

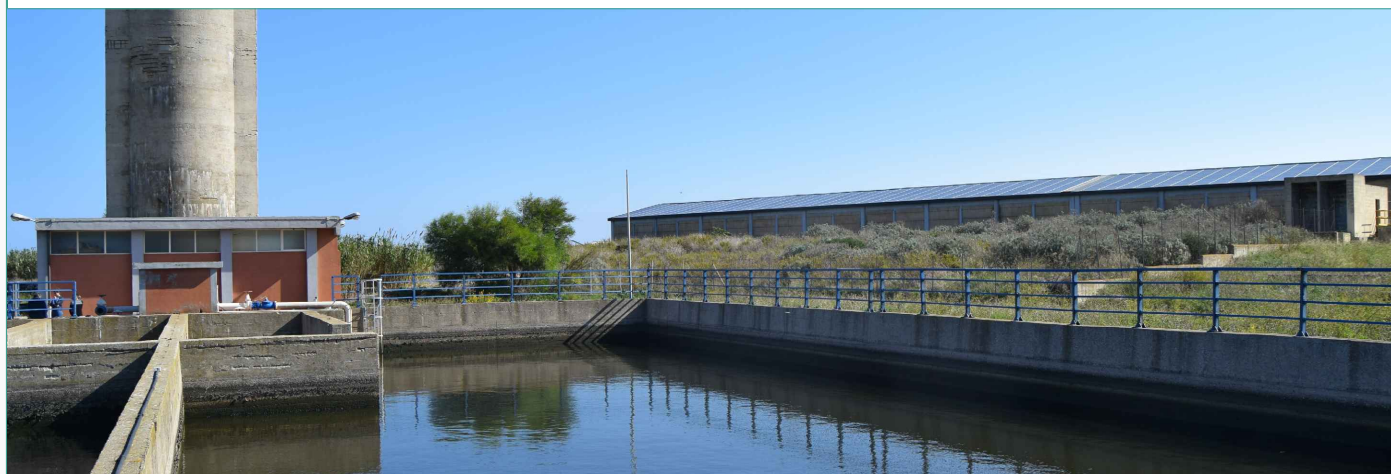


REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessorato dei lavori pubblici

Ente acque della Sardegna

Servizio Progetti e Costruzioni



**“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”
CIG- 7291196547- CUP: I86B05000050002**

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO DELL'ELABORATO

Relazione tecnica generale

ID ELABORATO

R.2

SCALA

-

CODIFICA ELAB

R.2-ENAS539Rrgn002R4

Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche e coordinatore di progetto:
Ing. Damiano Galbo (H.E. s.s.)

Responsabile progettazione strutturale e geotecnica:

Ing. Pietro Diliberto (S.T.P. s.r.l.)

Collaboratori:

Ing. Ettore Galbo (H.E. s.s.)

Responsabile della progettazione idraulica:

Ing. Mariano Galbo (H.E. s.s.)

Collaboratori:

Ing. Damiano Galbo (H.E. s.s.)

Prof. Ing. Gabriele Freni

Ing. Fulvio Galbo (H.E. s.s.)

Ing. Piera De Luca (H.E. s.s.)

Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Stefano Serra

Responsabile della progettazione impianti elettrici e TLC:
Ing. Giovanni Gabellone (H.E. s.s.)

Responsabile rilievi GPS/LS:

Geom. Alberto Bianco

Collaboratori:

Geom. Lorenzo Verme (H.E. s.s.)

Responsabile coordinamento sicurezza in fase di progetto:

Ing. Mariano Galbo (H.E. s.s.)

Collaboratori:

Ing. Giampiero Pili (S.T.P. s.r.l.)

Ing. Giovambattista Lombardo (H.E. s.s.)



(Capogruppo Mandataria)



(Mandante)



Prof. Ing. Gabriele Freni
(Mandante)



Dott. Geol. Mario Strinna
(Mandante)



Società cooperativa
(Mandante)

2	APRILE 2019	VERIFICA INTERNA	HE-STP	PD	DG
4	Ottobre 2019	Controdeduzioni verificate	PD	FG	DG
3	SETTEMBRE 2019	OSSERVAZIONI VERIFICATORE	HE-STP	PD	DG
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	RED.	VER.	APPR.



Sommario

Sommario	1
1 Introduzione.....	7
1.1 Conformità dei contenuti della relazione all’art. 34 del regolamento.....	8
1.2 Background amministrativo	9
1.3 Quadro Normativo di riferimento	12
1.4 Documenti componenti il progetto esecutivo.....	13
1.5 Caratteristiche principali del progetto	14
1.5.1 Guida alla consultazione degli elaborati.....	15
1.5.2 Le principali peculiarità delle opere progettate	16
1.6 Modifiche rispetto al progetto definitivo	18
1.6.1 Generalità	18
1.6.2 Vasca di carico di Casteldoria	19
1.6.3 Vasca terminale di Porto Torres	19
1.6.4 Vasca terminale di Truncu Reale	20
2 Inquadramento territoriale e stato attuale	21
2.1 Descrizione dello stato attuale dei luoghi.....	23
2.1.1 Vasca di carico di Casteldoria	24
2.1.2 Vasca terminale di Truncu Reale	24
2.1.3 Vasca terminale di Porto Torres	25
3 Indagini volte alla riduzione degli imprevisti	26
3.1 Indagini laser scanner	26
3.2 Supplemento di indagini su Porto Torres torrino	32
4 Criteri generali di progettazione	33
4.1 Criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive (art. 34 del Regolamento).....	33
4.2 Dati posti alla base della progettazione esecutiva	35



4.3	Il rispetto delle prescrizioni emesse sul Progetto definitivo	36
4.3.1	Prescrizioni per le fasi di scavo in sito SIN a Porto Torres	37
5	Criteri di progettazione del consolidamento corticale.....	39
5.1	Definizione delle caratteristiche dei materiali	41
5.2	Individuazione delle tecniche di intervento	43
5.2.1	Il Ripristino Corticale.	44
5.2.1.1	Idroscarifica	44
5.2.1.2	Preparazione delle superfici.....	45
5.2.1.3	Ripristino degli spessori di calcestruzzo idroscarificati con malta premiscelata tissotropica a ritiro compensato opportunamente additivata.	45
5.2.1.4	Finiture superficiali.....	49
5.2.2	Il Ripristino Strutturale	56
5.2.2.1	Idrodemolizione.....	56
5.2.2.2	Preparazione delle superfici.....	57
5.2.2.3	Pulizia, reintegro e passivazione delle armature metalliche.....	57
5.2.2.4	Ripristino degli spessori di calcestruzzo idrodemoliti con malta premiscelata tissotropica a ritiro compensato.	58
6	Peculiarità costruttive degli interventi in progetto	62
6.1	Generalità	62
6.2	Vasca di carico di Casteldoria	64
6.2.1	Il ripristino strutturale	65
6.2.2	Il nuovo sistema idraulico in ingresso e in uscita	66
6.2.3	Le opere d’arte	68
6.2.3.1	Pozzetto in c.a. di arrivo	69
6.2.3.2	Pozzetto in c.a. di ingresso ed immissione nelle due vasche	71
6.2.3.3	Pozzetto in c.a. per l’alloggiamento del by-pass della vasca.....	73
6.2.3.4	Solaio di copertura della camera di manovra	75
6.2.4	Opere di finitura	75



6.2.5	La organizzazione del lavoro.....	77
6.2.5.1	Fase 1	79
6.2.5.2	Fase 2	80
6.2.5.3	Fase 3	82
6.2.5.4	Fase 4	83
6.2.5.5	Fase 5	84
6.2.5.6	Fase 6.1	85
6.2.5.7	Fase 6.2	86
6.2.5.8	Fase 7	87
6.2.5.9	Fase 8	88
6.2.5.10	Fase 9	89
6.3	Vasca di compenso di Truncu Reale	90
6.3.1	Il ripristino strutturale	91
6.3.2	Il nuovo sistema idraulico in ingresso e in uscita	91
6.3.2.1	Schema idraulico in ingresso alle vasche.....	92
6.3.2.2	Schema idraulico in uscita dalle vasche	92
6.3.3	Le opere d’arte	95
6.3.3.1	Nuova vasca di distribuzione e relativa camera di manovra in uscita	98
6.3.3.2	Camera di sezionamento in ingresso in c.a.....	101
6.3.3.3	Pozzetto in c.a. per l’alloggiamento degli organi di sezionamento e misura sul by-pass generale della vasca.....	103
6.3.3.4	Pozzetti in c.a. per l’alloggiamento delle valvole anticipatrici del colpo d’ariete	106
6.3.3.5	Pozzetto in c.a. per l’alloggiamento delle erogazioni per Porto Torres e la zona industriale di Truncu Reale	108
6.3.3.6	Pozzetto in c.a. per l’alloggiamento degli organi di misura per le portate in uscita verso Tuttubella	111
6.3.3.7	Pozzetto di scarico in c.a.....	113



6.3.3.8	Piastra di supporto delle tubazioni in ingresso alla vasca	115
6.3.4	Opere di finitura	115
6.3.5	La organizzazione del lavoro.....	116
6.3.5.1	Generalità.....	116
6.3.5.2	Lavori preparatori	119
6.3.5.3	Fase 1	122
6.3.5.4	Fase 2	123
6.3.5.5	Fase 3	124
6.4	Vasca terminale di Porto Torres	125
6.4.1	Il ripristino strutturale	126
6.4.2	Il nuovo sistema idraulico in ingresso e in uscita	126
6.4.2.1	<i>Funzionamento idraulico in ingresso</i>	127
6.4.2.2	<i>Funzionamento idraulico in uscita</i>	129
6.4.3	Le opere d’arte	130
6.4.3.1	Pozzetto di alloggio del nodo idraulico in uscita.....	132
6.4.3.2	Pozzetto di alloggio del misuratore di portata in uscita.....	134
6.4.3.3	Pozzetto di alloggio del nodo idraulico per il sollevamento di Porto Torres	136
6.4.3.4	Pozzetto di sezionamento e misura in ingresso	138
6.4.3.5	Pozzetto in c.a. per l’alloggiamento della valvola anticipatrice del colpo d’ariete	141
6.4.3.6	Realizzazione nuovo solaio camera di manovra	144
6.4.3.7	Pozzetto per l’alimentazione delle vasche dell’area del consorzio industriale.	144
6.4.4	Opere di finitura	145
6.4.5	La organizzazione del lavoro.....	146
6.4.5.1	Generalità.....	146
6.5	I particolari costruttivi	151



6.6	Gli strumenti di misura	161
6.6.1	Posizionamento	162
6.6.2	Esempio applicativo.....	164
6.7	Sistemi di telecontrollo	165
6.7.1	Descrizione del sistema esistente.....	166
6.7.2	Il sistema di telecontrollo in progetto	166
6.7.2.1	Generalità.....	166
6.7.3	Descrizione generale del sistema di telecontrollo.....	166
6.8	Sistema elettrico.....	167
6.8.1	Porto Torres	167
6.8.2	Truncu Reale	168
6.8.3	Casteldoria.....	170
6.9	Messa fuori servizio dei due torrini piezometrici	171
7	Curve e derivazioni.....	172
8	Terre e rocce da scavo.....	173
9	Cave e discariche	175
10	Il costo dell’opera	178
11	Conclusioni	180



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo

“Il valore di un uomo, per la comunità in cui vive, dipende innanzitutto dalla misura in cui i suoi sentimenti, i suoi pensieri e le sue azioni contribuiscono allo sviluppo dell’esistenza degli altri individui.”

