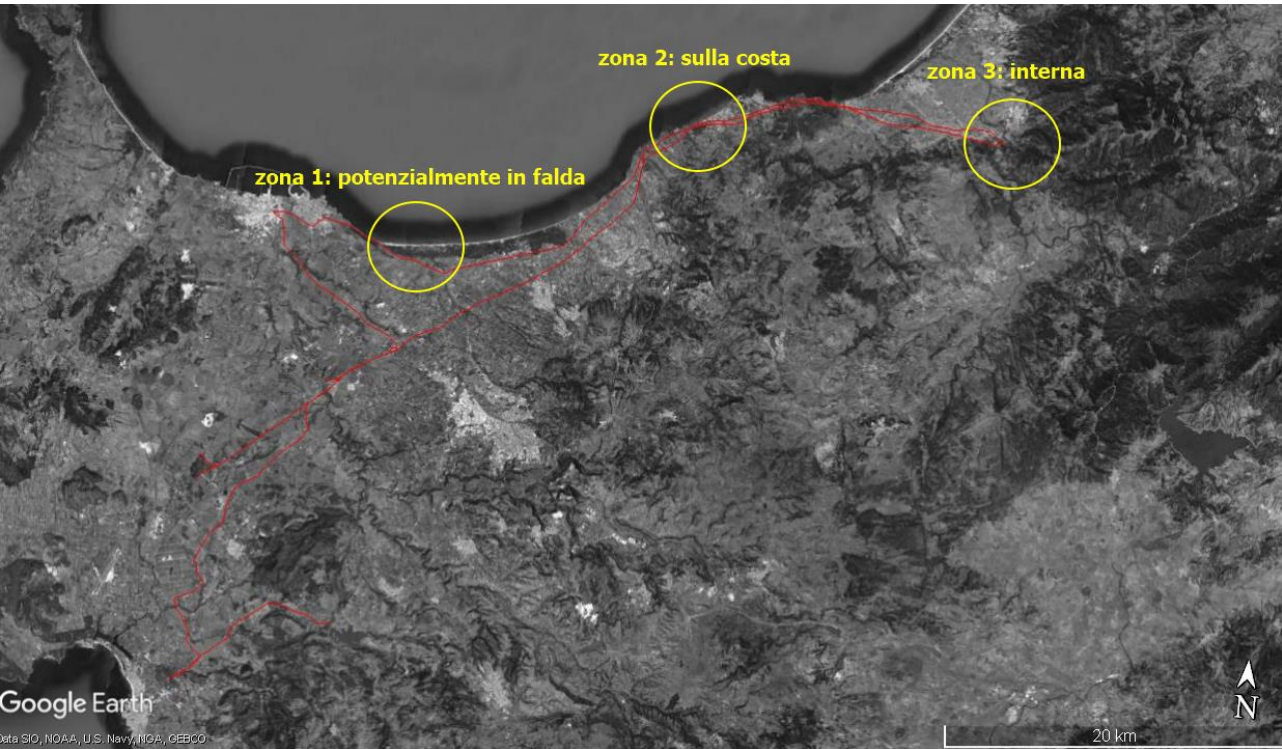
(\*) La campata su ferrovia ha la condotta protetta da una struttura scatolare sulla quale è necessario eseguire una prova di carbonatazione che va ad aggiungersi alle precedenti.

Le prove di carbonatazione previste sono in totale  $30 \times 2 + 23 = 83$ .



**5 CAMERETTE**

Per quanto concerne le camerette si prevedono tre prove di carbonatazione da eseguirsi a campione nelle seguenti zone selezionate in modo da essere uniformemente distribuite lungo i tracciati e di considerare tre differenti situazioni di esposizione:





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**

**ALLEGATO 1: STIMA ECONOMICA**

Nelle seguenti tabelle si riporta l’analisi prezzo per l’esecuzione di indagini riferite ad una spalla e ad una pila tipologica. L’analisi relativa alla struttura scatolare che sovrappassa la ferrovia è stata considerata equivalente ad una pila.