(tratto da *“Il mondo come io lo vedo”* di Albert Einstein)



1 Introduzione

La presente relazione generale del progetto esecutivo è redatta ai sensi dell'art. 34 del Regolamento ed ha i contenuti in esso prescritti. Lo scopo è quello di descrivere *“i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, per i particolari costruttivi e per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e qualitativi”* oltre alla definizione delle peculiarità costruttive dell'opera. Inoltre, in essa vengono descritte, anche, *“le caratteristiche illustrate negli elaborati grafici e le prescrizioni del capitolato speciale d'appalto riguardanti le modalità di presentazione e di approvazione dei componenti da utilizzare”* per i componenti prefabbricati previsti in progetto.

Poiché *“il progetto esecutivo costituisce la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni”*, la presente relazione descrive anche *“ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico”* sviluppato e necessario alla esecuzione dell'opera.

Il presente elaborato fornisce tutti i chiarimenti atti a dimostrare la rispondenza del progetto alla finalità dell'intervento, il rispetto del prescritto livello qualitativo, così come prescritto dall'art.34 del Regolamento.

I principali contenuti della presente relazione sono così sintetizzabili:

- ✓ il **Capitolo 1, “Premessa”**, introduce l'intero progetto e riporta le principali fonti normative e documentali su cui lo stesso si basa;
- ✓ nel **Capitolo 2, “Inquadramento territoriale e stato attuale”**, sono riportati i principali risultati delle indagini topografiche e la sintesi dello stato di consistenza attuale delle infrastrutture oggetto di intervento;
- ✓ il **Capitolo 3, “Indagini volte alla riduzione degli imprevisti”**, riporta, tra gli altri, le indagini e gli approfondimenti svolti ad integrazione di quelle fatte con il progetto definitivo;
- ✓ il **Capitolo 4, “Criteri generali di progettazione”**, riporta le linee guida seguite nella stesura del progetto esecutivo;
- ✓ il **Capitolo 5, “Criteri generali di progettazione del consolidamento”**, riporta le linee guida seguite nella stesura del progetto esecutivo degli interventi di ripristino corticale e strutturale delle opere in conglomerato cementizio esistente;
- ✓ il **Capitolo 6, “Peculiarità costruttive degli interventi in progetto”**, descrive le caratteristiche di tutti i componenti che caratterizzano



- l'intervento progettuale, nonché di tutte le opere a servizio dello stesso (apparecchiature idrauliche, elettriche, telecontrollo, opere d'arte, etc.);
- ✓ il **Capitolo 7, “Curve e derivazioni”** descrive i criteri per la verifica della necessità dei blocchi di ancoraggio;
 - ✓ il **Capitolo 8, “Terre e rocce da scavo”**,
 - ✓ il **Capitolo 9, “Cave e discariche”**, individua i punti di prelievo/consegna ipotizzati nel presente progetto definitivo, rimandando all'apposito elaborato G.1.3 per ulteriori dettagli
 - ✓ il **Capitolo 10, “Costo dell'opera”**, riepiloga il costo complessivo dell'opera come scaturente dagli approfondimenti esecutivi;
 - ✓ il **Capitolo 11, “Conclusioni”**, chiude la presente relazione riepilogando le peculiarità del progetto esecutivo.

I documenti che compongono il progetto esecutivo in argomento, nel rispetto di quanto disposto dall'art. 33 del D.P.R. n. 207/2010, sezione terza, sono composti da n.218 elaborati.

L'elenco degli elaborati che compongono il progetto esecutivo in argomento, ciascuno contraddistinto dallo specifico codice identificativo, è il documento **R.1**, a cui si rimanda.

Si premette che ogni elaborato possiede un codice progressivo, riportato sul frontespizio di ognuno degli elaborati che lo identifica univocamente secondo uno standard di qualità ISO 9001:2015, così come approfondito nell'apposito paragrafo 1.5.1 *“Guida alla consultazione degli elaborati componenti il progetto esecutivo”*.

1.1 Conformità dei contenuti della relazione all'art. 34 del regolamento

Come già anticipato, la presente relazione è articolata in modo da soddisfare quanto prescritto dall'art. 34 “Relazione generale del progetto esecutivo” del Regolamento.

Scopo di questo paragrafo è evidenziare i contenuti della presente relazione a tale disposizione di legge, indicando i riferimenti all'articolato dell'elaborato per ciascun punto dell'art. 34.

Per facilità di consultazione, si riporta una tabella mostrante, nella prima colonna, i singoli punti del citato articolo, e nella seconda i riferimenti ai capitoli e paragrafi della presente relazione.



Regolamento, Art. 34	Riferimento cap/par. relazione generale R.2
<i>1) descrive in dettaglio, anche attraverso specifici riferimenti agli elaborati grafici e alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, per i particolari costruttivi e per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e qualitativi.</i>	<i>I criteri utilizzati per: ✓ le scelte progettuali esecutive sono oggetto del cap.4 e cap.5; ✓ i particolari costruttivi sono oggetto del cap.6; ✓ gli aspetti dell'inserimento dell'intervento nel territorio sono mostrati nel cap.2.</i>
<i>2) contiene l'illustrazione dei criteri seguiti e delle scelte effettuate per trasferire sul piano contrattuale e sul piano costruttivo le soluzioni spaziali, tipologiche, funzionali, architettoniche e tecnologiche previste dal progetto definitivo approvato; la relazione contiene inoltre la descrizione delle indagini, rilievi e ricerche effettuati al fine di ridurre in corso di esecuzione la possibilità di imprevisti;</i>	<i>Il capitolo 3 riferisce in merito a tali aspetti. In particolare: ✓ il cap.3.1 mostra gli aspetti topografici con laser scanner; ✓ il cap.3.2 riferisce delle indagini sul torrino piezometrico di Porto Torres.</i>

1.2 Background amministrativo

L'Ente Acque della Sardegna per migliorare la erogazione idrica in un'importante area della Sardegna ha deciso di ammodernare tre infrastrutture del sistema Coghinas cruciali per tale obiettivo: ristrutturazione della vasca terminale della linea Coghinas 1°, in località Porto Torres; ristrutturazione della vasca di carico di Casteldoria, in agro di S.M. Coghinas; ristrutturazione della vasca terminale della linea Coghinas 2°, in località Truncu Reale.

Per comprendere il background amministrativo che lo supporta, si riporta uno stralcio dell'introduzione della relazione generale del progetto definitivo che ne ripercorre la evoluzione nel tempo di tali opere.

"L'Ordinanza del Commissario Governativo per l'Emergenza Idrica in Sardegna n° 427 del 1° settembre 2005 ha definito il quadro degli interventi da attuarsi in ordinario dall'Assessorato dei LL.PP. della Regione Autonoma della Sardegna nei



quali è ricompreso il progetto denominato "Ristrutturazione linea Coghinas I e II" per un importo complessivo di € 15.000.000. L'Assessorato dei LL.PP., con la convenzione siglata il 25 luglio 2006, approvata con Determinazione del Direttore del Servizio Infrastrutture e Risorse Idriche n. 792 del 31 luglio 2007, ha affidato all'Ente Autonomo del Flumendosa (ora Ente acque della Sardegna) l'attuazione dell'intervento in oggetto in regime di concessione. L'impegno assunto con la suddetta Determinazione è stato successivamente rimodulato a € 11.500.000,00 con Determinazione del Servizio Infrastrutture e Risorse Idriche n. 53055/4467 del 24 dicembre 2007 e, ancora, a € 11.000.000,00 a seguito della delibera della Giunta Regionale n. 8/8 del 05 febbraio 2008, con Determinazione del Servizio Infrastrutture e Risorse Idriche n. 13530/869 del 18 marzo 2008. A seguito della delibera della Giunta Regionale n. 52/8 del 27 novembre 2009, con Determinazione del Servizio Infrastrutture e Risorse Idriche n. 41363/3223 del 30 novembre 2010 è stato ripristinato l'originario importo di € 15.000.000,00. L'Ente ha avviato, ai sensi della concessione con l'Assessorato Regionale dei LL.PP., il Progetto Preliminare degli interventi atti a ripristinare il corretto funzionamento delle linee in questione in cui è ricompreso anche l'intervento di cui trattasi nel presente Progetto Definitivo, che concerne gli interventi di manutenzione e ristrutturazione della Vasca terminale della linea Coghinas 1° in località Porto Torres, della Vasca di carico della linea Coghinas 2° di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas e della Vasca terminale della linea Coghinas 2° in località Truncu Reale in agro di Sassari. A seguito del parere favorevole dell'U.T.R. con Determinazione del Servizio Infrastrutture n. 2588 Rep. 53/4467 del 25 gennaio 2011 è stato approvato il Progetto Preliminare suddetto.

La linea Coghinas I è stata realizzata, su progetto della Cassa per il Mezzogiorno (codice archivio SAI/SS/292), tra il 1969 e il 1975. Nasce fondamentalmente per garantire l'approvvigionamento delle utenze afferenti all'Agglomerato industriale di Porto Torres. Lungo il tracciato sono individuabili modeste erogazioni a utenze civili. Si diparte dalla vasca di carico in Comune di S. Maria Coghinas, alimentata con premente che adduce dall'invaso di Casteldoria, e termina, con funzionamento interamente a gravità e uno sviluppo totale di 48.850 m, suddiviso in due tratte, in corrispondenza della vasca terminale sita nell'area di sviluppo industriale di Porto Torres, oggetto di intervento nel presente progetto definitivo. Negli anni compresi tra il 1977 e il 1982 è stato realizzato, sempre con progetto della Cassa per il Mezzogiorno, l'acquedotto denominato Coghinas II (codice archivio SAI/SS/94),



che corre pressoché parallelo al primo, ma a quote più alte, completando il sistema di adduzione per l'approvvigionamento delle utenze civili, irrigue e industriali della Sardegna nord-occidentale. Presenta, analogamente alla prima linea, un funzionamento completamente a gravità, dipartendosi dalla vasca di carico sita anch'essa in agro di S. Maria Coghinas, oggetto di intervento nel presente progetto definitivo, a quota superiore alla precedente, e terminando, dopo 41.826 m, presso la vasca di Truncu Reale, anch'essa ricompresa nel presente progetto definitivo, da cui si diparte, tra le altre, un'ulteriore tratta sino alla Vasca di Tottubella, quest'ultima a servizio delle utenze irrigue della Nurra. Nella configurazione attuale, le due linee risultano interconnesse in due punti: presso la vasca di disconnessione sul Coghinas I a Punta Tramontana, monodirezionale dalla Coghinas II alla Coghinas I; presso le due vasche terminali di Porto Torres e Truncu Reale con funzionamento bidirezionale. L'insieme delle due linee costituisce, quindi, il mezzo di adduzione della risorsa idrica regolata dal sistema degli invasi Enel sul Coghinas alle utenze delle piane di Sassari e Porto Torres sino al centro urbano di Alghero. Le opere, gestite dalla Cassa per il Mezzogiorno sino al passaggio all'ESAF (attuale Abbanoa S.p.a.), avvenuto il 19 aprile 1986 per il Coghinas I e il 19 giugno 1986 per il Coghinas II (Del. G.R. n. 45/135 del 10.12.1980, Del. G.R. n. 50/90 del 13.12.1983 e Del. G.R. n. 28/59 del 08.07.1985), sono state da quest'ultimo esercitate sino al loro trasferimento all'Ente Autonomo del Flumendosa, oggi Ente Acque della Sardegna (L.R. 6 dicembre 2006, n. 19) in conseguenza dell'avvio del processo di riforma del sistema idrico regionale.”

A seguito dello esperimento della gara dei servizi tecnici in argomento, il Direttore del Servizio Appalti, Contratti e Patrimonio con propria Determinazione n. 39 del 3 agosto 2018 ha aggiudicato tali servizi al RTP composto da **Hydro Engineering s.s.**, capogruppo mandataria, **S.T.P. S.R.L.**, **Ing. Gabriele Freni**, **Dott. Geol. Mario Strinna**, **SE'MATA**, mandanti. Il contratto tra il RTP ed ENAS è stato stipulato a Cagliari in data 08.10.2018 rep. 25559 racc. n.10524, registrato a Cagliari il 10.10.2018 al n. 7512 serie 1T.

L'avvio delle attività di progettazione è avvenuto con lettera del RUP del 15 ottobre 2018, pro.t n. 20999.

La consegna del Progetto Esecutivo da parte del RTP è avvenuta nei termini contrattuali, in data 4 marzo 2019.



E' stato sottoposto ad una prima verifica da parte del R.U.P. che ha generato alcune osservazioni e richieste d'integrazione di cui alla nota ENAS prot.0005532 del 13 marzo 2019 alle quali il RTP ottemperava con trasmissione del 2 aprile 2019.

In conseguenza di quanto sopra la Stazione Appaltante ha proceduto ad attivare il servizio di Verifica, precedentemente aggiudicato alla Società RINA Check.

Come formalizzato dalla Stazione Appaltante, si evidenzia che in ragione del parziale aggiornamento ed integrazione delle previsioni del Progetto Esecutivo rispetto al Definitivo, sul quale si è già svolta la Conferenza dei Servizi per l'acquisizione delle autorizzazioni per l'esecuzione dei lavori, ENAS attiverà nuovamente tale procedura per una nuova Conferenza dei Servizi così da ottenere tali autorizzazioni anche sul Progetto Esecutivo.

Tale procedura verrà attivata una volta acquisito il parere positivo sul rapporto di controllo intermedio da parte di RINA Check.

1.3 Quadro Normativo di riferimento

Nella redazione dell'aggiornamento del presente progetto sono state osservate tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici; di seguito si elencano quelle più importanti:

- Codice degli Appalti, approvato con D.lgs 18 aprile 2016, n. 50 e s.m. e i.;
- Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207, Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, per la parte attuabile ai sensi dell'art. 217 del Codice.
- D.M. 14.01.2008 e ss.mm.ii;
- Circolare 02/02/2009 n° 617/C.S.LL.PP.;
- Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152 e ss. mm. e ii., *Norme in materia ambientale*;
- Decreto del Presidente della Repubblica del 13 giugno 2017 n. 120, *Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.*

Inoltre, nella redazione del presente studio si è fatto riferimento anche alle seguenti norme volontarie ritenute dallo scrivente utili e conducenti allo scopo:



- UNI EN 13791:2008 (“Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo”);
- UNI EN 12504-1:2002 (“Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture - Carote - Prelievo, esame e prova di compressione”);
- UNI EN 12504-2:2001 (“Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Prove non distruttive – determinazione dell'indice sclerometrico”);
- UNI EN 12504-3:2005 (“Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture - Determinazione della forza di estrazione”);
- UNI EN 12504-4:2005 (“Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture - Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici”);
- UNI EN 12390-1 (“Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme”);
- UNI EN 12390-2 (“Prova sul calcestruzzo indurito - Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza”);
- UNI EN 12390-3 (“Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei Provini”);
- “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive” emanate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2008).
- UNIEN1504-1:2005: Definizioni
- UNIEN1504-2:2005: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo
- UNIEN1504-3:2006: Riparazione strutturale e non strutturale
- UNIEN1504-4:2005: Incollaggio strutturale
- UNIEN1504-5:2005: Iniezione del calcestruzzo
- UNIEN1504-6:2007: Ancoraggio dell’armatura di acciaio
- UNIEN1504-7:2007: Protezione contro la corrosione delle armature
- UNIEN1504-8:2005: Controllo delle qualità e valutazione delle conformità
- UNIEN1504-9:2008: Principi generali per l’uso dei prodotti e dei sistemi
- UNIEN1504-10:2005: Applicazione in opera di prodotti, sistemi e controllo di qualità dei lavori.

1.4 Documenti componenti il progetto esecutivo

Ai sensi e per gli effetti di quanto disposto dall’art. 23, comma 8, del D.Lgs n. 50/2016, *“Il progetto esecutivo, redatto in conformità al progetto*



definitivo, determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare, il relativo costo previsto, il cronoprogramma coerente con quello del progetto definitivo, ed è sviluppato ad un livello di definizione tale che ogni elemento è identificato in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo. Il progetto esecutivo è, altresì, corredato da apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti in relazione al ciclo di vita.”

Il progetto esecutivo prevede la “ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e pertanto definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare”, conformemente al disposto dell'art. 33 del D.P.R. n. 207/2010.

I documenti che lo compongono, nel rispetto di quanto disposto dall'art. 33 del D.P.R. n. 207/2010, sezione quarta, sono composti da 196 elaborati, suddivisi in tre gruppi come segue:

1. Elaborati tecnici di calcolo e descrittivi, identificati dal codice **R**;
2. Elaborati economici e contrattuali, identificati dal codice **A**;
3. Elaborati grafico-descrittivi, identificati dal codice **G**.

Gli elaborati di cui al punto 1 comprendono: l'elenco degli elaborati di progetto, le relazioni generali e quelle specialistiche, i calcoli esecutivi delle strutture, degli impianti idraulici, elettrici ed elettronici.

Gli elaborati di cui al punto 2 comprendono: l'elenco dei prezzi, le analisi dei prezzi, il computo metrico estimativo e il quadro economico; lo schema di contratto ed il capitolato speciale di appalto, il piano di manutenzione dell'opera ed il cronoprogramma delle lavorazioni.

Il terzo gruppo è rappresentato dagli elaborati grafici e descrittivi che riportano “graficamente” tutti i particolari costruttivi oggetto del progetto esecutivo nel dettaglio oltre che tutte le risultanze delle calcolazioni eseguite.

L'elenco degli elaborati che compongono il progetto esecutivo in argomento, ciascuno contraddistinto dallo specifico codice identificativo, è il documento **R.1**, a cui si rimanda.

1.5 Caratteristiche principali del progetto

Il presente capitolo ha lo scopo di mostrare brevemente le principali caratteristiche del progetto esecutivo della ristrutturazione della vasca terminale della linea Coghinas 1°, in località Porto Torres; della ristrutturazione della vasca di carico di Casteldoria, in agro di S.M. Coghinas; e della ristrutturazione della vasca terminale



della linea Coghinas 2°, in località Truncu Reale, rimandando al prosieguo della relazione per tutti gli approfondimenti.

In particolare, nel presente capitolo si fornirà inizialmente una guida alla consultazione degli elaborati componenti il progetto esecutivo che, come già anticipato, è composto da 221 documenti tra elaborati grafici, economici, amministrativi e relazioni.

Nel paragrafo 1.5.2 si mostreranno le principali peculiarità delle opere progettate, sintetizzando i “numeri” che caratterizzano l’intera opera.

È evidente che gli aspetti brevemente presentati in questo capitolo troveranno il giusto grado di approfondimento e dettaglio negli appositi paragrafi che seguono, oltre che in tutti gli elaborati grafici, descrittivi e amministrativi facenti parte del progetto esecutivo.

1.5.1 Guida alla consultazione degli elaborati

Come già anticipato, il presente progetto esecutivo ha per oggetto tre distinte infrastrutture fondamentali per l’approvvigionamento idrico della Sardegna nordoccidentale: l’esigenza di massima chiarezza nella consultazione dell’intero progetto esecutivo ha condotto gli scriventi progettisti a mirare l’intera attività progettuale, sin dai suoi sviluppi, alla migliore facilità di consultazione degli elaborati di progetto.

Ciò si è reso possibile grazie alla gestione di qualità delle attività di progettazione, coerentemente al Sistema di Qualità che le società Hydro Engineering s.s. e STP applicano da moltissimi anni.

L’elenco degli elaborati che compongono il progetto esecutivo in argomento, ciascuno contraddistinto dallo specifico codice identificativo, è il documento R.1, a cui si rimanda.

I documenti che compongono il presente progetto esecutivo, nel rispetto di quanto disposto dall’art. 33 del D.P.R. n. 207/2010, sezione terza, sono in numero di 196, suddivisi in tre gruppi di elaborati come segue:

- Elaborati tecnici di calcolo e descrittivi;
- Elaborati economici amministrativi;
- Elaborati grafico-descrittivi.

Ogni elaborato riporta un codice progressivo che identifica in primo luogo l’appartenenza ad una categoria.



Con riferimento alle categorie precedenti, si ha che **“R”** sta per elaborato Tecnico-descrittivo, **“A”** sta per elaborato economico-amministrativo e **“G”** sta per elaborato grafico.

Con particolare riferimento agli elaborati grafici, la sequenza identificativa è composta dalla lettera **G** seguita da diversi numeri distintivi il cui significato è illustrato di seguito.

La prima organizzazione logica e gerarchica degli elaborati grafici riguarda il contenuto degli stessi, come mostrato nella seguente tabella.

Prima cifra del codice	Contenuto gruppi elaborati
G.1. ---. ---	Elaborati di inquadramento generale
G.2. ---. ---	Elaborati grafici di dettaglio della vasca di Porto Torres
G.3. ---. ---	Elaborati grafici di dettaglio della vasca di Casteldoria
G.4. ---. ---	Elaborati grafici di dettaglio della vasca di Truncu Reale

In particolare, i gruppi di elaborati G.2., G.3, e G.4 sono a loro volta ulteriormente suddivisi in tre sottogruppi **G.n.1**, **G.n.2** e **G.n.3**. In particolare, il sottogruppo **1** è relativo alle planimetrie generali ed ai particolari costruttivi, il sottogruppo **2** è relativo agli esecutivi strutturali, il sottogruppo **3** è relativo agli impianti elettrici e telecontrollo.

1.5.2 Le principali peculiarità delle opere progettate

Nel presente capitolo si riporta una breve sintesi delle principali specifiche qualitative e quantitative del progetto che saranno oggetto di approfondita discussione nel prosieguo della presente relazione.

Il progetto ha affrontato il tema della ristrutturazione della vasca terminale della linea Coghinas 1°, in località Porto Torres; ristrutturazione della vasca di carico di Casteldoria, in agro di S.M. Coghinas; ristrutturazione della vasca terminale della linea Coghinas 2°, in località Truncu Reale.

Lo scopo dell'intervento progettuale è quello di efficientare la gestione idraulica delle tre opere consentendone anche la implementazione di un adeguato sistema di telecontrollo, oltre che di un adeguato ripristino strutturale.

Per raggiungere questo obiettivo la progettazione del sistema idraulico di ciascuna delle tre vasche è stata rivista in un'ottica di efficientamento ed ammodernamento, e non di sola manutenzione straordinaria.



Gli interventi nelle tre vasche riguardano, conseguentemente, sia il ripristino strutturale dei manufatti esistenti e delle vasche che la realizzazione di nuove strutture o parti di strutture, il rifacimento del piping, degli impianti elettrici e del sistema di telecontrollo.

In particolare, il presente progetto prevede i seguenti interventi:

Vasca di carico di Casteldoria

- Interventi di ripristino strutturale delle vasche di carico e della camera di manovra;
- Demolizione dei blocchi di ancoraggio esistenti presenti all'interno della camera di manovra;
- Demolizione e rifacimento del solaio di copertura della camera di manovra;
- Demolizione della passerella in calcestruzzo nel setto divisorio tra le vasche;
- Rimozione del piping esistente all'interno della camera di manovra e realizzazione del nuovo piping;
- Rimozione e sostituzione di paratoie;
- Realizzazione del nuovo piping di arrivo, di by-pass e di presa;
- Realizzazione dei nuovi pozzetti per l'alloggio delle apparecchiature idrauliche sulle tubazioni di arrivo, di by-pass e di ingresso in vasca;
- Sistemazione dell'area esterna (rifacimento recinzione e sostituzione cancello);
- Realizzazione della strada lungo il perimetro delle vasche;
- Realizzazione del fosso di guardia a salvaguardia delle vasche;
- Rifacimento degli impianti elettrici;
- Realizzazione sistema di telecontrollo.