**INDAGINI SU SPALLA**

ARTICOLO	Descrizione breve	U.M.	PU	QUANTITA	IMPORTI
SAR22_AT.0002.0017.0005	NOLO DI CAROTATRICE manuale foro 60÷200 mm	ore	23,9	2	47,80 €
SAR22_PR.0001.0010.0002	Materiali di consumo a stima	cad.	1,328	10	13,28 €
SAR22_RU.0001.0001.0001	Operaio specializzato	ore	37,06	2	74,12 €
SAR22_RU.0001.0001.0003	Operario comune	ore	33,41	2	66,82 €
SAR22_PF.0016.0001.0004	PROVA DI CARBONATAZIONE. Test colorimetrico, eseguito utilizzando una soluzione di fenolftaleina all'1% di alcool etilico, per determinare la profondità di carbonatazione in campioni di calcestruzzo direttamente prelevati in sito, eseguito spruzzando con un nebulizzatore la soluzione di fenolftaleina sul campione. La determinazione della colorazione risultante, e quindi della profondità di carbonatazione nel getto, sarà effettuata allontanandosi opportunamente da fessure o zone molto porose, ove si avrebbero valori non significativi della superficie saggiata. È compreso quanto altro occorre per dare i risultati del test completi. Escluso il prelievo dei campioni, per ogni indagine effettuata su un singolo campione.	cad.	40,329	2	80,66 €
SAR22_PR.0004.0004.0002	MALTA A RITIRO CONTROLLATO, a presa e indurimento rapidi, per il risanamento del calcestruzzo	kg	6,02	0,5652	3,40 €
SAR22_AT.0004.0002.0005	SOLLEVATORE TELESOPICO FRONTALE con forche o cestello aereo, già esistente in cantiere, esclusi l'operatore e i consumi di carburante, lubrificanti, ricambi, manutenzione ma compresa l'assicurazione, portata 3 t a 13 m di altezza, sbraccio 11 m	ore	20,657	3	61,97 €
SAR22_PF.0006.0001.0057	Ripulitura del sottobosco, mediante uso del decespugliatore a spala per gli arbusti e diradamento dei polloni, asporto degli schianti e taglio delle piante mature e deperienti compreso il carico, il trasporto e il conferimento presso impianti di smaltimento	mq	1,16	60	69,60 €
Totale					417,65 €
Sovraprezzo per considerare la difficoltà di raggiungimento dei punti di indagine				20%	501,18 €





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**

**INDAGINI SU PILA e sulla struttura scatolare del RIO MANNU E FERROVIA**

ARTICOLO	Descrizione	UM	PU	QUANTITA	IMPORTI
SAR22_AT.0002.0017.0005	NOLO DI CAROTATRICE manuale foro 60÷200 mm	ore	23,9	1	23,90 €
SAR22_PR.0001.0010.0002	Materiali di consumo a stima	cad.	1,328	5	6,64 €
SAR22_RU.0001.0001.0001	Operaio specializzato	ore	37,06	1	37,06 €
SAR22_RU.0001.0001.0003	Operario comune	ore	33,41	1	33,41 €
SAR22_PF.0016.0001.0004	PROVA DI CARBONATAZIONE. Test colorimetrico, eseguito utilizzando una soluzione di fenolftaleina all'1% di alcool etilico, per determinare la profondità di carbonatazione in campioni di calcestruzzo direttamente prelevati in sito, eseguito spruzzando con un nebulizzatore la soluzione di fenolftaleina sul campione. La determinazione della colorazione risultante, e quindi della profondità di carbonatazione nel getto, sarà effettuata allontanandosi opportunamente da fessure o zone molto porose, ove si avrebbero valori non significativi della superficie saggiata. È compreso quanto altro occorre per dare i risultati del test completi. Escluso il prelievo dei campioni, per ogni indagine effettuata su un singolo campione.	cad.	40,329	1	40,33 €
SAR22_PR.0004.0004.0002	MALTA A RITIRO CONTROLLATO, a presa e indurimento rapidi, per il risanamento del calcestruzzo	kg	6,02	0,2826	1,70 €
SAR22_AT.0004.0002.0005	SOLLEVATORE TELESCOPICO FRONTALE con forche o cestello aereo, già esistente in cantiere, esclusi l'operatore e i consumi di carburante, lubrificanti, ricambi, manutenzione ma compresa l'assicurazione, portata 3 t a 13 m di altezza, sbraccio 11 m	ore	20,657	2	41,31 €
SAR22_PF.0006.0001.0057	Ripulitura del sottobosco, mediante uso del decespugliatore a spala per gli arbusti e diradamento dei polloni, asporto degli schianti e taglio delle piante mature e deperienti compreso il carico, il trasporto e il conferimento presso impianti di smaltimento	mq	1,16	30	34,80 €
Totale					219,15 €
Sovrapprezzo per considerare la difficoltà di raggiungimento dei punti di indagine				20%	262,99 €