Vasca di arrivo di Truncu Reale

- Demolizione dei blocchi di ancoraggio esistenti presenti all'interno della camera di manovra;
- Demolizione del pozzetto di sezionamento in ingresso e realizzazione di nuovo pozzetto;
- Demolizione e realizzazione del solaio di copertura della camera di misura della portata in ingresso;
- Demolizione e realizzazione nuovo pozzetto di alimentazione per Porto Torres;



- Demolizione e realizzazione del nuovo pozzetto di raccolta dreni;
- Demolizione e realizzazione del nuovo pozzetto per il misuratore di portata per Tottubella;
- Realizzazione nuova vasca di erogazione;
- Demolizione della passerella sul setto di separazione delle vasche;
- Realizzazione pozzetti per alloggio valvole anticipatrici del colpo d'ariete;
- Sostituzione di scale e ringhiere;
- Sistemazione dell'area esterna;
- Rifacimento degli impianti elettrici;
- Realizzazione sistema di telecontrollo.

Vasca di arrivo di Porto Torres

- Demolizione della camera del venturimetro e realizzazione del nuovo pozzetto di sezionamento in ingresso;
- Realizzazione del nodo idraulico per il sollevamento di Porto Torres;
- Realizzazione del pozzetto di alloggio del nodo idraulico in uscita;
- Realizzazione del pozzetto di alloggio del misuratore di portata in uscita;
- Demolizione della passerella sul setto di separazione delle vasche;
- Realizzazione pozzetti per l'alloggio delle valvole anticipatrici del colpo d'ariete;
- Sostituzione di scale e ringhiere.
- Demolizione dell'edificio esistente in corrispondenza dell'opera di presa;
- Sistemazione dell'area esterna
- Rifacimento degli impianti elettrici;
- Realizzazione sistema di telecontrollo.

1.6 Modifiche rispetto al progetto definitivo

1.6.1 Generalità

Il presente progetto, in accordo a quanto previsto dal progetto definitivo, prevede la ristrutturazione della vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres, la ristrutturazione della vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas, la ristrutturazione della vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale. Le ulteriori indagini che si sono rese necessarie per la progettazione esecutiva hanno mostrato uno stato dei luoghi diverso rispetto a quello rilevato in occasione della redazione del progetto definito. Per tale motivo, in fase di redazione del



presente progetto esecutivo è stato necessario apportare alcune modifiche volte all'ottimizzazione della funzionalità e della durabilità del sistema.

Nei paragrafi seguenti, per ciascuna vasca si riportano le differenze tra le previsioni del progetto definito e quelle del progetto esecutivo.

1.6.2 Vasca di carico di Casteldoria

Le differenze principali relative agli interventi previste nel progetto definitivo ed esecutivo, per la vasca di Casteldoria sono di seguito elencate:

- **camera di misura delle portate in uscita**: il progetto esecutivo (PE) non prevede più la realizzazione di tale camera, prevista nel progetto definitivo (PD).
- **Schema idraulico in ingresso ed uscita dalla vasca di Casteldoria**: rispetto al PD, il PE ha previsto la revisione dell'intero schema idraulico in ingresso e uscita. Per i dettagli si rimanda al paragrafo 6.2.2.
- **Modifica della tipologia di ripristino strutturale**: il PE ha previsto la modifica dell'estensione della superficie di intervento. Per i dettagli si rimanda al paragrafo 6.2.1.

1.6.3 Vasca terminale di Porto Torres

Le differenze principali relative agli interventi previste nel progetto definitivo ed esecutivo, per la vasca di Porto Torres sono di seguito elencate:

- **schema idraulico in ingresso ed in uscita dalla vasca**: il PE ha apportato una modifica allo schema idraulico in ingresso ed in uscita alle vasche rispetto al PD. Per i dettagli si rimanda ai paragrafi 6.4.2.1 e 6.4.2.2.
- **Modifica della tipologia di ripristino strutturale**: il PE ha previsto la modifica dell'estensione della superficie di intervento. Per i dettagli si rimanda al paragrafo 6.4.1
- **Pozzetto di alloggio del nodo idraulico per il sollevamento di Porto Torres**: il PE prevede la realizzazione di tale nodo non previsto nel PD. Per i dettagli si rimanda al paragrafo 6.4.3.3.
- **Pozzetto di alloggio nodo condotta di alimentazione vasche del consorzio industriale**: il PE prevede la realizzazione di tale nodo non previsto nel PD. Per i dettagli si rimanda al paragrafo 6.4.3.7



1.6.4 Vasca terminale di Truncu Reale

Le differenze principali relative agli interventi previste nel progetto definitivo ed esecutivo, per la vasca di Truncu Reale sono di seguito elencate:

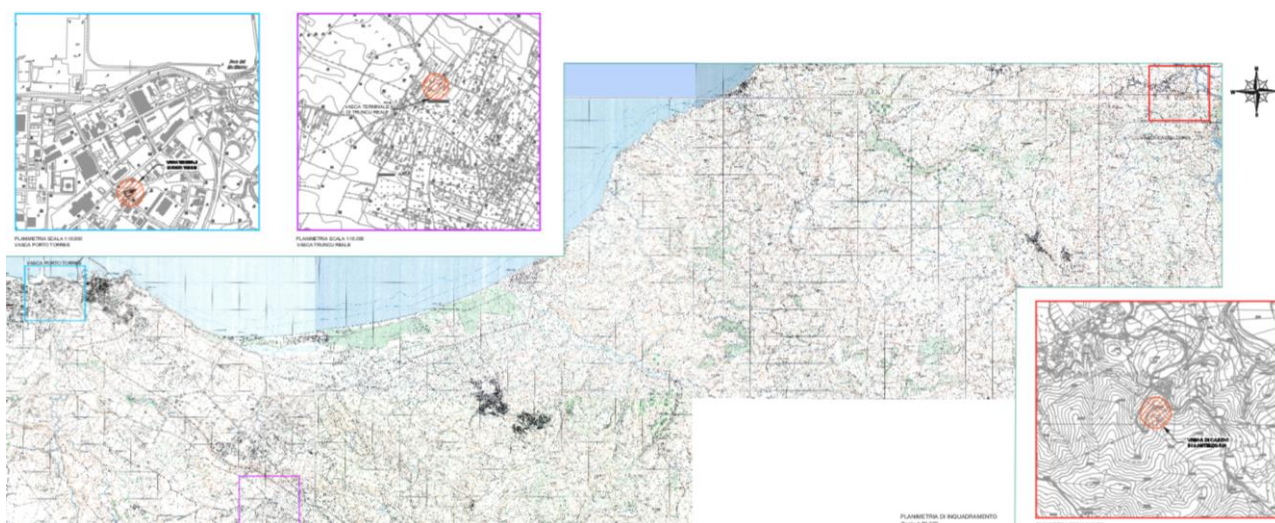
- **schema idraulico in ingresso ed in uscita dalla vasca:** il PE ha apportato una modifica allo schema idraulico in ingresso ed in uscita alle vasche rispetto al PD. Per i dettagli si rimanda ai paragrafi 6.3.2.1 e 6.3.2.2.
- **Modifica della tipologia di ripristino strutturale:** il PE ha previsto la modifica dell'estensione della superficie di intervento. Per i dettagli si rimanda al paragrafo 6.3.1.



2 Inquadramento territoriale e stato attuale

Le opere previste con il presente progetto esecutivo riguardano la Ristrutturazione della vasca terminale *linea Coghinas 1°*, in località Porto Torres, la Ristrutturazione della vasca di carico di *Casteldoria*, in agro di S.M. Coghinas, e, infine, la Ristrutturazione della vasca terminale *linea Coghinas 2°*, in località Truncu Reale.

L'immagine seguente riporta un inquadramento generale della ubicazione delle vasche. Per i dettagli si rimanda all'elaborato **G.1.2.**



La distanza tra la vasca di Casteldoria e quelle di Porto Torres e di Truncu Reale è di circa 50 chilometri, mentre, la distanza tra la vasca di Porto Torres e quella di Truncu Reale è di circa 10 chilometri.

Le distanze reciproche sono tali per cui l'organizzazione del lavoro di ciascuna vasca non può che essere indipendente dalle altre: i cantieri relativi ad ogni vasca saranno, pertanto, tre distinti sia per logistica che per organizzazione.

La vasca terminale della linea Coghinas 1° ricade nel territorio del Comune di Porto Torres (Provincia di Sassari), entro l'area di sviluppo industriale prossima al porto. L'area della vasca interessata dai lavori è interamente recintata, accessibile da ampio cancello cui si accede dalla viabilità dell'area industriale suddetta.



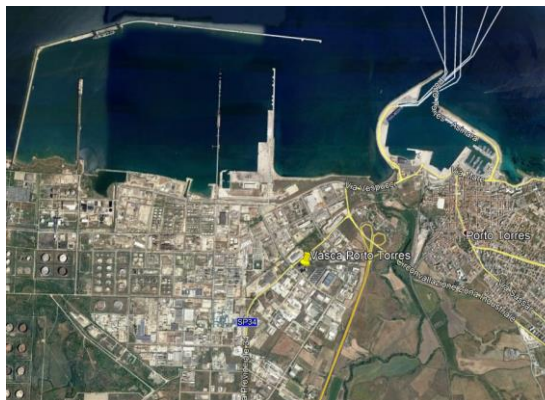
*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo

Denominazione: Vasca Porto Torres

Coordinate nel sistema UTM – WGS84

Est: 447960.00

Nord: 4520061.00



Inquadramento generale



Inquadramento di dettaglio

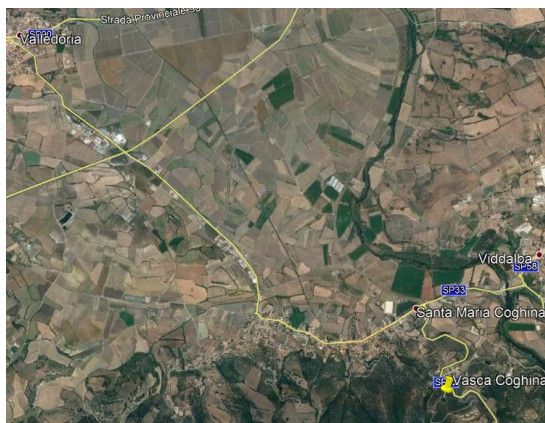
La vasca di carico della condotta Coghinas 2° di Casteldoria è sita nel territorio del Comune di S. Maria Coghinas (Provincia di Sassari). Il sito oggetto di intervento è accessibile dalla strada di servizio esistente che si distacca dalle strade urbane pubbliche: L'intera area che racchiude la vasca e le relative opere di servizio è interamente recintata.

Denominazione: Vasca Coghinas

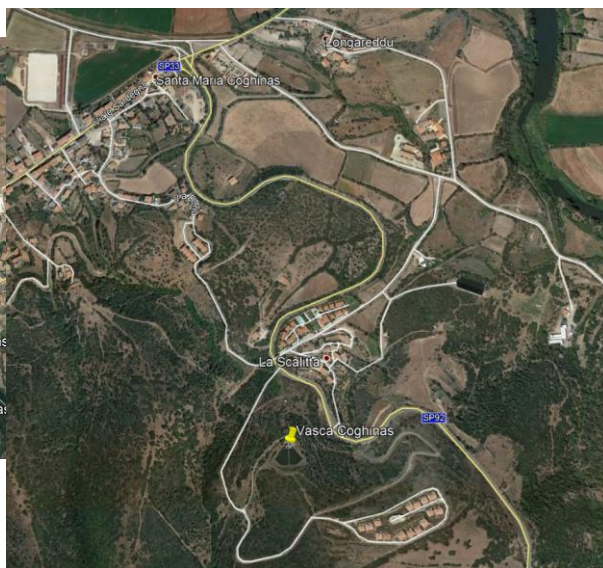
Coordinate nel sistema UTM – WGS84

Est: 489910.00

Nord: 4527658.00



Inquadramento generale

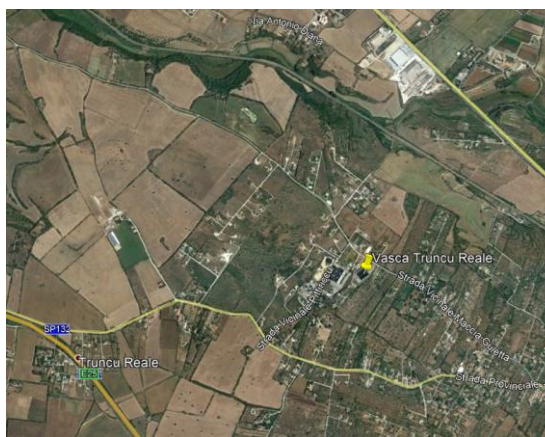




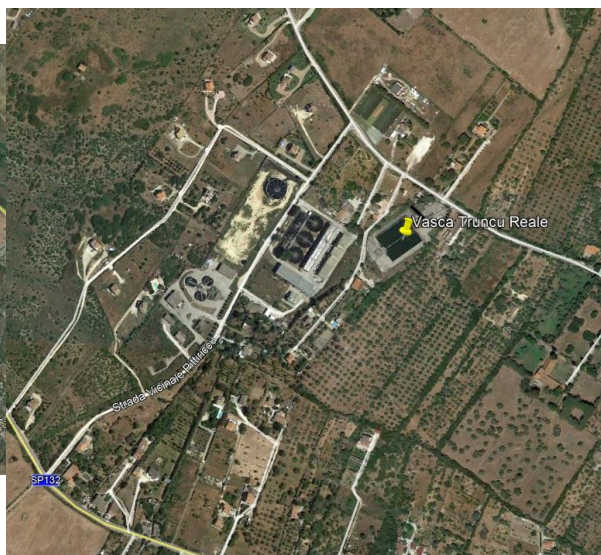
Inquadramento di dettaglio

La vasca di terminale della linea Coghinas 2°, in località Truncu Reale, ricade nel territorio del Comune di Sassari all'interno dell'area industriale di Truncu Reale. L'area della vasca interessata dai lavori è interamente recintata, accessibile da ampio cancello cui si accede dalla viabilità pubblica e per tramite dal tessuto viario dell'area industriale suddetta che si diparte dalla Strada Statale 131.

Denominazione: Vasca Truncu Reale **Coordinate nel sistema UTM – WGS84**
Est: 455981.00 Nord: 4512698.00



Inquadramento generale



Inquadramento di dettaglio

2.1 Descrizione dello stato attuale dei luoghi

Data l'importanza che le tre vasche rivestono nella gestione attuale dell'intero sistema acquedottistico Coghinas, in fase di sopralluogo e rilievo, non è stato possibile svuotare le vasche per i disagi che questo avrebbe determinato alla popolazione servita, per cui i rilievi con il laser scanner sono stati condotti in presenza di acqua. Tuttavia, lo strumento, non rileva ciò che si trova sottobattente. Questo significa che tutto ciò che non è stato possibile rilevare direttamente per la presenza, appunto, dell'acqua, è stato acquisito come dato dal progetto definitivo. Lo stato di consistenza delle strutture in conglomerato cementizio armato, così come verificato, è in condizioni peggiori rispetto a quello rilevato al momento della



stesura del progetto definitivo. Il rilievo con il laser scanner ha, infatti, documentato in modo ineccepibile lo stato di consistenza attuale in virtù del quale sono state valutate ed individuate le quantità e le tipologie di intervento.

Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio esistenti delle camere di manovra e dei pozzetti esistenti sono in condizioni d'uso tali da richiedere di essere integralmente sostituiti al fine di garantire che la vita utile delle strutture idrauliche su cui si interviene, sia estendibile ad ulteriori decenni dall'intervento. Risultato che non potrebbe garantirsi intervenendo esclusivamente sulle parti a vista dei pezzi speciali in acciaio.

Per gli approfondimenti sullo stato attuale si rimanda alla relazione specialistica **R.4**, Relazione sullo stato di consistenza, che illustra i contenuti dello stato attuale delle tre vasche oggetto di intervento.

Tuttavia, per consentire al lettore di avere le informazioni necessarie si riporta un breve cenno, per ciascuna di esse, sullo stato di consistenza attuali delle vasche.

2.1.1 Vasca di carico di Casteldoria

Lo stato di consistenza della vasca di carico è in cattive condizioni. Le strutture in cemento armato presentano uno stato di degrado tale che, per le parti a contatto con l'atmosfera, il copriferro è completamente assente in molte aree, lasciando scoperti i ferri di armatura. Per le parti sommerse non si ha conoscenza in quanto la presenza d'acqua, come detto in precedenza, non ha permesso il rilievo dello stato di consistenza.

Anche le tubazioni in acciaio presenti all'interno della camera di manovra versano in pessimo stato, risultando fortemente ossidate.

2.1.2 Vasca terminale di Truncu Reale

Lo stato di consistenza della vasca di arrivo di Truncu Reale è cattivo. Le strutture in cemento armato presentano uno stato di degrado tale che, per le parti a contatto con l'atmosfera, il copriferro è completamente assente in molte aree, lasciando scoperti i ferri di armatura. Analizzando il paramento esterno, si notano leggere lesioni che consentano la trafilatura dell'acqua contenuta nelle vasche.

Anche le tubazioni presenti all'interno della camera di manovra versano in pessimo stato. Esse sono in acciaio e sono fortemente ossidate. Anche gli organi di manovra versano in pessimo stato in quanto si evidenzia una consistente perdita d'acqua dalle flange.



I pozzetti presenti nell'area esterna, contenenti organi di manovra presentano uno stato di degrado delle strutture tale da mettere in luce il copriferro, unitamente agli organi di sezionamento posizionati al loro interno che versano anch'essi in pessimo stato.

2.1.3 Vasca terminale di Porto Torres

Lo stato di consistenza della vasca di arrivo di Porto Torres non è buono. Le strutture in cemento armato presentano uno stato di degrado tale che, per le parti a contatto con l'atmosfera, il copriferro è completamente assente in molte aree, lasciando scoperti i ferri di armatura. La vasca è totalmente interrata per cui non è stato possibile rilevare se dalle pareti delle vasche trafile acqua.

Le tubazioni presenti all'interno della camera di manovra versano in pessimo stato. Esse sono in acciaio e sono fortemente ossidate. Anche gli organi di manovra versano in pessimo stato in quanto si evidenzia una consistente perdita d'acqua dalle flange.

I pozzetti presenti nell'area esterna, contenenti organi di manovra presentano uno stato di degrado delle strutture tale da mettere in luce il copriferro.

Anche gli organi di sezionamento all'interno versano in pessimo stato.

Infine, il torrino piezometrico presenta uno stato di degrado pessimo confermato dalle indagini integrative effettuate da ENAS.



3 Indagini volte alla riduzione degli imprevisti

La ricerca degli approfondimenti conoscitivi sullo stato dei luoghi finalizzato alla riduzione degli imprevisti in fase di costruzione è una delle fasi più importanti della progettazione, soprattutto di quella esecutiva.

Questo risulta di maggiore importanza per gli interventi che riguardano infrastrutture esistenti che necessitano, come quelle in esame, di efficientamenti strutturali ed impiantistici.

Nel presente capitolo si dà conto di quelle attività ricognitive che sono state sviluppate per acquisire informazioni utili ad ampliare il quadro di conoscenze sullo stato attuale necessario alla corretta individuazione, sia qualitativa che quantitativa, degli interventi di risanamento ed efficientamento funzionale.

Inoltre, relativamente all'indagine per il rinvenimento di ordigni bellici per l'esecuzione dei lavori il presente progetto non prevede l'esecuzione di bonifica bellica preventiva, in seguito alla relativa valutazione del rischio di rinvenimento di ordigni bellici riportata nel piano di sicurezza e coordinamento (cfr. elab. A.3.1).

3.1 Indagini laser scanner

Allo scopo di garantire la perfetta compatibilità tra le opere in progetto e quelle esistenti e per verificare quanto riportato nel progetto definitivo a base di gara, il RTP ha condotto specifiche attività di *reverse engineering* presso le vasche.

Il rilievo dello stato di consistenza attuale delle tre vasche, sia della parte strutturale che del piping e dei punti singolari, è stato condotto con l'utilizzo della strumentazione di seguito elencate:

- Stazione Totale LEICA TS06 e LEICA ricevitore GPS/GNSS GS15.
- Laser Scanner 3D LEICA C10, caratterizzato da alta velocità, compensatore biassiale, precisione elevata, scanner a lunga portata, innovativo per produttività, versatilità dell'High-Definition Surveying (HDS™) nei rilievi as-built e topografici.
- Localizzatore SeekTeck SR-20: per la ricerca di tubazioni sotterranee.

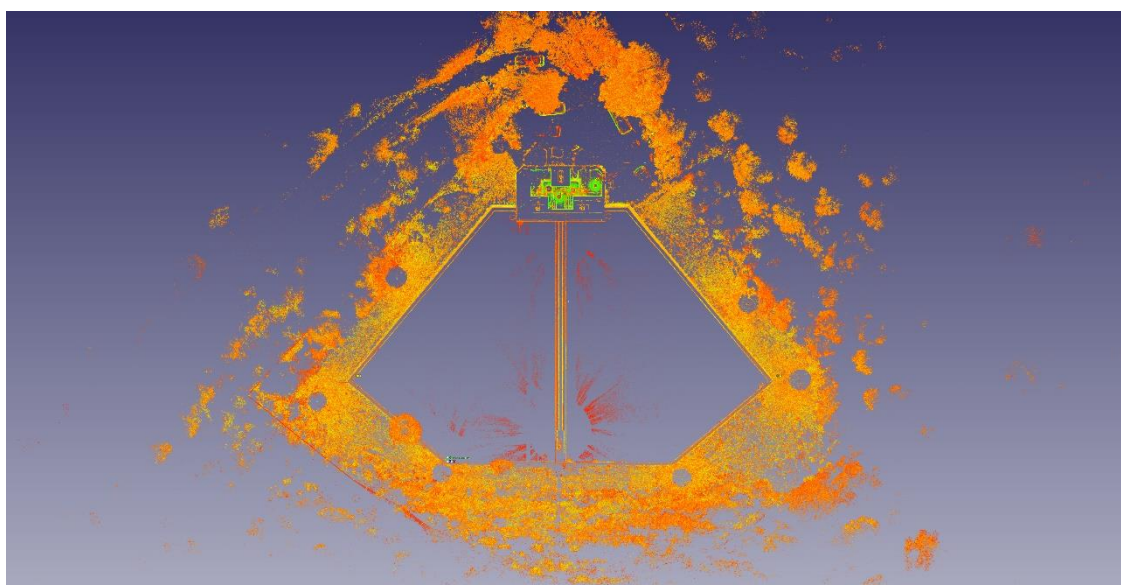
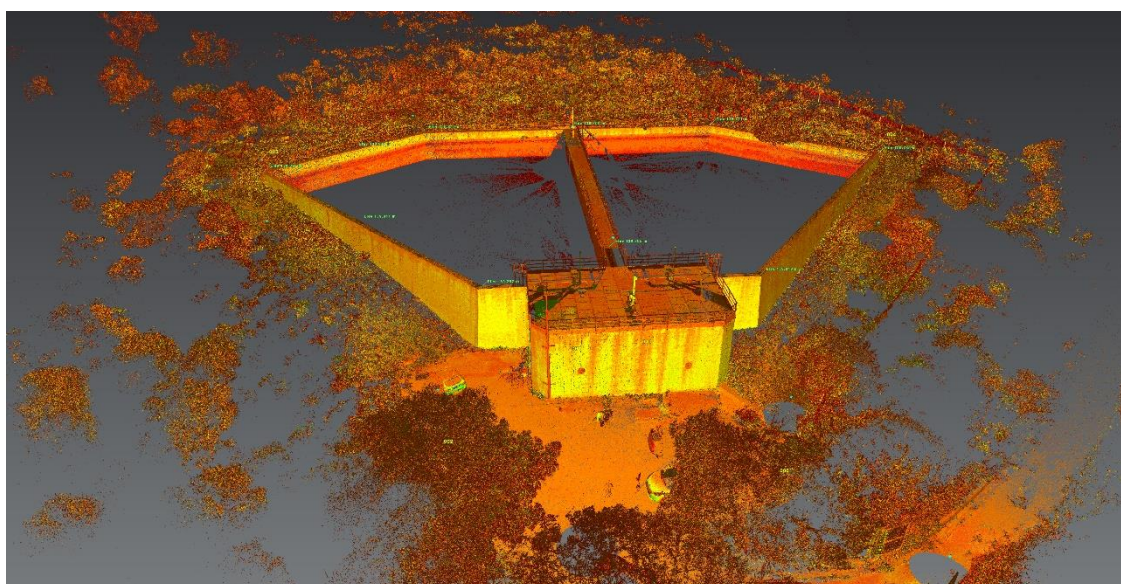
Nello specifico, con strumentazione Laser Scanner, sono stati ricostruiti i modelli 3D del piping esistente (rilevando anche diametri, materiali, pezzi speciali, apparecchiature, etc.): ciò ha consentito di individuare le migliori soluzioni tecniche atte a garantire la piena compatibilità tra le opere in progetto e quelle già realizzate. Si sono rilevati con Laser Scanner gli ingombri dimensionali delle