Si riporta di seguito la stima economica riferita all’esecuzione delle indagini per i 15 ponti riportati in tabella a pagina 9.

Ponti/Attraversamenti	Spalle	Pile	
Rio Ottava	2	1	
Rio Cuggiani	2	0	
Rio Frigiano	2	2	
Rio Silis	2	2	
Rio Cappellone	2	0	
Rio Santu Miali	2	2	
Rio Pedra de Fogu	2	2	
Rio Innominato	2	0	
SP ex SS131	2	0	
Sassari - P.to Torres	2	2	



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**

Rio Scorraoes	2	0	
Rio Monte Oschiri	2	0	
<b>Rio Mannu e Ferrovia *</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	
<b>Rio Silis</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
Rio Scorraoes	2	0	
	30	23	0
	<b>Numero</b>	<b>Costo unitario indagine</b>	<b>Totale</b>
Totale indagini spalle	30	501,18 €	15.035,45 €
Totale indagini pile	23	262,99 €	6.048,66 €
<b>Totale indagini</b>			<b>21.084,11 €</b>

A queste indagini, si aggiungono le ispezioni e le indagini sulle condotte:

VOCE	Descrizione breve	U.M.	PU	QUANTITA	IMPORTI
1	Ispezione visiva estradossale della condotta effettuata dalla passerella con particolare attenzione alle	cad.	600	15	9.000,00 €
2	Ispezione visiva intradossale della condotta inclusi gli	cad.		15	
3	Indagine MT (magnetoscopia), una ogni n.3 giunzioni saldate, solo nelle parti raggiungibili dalla passerella	cad.	150	22	3.300,00 €
4	Indagine Vickers, n. 2 per ogni condotta alle estremità	cad.	80	30	2.400,00 €
5	Indagine spessimetrica con strumentazione ad ultrasuoni, in n.3 prove/ml.	m	6	3080,34	18.482,04 €
6	Rilievo geometrico degli appoggi, uno per condotta e solo se facilmente accessibili	m	200	7	1.400,00 €
Totale ispezioni visive ed indagini sulle condotte dei ponti tubo					34.582,04 €
Sovrapprezzo per considerare eventuali imprevisti per l'esecuzione delle indagini				10%	38.040,24 €

Si riporta di seguito la stima economica per l’attività di ispezione relativa ai 15 ponti tubo.

Si prevede di articolare l’attività nelle seguenti fasi:

- Ispezione dell’opera e degli elementi strutturali che la costituiscono, mediante sopralluogo effettuato da tecnici dotati di qualifica per ispettori di ponti, viadotti e passerelle (Livello II). L’ispezione sarà condotta impiegando droni per la visione delle parti non direttamente ispezionabili e preferibilmente in periodi di secca per gli attraversamenti di corsi d’acqua, in modo da consentire la visione delle parti inferiori delle opere.
- Definizione delle indagini strutturali di approfondimento, finalizzate alla conoscenza dello stato di consistenza dell’opera e dei rilievi topografici eventualmente necessari.
- Redazione delle schede di rilievo dei difetti e del report ispettivo conclusivo per ciascuna opera, contenente anche l’interpretazione degli esiti delle indagini di cui al punto precedente.

Le attività saranno svolte ai sensi delle “Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti” emesse dal CSLP in data 17/04/2020 e delle NTC 2018.

**Il Costo a corpo per tale attività di ispezione dei 15 ponti tubo è pari a € 90.000.**

**La stima preliminare per tutte le attività è pari a circa € 149'130.**

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

AF-18-92-35-5B-94-21-43-D3-AD-3E-D2-37-DD-1E-74-2E-C1-4C-CC

PAdES 1 di 1 del 16/02/2023 15:38:24

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

-----