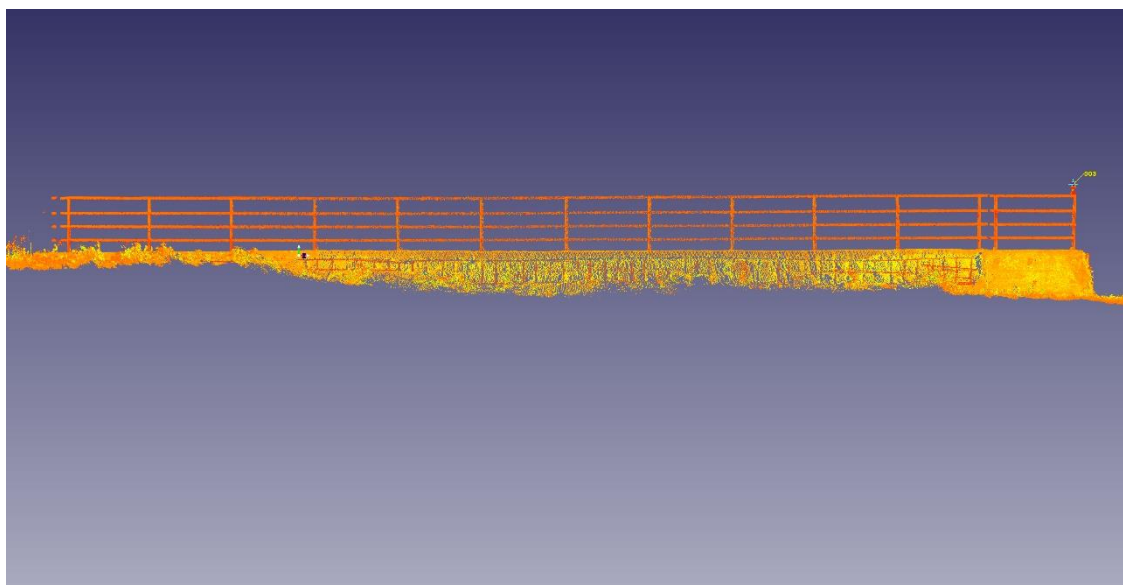
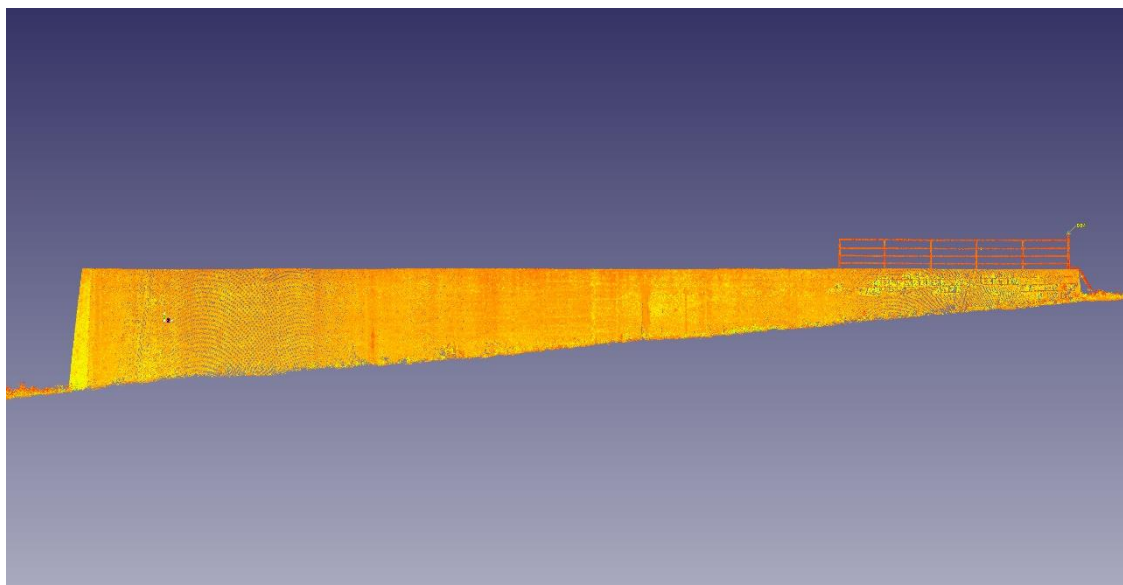


strutture esistenti, nonché le caratteristiche di tutto ciò che insiste nelle aree di pertinenza delle vasche (viabilità, recinzioni, etc.). Inoltre, il Laser Scanner (LS) 3D ha consentito di verificare lo stato di conservazione delle strutture in conglomerato cementizio esistenti: presenza di lesioni - anche di modesta entità, non rilevate nel precedente livello di progettazione - nonché analisi dell'orizzontalità delle strutture, per verificare eventuali cedimenti.

Di seguito si riportano, per ciascuna delle tre vasche, alcune immagini della restituzione dei rilievi effettuati con il laser scanner.

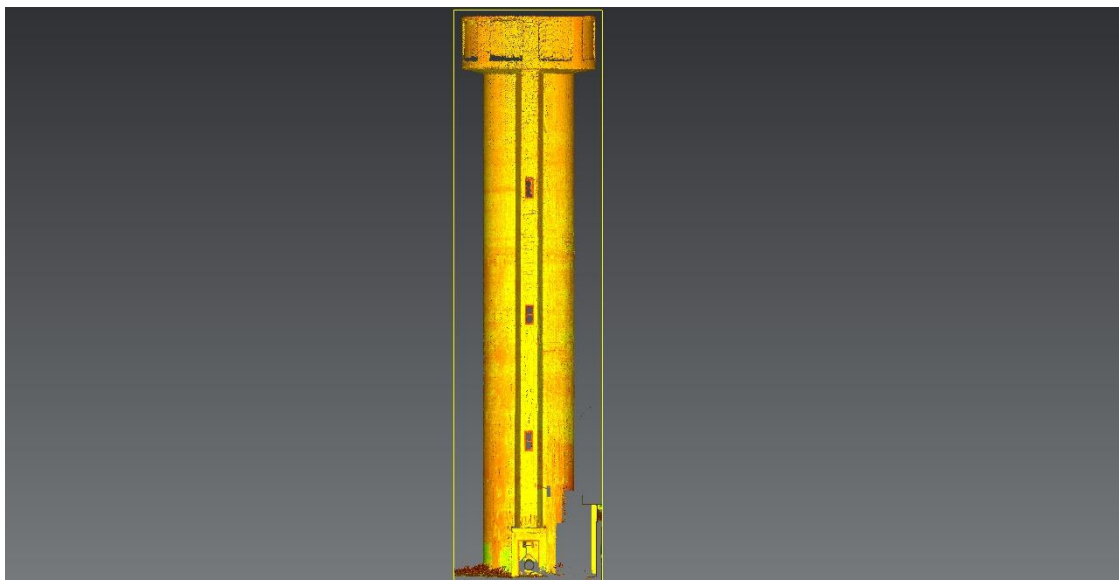
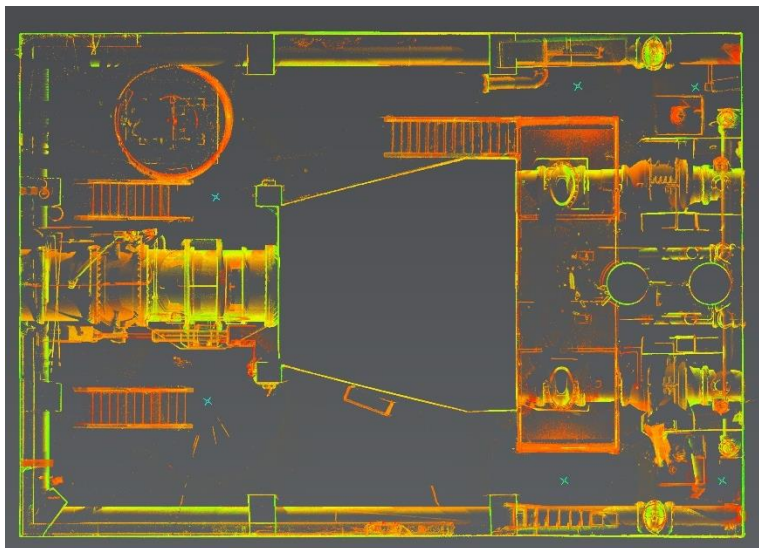
Casteldoria





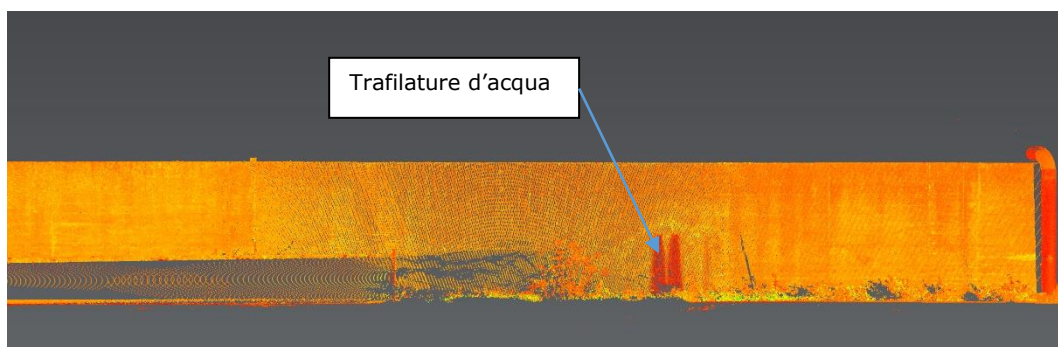


Porto Torres



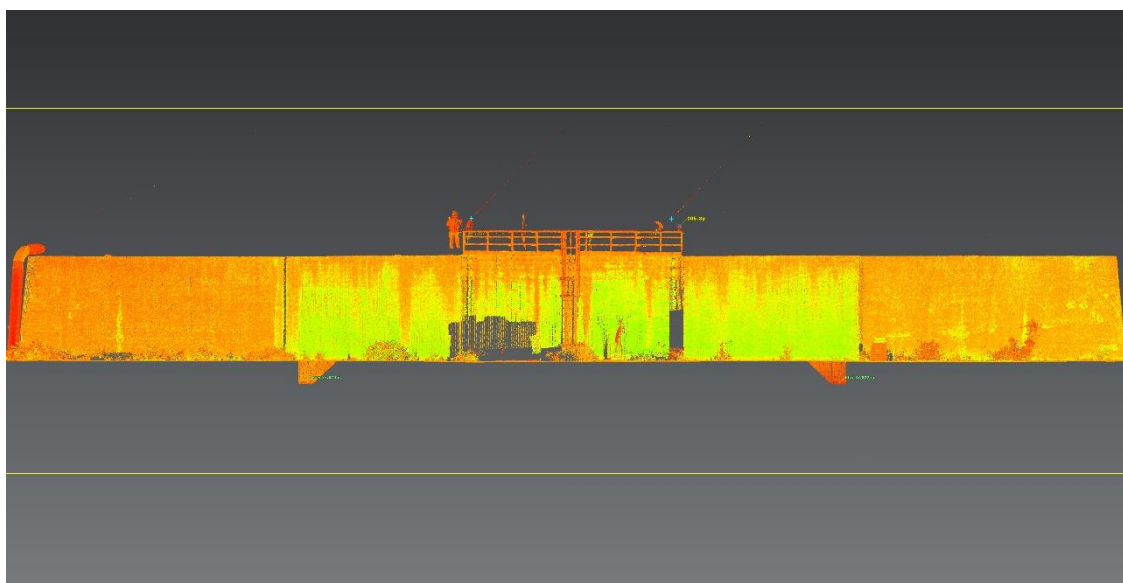
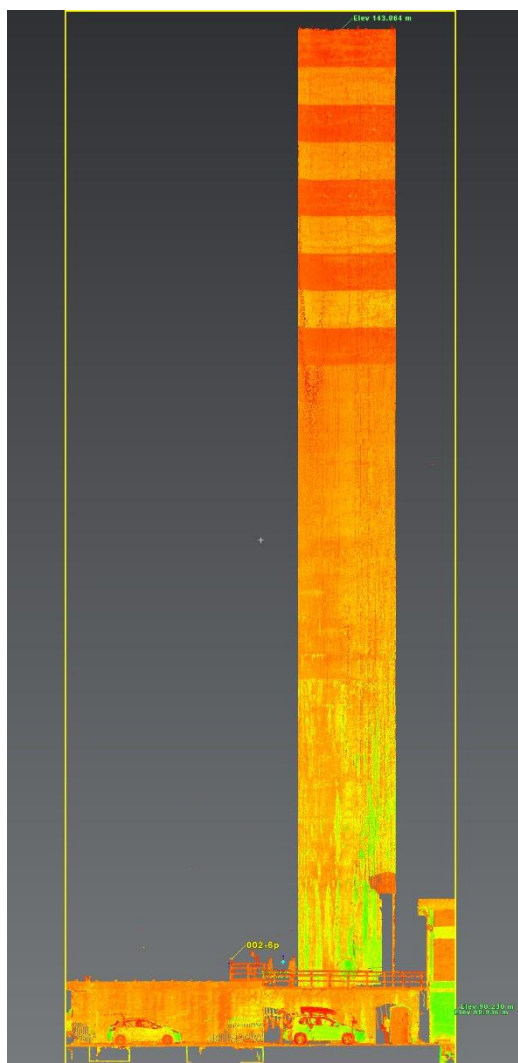


Truncu Reale





*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo





3.2 Supplemento di indagini su Porto Torres torrino

Dai rilievi effettuati con il laser scanner è emersa un'entità del degrado strutturale del torrino piezometrico di Porto Torres, tra medio e profondo.

Tale condizione ha generato una richiesta, da parte del RTP, di approfondimento dello stato di consistenza del citato torrino piezometrico, attraverso una specifica indagine sul paramento in oggetto, mirata ad identificare con precisione le cause del degrado (carbonatazione, cloruri, etc.), valutare la resistenza del calcestruzzo, così da stabilire i loro possibili effetti sulla sicurezza strutturale.

Allo scopo di individuare l'esistenza di processi di corrosione all'interno degli elementi strutturali è stato ritenuto opportuno effettuare analisi chimiche su carote.

Sui carotaggi, da eseguirsi sia nelle zone con calcestruzzo ammalorato che in quelle con calcestruzzo sano, si è suggerito di eseguire analisi chimiche, sezione per sezione, procedendo dall'esterno verso l'interno, in modo da controllare la quantità di cloruro presente. In tal modo si può verificare se il cloruro fosse già presente all'interno dell'originario impasto di calcestruzzo, o se è penetrato dall'ambiente esterno e, in tal caso, quale è stata la profondità di penetrazione.

I prelievi di carote dovranno avvenire nella parte più bassa del torrino, a metà altezza circa e, infine, in sommità.

Ove possibile, le carote dovranno essere rappresentative dell'intero spessore delle pareti del torrino.

Su ogni una delle tre sezioni da indagare sarebbe opportuno prelevare quattro carote in posizione diametralmente opposte.

Le indagini dovranno essere finalizzate a conoscere i seguenti aspetti:

- Resistenza allo schiacciamento
- Aggressione dei cloruri
- Carbonatazione
- Analisi sulle armature.

Sulla base di tali esigenze, ENAS ha predisposto un approfondimento di indagini commissionando alla Ditta GEOSYSTEM quanto richiesto dagli scriventi.

L'esito, non buono, delle risultanze di tali indagini suppletive ha confermato le perplessità degli scriventi seguite, come detto, al rilievo con il laser scanner delle strutture.

Per l'analisi completa delle indagini strutturali si rimanda alla relazione specifica **R.15-** Relazione sull'Analisi delle indagini strutturali.



4 Criteri generali di progettazione

4.1 Criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive (art. 34 del Regolamento)

La presente progettazione esecutiva si basa sul progetto definitivo approvato e mandato in gara da ENAS, il quale contiene tutti gli elementi necessari ai fini della definizione compiuta di tutte le opere da realizzare. Inoltre, il progetto definitivo ha già ottenuto, come da normativa vigente, tutte le autorizzazioni e i pareri tali da rendere conformi le opere alle esigenze di tutti gli Enti interessati, che si sono espressi in Conferenza di servizi.

Dal confronto proficuo tra RTP, RUP e progettista del definitivo si è proceduto a migliorare alcune parti del progetto adattandolo alle attuali nuove condizioni delle infrastrutture, riferite sia allo stato di consistenza che alle funzioni idrauliche. Da questo confronto sono scaturite alcune soluzioni che, nel pieno rispetto degli obiettivi generali del progetto definitivo, ne adeguano le soluzioni impiantistiche alle esigenze di efficientamento idraulico e funzionale, come ampiamente illustrato nel prosieguo della presente relazione.

La progettazione esecutiva, dunque, si basa sulla definizione delle opere del progetto definitivo, rispettandone le scelte effettuate in termini di materiali e di impostazione generale; mentre, le soluzioni impiantistiche inizialmente previste, sono state adeguate alle nuove esigenze.

Il progetto esecutivo si basa:

- sui dati di base, indagini, geologia, approfondimenti tecnici;
- sugli approfondimenti topografici, effettuati con il laser scanner, delle tre importanti infrastrutture;
- sui calcoli idraulici specialistici;
- sul rispetto di tutte le prescrizioni ottenute sul progetto definitivo a seguito di Conferenza di servizi, le quali hanno trovato riscontro nel presente progetto esecutivo;
- sulla ottimizzazione delle scelte progettuali già effettuate nel progetto definitivo, e l'ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni in esso contenute.

Di seguito si riporta un breve stralcio tratto dalla Relazione generale del progetto definitivo in cui l'estensore individua le linee guida che ha seguito nella redazione



del progetto definitivo che con il presente progetto si ingegnerizza: *"Il presente progetto è stato condotto attraverso un profondo e continuo confronto con la competente struttura di gestione delle linee.*

Attraverso sopralluoghi, riunioni e analisi dei dati disponibili dell'esistente sistema di controllo, sono state acquisite le indicazioni per l'ottimale definizione degli interventi necessari.

*Particolare attenzione è stata dedicata alla modalità di conduzione degli interventi in relazione alla continuità di erogazione del servizio alle utenze. **Il principale limite che si riconosce con la realizzazione degli interventi di manutenzione su opere esistenti, in cui sono pienamente ricomprese le tre vasche oggetto del presente progetto, è, infatti, quello di dover adottare idonee misure atte a garantire l'approvvigionamento delle utenze durante lo svolgimento dei lavori.***

Questa considerazione, valida in modo generalizzato, trova nel caso di specie, una particolare complicazione trattandosi di utenze di tipo potabile e industriale.

Gli interventi sono stati quindi studiati in modo da poter definire delle ipotesi di conduzione delle attività di cantiere che, pur nel rispetto dell'autonoma organizzazione dell'appaltatore, vincoli quest'ultimo, attraverso una preliminare precisa pianificazione, da condursi in accordo al competente Servizio di gestione e ai gestori degli impianti serviti, sotto la supervisione dell'ufficio di Direzione Lavori, ad adottare ogni accorgimento e dotazione idonei a garantire la realizzazione delle connessioni e delle opere di bypass riducendo al minimo i disservizi. Per quanto concerne le lavorazioni previste, invece, si conferma l'approccio che ha ispirato la progettazione preliminare da cui origina questo lotto di lavori. Le vasche in questione conserveranno immutata la loro importanza e funzionalità indipendentemente da qualunque intervento sulle condotte stesse quand'anche, data la loro vetustà e stato di conservazione, si definisse la realizzazione di una nuova linea o due in loro sostituzione.

Pertanto, sono state esaminate tutte le possibilità per migliorare l'efficienza gestionale, rendere l'attività degli operatori più sicura e, ovviamente, garantire un allungamento della vita utile delle opere."

Le esigenze, non discutibili, sopra evidenziate da ENAS sono state le linee guida che gli scriventi hanno seguito nella stesura del progetto esecutivo di seguito illustrato. La concreta attuazione di tali principi, infatti, ha vincolato non solo le



sequenze lavorative, appositamente sviluppate, ma anche la previsione di tipologie di opere temporanee, altrimenti non necessarie.

Volendo esplicitare le principali linee guida, che sono state attuate con la progettazione esecutiva, si può dire:

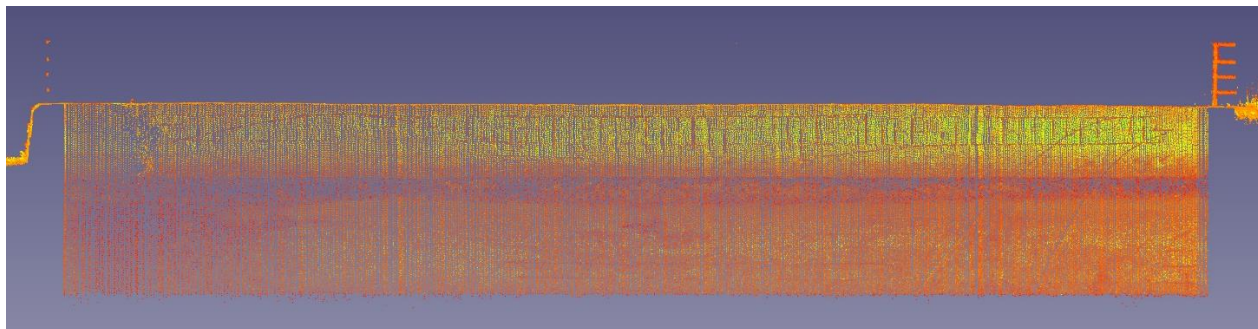
- **che tutti i lavori verranno eseguiti garantendo la continuità dell'alimentazione delle utenze dalle tre vasche; per le lavorazioni che –obbligatoriamente– richiederanno l'interruzione del servizio, ognuna non potrà superare le 8-10 ore di tempo.**
- **Che la progettazione del sistema idraulico di ciascuna delle tre vasche è stata rivista in un'ottica di efficientamento ed ammodernamento, e non di sola manutenzione straordinaria così da garantire un significativo allungamento della vita utile delle opere.**

4.2 Dati posti alla base della progettazione esecutiva

In accordo alla normativa vigente, tutti gli approfondimenti tecnici riguardanti la geologia, le strutture e la geotecnica sono stati oggetto della precedente fase di progettazione definitiva; in quella sede, sono stati effettuati i rilievi topografici e le indagini sullo stato di consistenza dei cementi armati delle vasche, sia delle pareti che del fondo.

Il progetto esecutivo si basa, dunque, su tutte le indagini e gli approfondimenti già condotti nel progetto definitivo.

Inoltre, come già detto, in sede di progettazione esecutiva, si è ritenuto necessario effettuare un'indagine topografica integrativa, condotta per mezzo di strumentazione Laser Scanner C10 LEIKA, di proprietà del RTP. Tale rilievo tridimensionale è stato condotto sui manufatti oggetto di interventi di ristrutturazione. Attraverso il rilievo si effettua una scansione tridimensionale che permette di generare un modello costituito da un insieme di milioni di punti 3D. Sulla base di tale modello si sono così ricostruite le loro reali geometrie riscontrando alcune difformità tra quelle attuali e quelle rappresentate negli elaborati del progetto definitivo, ad esempio sulle vasche e sulle altezze del torrino. Il rilievo ha, inoltre, consentito di poter rilevare in maniera dettagliata i prospetti delle vasche evidenziando le parti maggiormente ammalorate. A titolo esemplificativo si riporta un'immagine relativa al rilievo con laser scanner della parte ammalorata della vasca di Casteldoria dove sono evidenti i ferri di armatura non più solidali al calcestruzzo.



4.3 Il rispetto delle prescrizioni emesse sul Progetto definitivo

In data 8 ottobre e 10 novembre del 2015 si sono svolte le due conferenze di servizi, ai sensi dell'art. 14 e seguenti della legge 241/90 e ss.mm.ii., che hanno consentito al RUP la acquisizione dei pareri e della quale è stato redatto apposito verbale.

L'UTR dei LL.PP. con voto n.170 del 4 febbraio 2016 ha espresso parere favorevole, finalizzato all'approvazione del progetto definitivo in argomento.

Il Rapporto conclusivo di verifica del progetto definitivo (artt. 44- 54 del DPR n. 207/2010) è avvenuto il giorno 6 del mese di aprile del 2016.

Con Determinazione della Direzione Generale, Servizio Opere Idriche e Idrogeologiche, prot. n. 27373 Rep. N. 830 del 18 luglio 2016, nel rispetto di quanto prescritto dal comma 16 dell'art. 7 della Legge Regionale 7 agosto 2007 n. 5, è stato approvato il progetto definitivo dell'intervento *"Ristrutturazione linea Coghinas I e II-- Ristrutturazione della vasca terminale della linea Coghinas 1 in località Porto Torres - Ristrutturazione della vasca di carico di Castedoria In agro di S.M. Coghinas- Ristrutturazione della vasca terminale della linea Coghinas 2 In località Truncu Reale Sassari.*

Successivamente, con disposizione del 15 ottobre 2018 prot. n. 20999, il RUP ha ordinato l'avvio della progettazione esecutiva.

Nell'iter approvativo del progetto definitivo sono state indicate delle prescrizioni da parte di alcuni Enti delle quali si è tenuto conto nella redazione del presente progetto esecutivo.

Di seguito si riporta dei soli Enti che hanno espresso qualche prescrizione nell'articolazione del proprio parere, come riportati nei due verbali delle conferenze di servizio.



La Soprintendenza Archeologica per le province di Sassari e Nuoro, con nota prot. n. 6063 del 20/05/2010, ha espresso parere relativamente alla "Verifica preventiva dell'Interesse Archeologico (D. Lgs n. 163/2006 art. 95)", condotta in fase di progettazione preliminare, con la prescrizione, per i siti di Sassari e Porto Torres, della sorveglianza agli scavi da parte di un archeologo specializzato sotto la direzione scientifica della stessa Soprintendenza.

Il Consorzio Industriale Provinciale di Sassari, rappresentato dal geom. Andrea Scarpa, segnala l'esigenza, durante l'esecuzione delle opere, di garantire la continuità del transito sulla strada consortile interessata dai lavori, di procedere ai successivi ripristini del manto della carreggiata da realizzarsi a regola d'arte e, infine, di garantire la continuità della alimentazione idrica del comparto industriale.

4.3.1 Prescrizioni per le fasi di scavo in sito SIN a Porto Torres

Relativamente al sito di Porto Torres, la conferenza di servizi ha stabilito che *l'intervento in progetto è ricompreso nelle casistiche previste dall'art. 34 commi 7-8-9-10 D.L. n. 133/2014, come convertito dalla L. n. 164/2014, e che le risultanze del Piano di caratterizzazione allora in corso d'attuazione a cura del Consorzio Industriale Provinciale di Sassari avrebbero fornito le informazioni necessarie alla caratterizzazione dell'area in esame.*

In proposito il RUP ha chiarito che, successivamente alla conclusione della conferenza di servizi sul progetto definitivo, su richiesta dell'ENAS:

- con nota prot. n. 4916 in data 13.02.2018, il Dipartimento ARPAS Sassari e Gallura ha trasmesso il rapporto di validazione emesso relativamente alle attività di caratterizzazione delle aree libere consortili, svolte dal Consorzio Industriale Provinciale di Sassari, rimandando alla documentazione tecnica da acquisire presso lo stesso Consorzio per le caratteristiche specifiche dei sondaggi, individuati di interesse con riferimento all'intervento in oggetto;
- con nota prot. n. 1635/02/2018 in data 15.02.2018, il Consorzio Industriale Provinciale di Sassari ha trasmesso la Relazione generale del piano di caratterizzazione; per i sondaggi di interesse, le stratigrafie e la tabella dei parametri riscontrati nei campioni di terreno, sono stati ottenuti valori inferiori alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione, CSC, di cui alla tabella 1 col. B dell'All. 5 al Titolo V Parte IV D.Lgs. n. 152/2006.

Di conseguenza, **l'intervento in progetto è consentito ai sensi dell'art. 34 comma 7 D.L. n. 133/2014, come convertito dalla L. n. 164/2014, e il**



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo

riutilizzo in situ dei materiali prodotti dagli scavi è altresì consentito ai sensi del comma 9 dello stesso art. 34.



5 Criteri di progettazione del consolidamento corticale

Nel presente capitolo vengono affrontati i criteri utilizzati per il consolidamento corticale delle strutture in conglomerato cementizio armato presenti nelle tre aree delle vasche di Casteldoria, di Truncu Reale e di Porto Torres.

In particolare, saranno definiti le caratteristiche dei materiali da impiegare e le migliori tecniche di intervento da utilizzarsi.

Per le peculiarità, poi, relative a ciascuna di esse si rimanda ai relativi paragrafi del capitolo successivo al presente. Sotto un profilo generale, gli aspetti fondamentali da considerare nell'affrontare questo tipo d'intervento sono di seguito elencati:

- indagini ed individuazione delle cause del degrado
- individuazione dell'entità del degrado
- individuazione della tecnica di intervento
- definizione delle caratteristiche dei materiali

Un'importante guida al ripristino delle strutture in conglomerato cementizio armato è rappresentata dalla norma UNI EN 1504 *“Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo: Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e dei sistemi”*. L'obiettivo primario di un intervento di consolidamento consiste nel garantire la resistenza del complesso strutturale alle azioni di progetto prevedibili per l'intero periodo di vita utile residuo fissato, assicurando al contempo sufficiente durabilità ed il soddisfacimento della funzionalità in esercizio. I criteri generali cui devono ispirarsi gli interventi di consolidamento delle costruzioni sono diversi a seconda che si debba in alternativa:

- ripristinare semplicemente l'integrità di ogni parte del manufatto;
- eseguire un complesso di opere di rafforzamento che rendano il manufatto stesso atto a resistere alle azioni di progetto.

Nei due casi l'intervento è rivolto o al semplice recupero delle caratteristiche di resistenza originarie o all'aumento delle stesse, che si rende necessario per far fronte ad azioni non previste in fase di progetto, ad una variazione della destinazione funzionale o per ovviare a tutte le possibili cause di degrado strutturale.

Nel caso in esame, dopo avere riscontrato la buona consistenza del calcestruzzo, lo scopo dell'intervento pianificato con il progetto definitivo è quello di ripristinare



semplicemente l'integrità di ogni parte del manufatto, vasche, torrini e camere di manovra.

A seguito dell'esecuzione delle indagini, sono state determinate le condizioni delle strutture, che generalmente non presentano situazioni omogenee di degrado e, quindi, richiedono in tutti i suoi elementi strutturali diversi metodi di intervento in funzione del tipo, profondità ed estensione del problema.

Le condizioni riscontrate durante i rilievi con laser scanner, incrociate con le indagini di laboratorio effettuate nel 2013, hanno portato alla individuazione delle seguenti tre entità di degrado:

- LIEVEMENTE DEGRADATA (ripristino millimetrico)
- MEDIAMENTE DEGRADATA (ripristino centimetrico da 1 a 5 cm)
- PROFONDAMENTE DEGRADATA (ripristino decimetrico)

Per ciascuna delle tre condizioni di degrado di seguito si indicano le possibili modalità di intervento.

Superficialmente degradata

Qualora le indagini abbiano rivelato assenza di contaminazione profonda e la presenza di degrado limitato ad uno strato corticale di spessore esiguo (ad esempio da 1 fino a 10 millimetri) il metodo di intervento consiste nella rasatura, cioè nell'applicazione di uno strato di prodotto da restauro di spessore limitato previa asportazione della parte ammalorata.

Situazioni di questo tipo si riscontrano a seguito dell'azione di un numero limitato di cicli di gelo/disgelo, di debole attacco chimico, di condizioni di esercizio che comportano abrasione ed erosione, di elementi strutturali in cui alcuni ferri di armatura (staffe) risultano fin dall'inizio collocati troppo vicino alla superficie (copriferro da 0 a 2-3 mm).

Mediamente degradata

Viene qualificata mediamente degradata una struttura in cui i problemi di ammaloramento comportino la rimozione e la sostituzione di spessori consistenti di calcestruzzo (da 1 fino a 5 centimetri).

Tale tipo di degrado può essere prodotto da avanzati fenomeni di corrosione in atto, da reazioni chimiche espansive, da prolungati e numerosi cicli di gelo/disgelo, da problemi di erosione in strutture idrauliche e anche da azioni meccaniche rilevanti. La necessità di rimuovere spessori di calcestruzzo consistenti può



derivare anche dalla presenza di strati di materiale contaminato da cloruri o carbonatati.

I metodi d'intervento che vengono utilizzati sono:

- lo spruzzo ed il rinzafo (applicazione manuale) quando si interviene su elementi strutturali verticali o all'intradosso di elementi orizzontali;
- il colaggio quando si interviene all'estradosso di elementi orizzontali, oppure su applicazioni entro cassero.

Profondamente degradata

Qualora i fenomeni descritti per le strutture mediamente degradate siano in atto ad un grado avanzato interessando spessori di calcestruzzo superiori ai 5 centimetri, dovranno essere utilizzati appositi prodotti contenenti aggregato dal diametro massimo intorno ai 6÷8 millimetri (betoncini) e all'aumentare degli spessori d'intervento (>10 cm) si utilizzeranno speciali calcestruzzi a ritiro compensato.

I metodi d'intervento che vengono utilizzati sono:

- il colaggio quando si interviene all'estradosso di elementi orizzontali;
- l'incamiciatura quando si ripristinano elementi strutturali verticali o si interviene all'intradosso di elementi orizzontali.

5.1 Definizione delle caratteristiche dei materiali

Alla base di un intervento di ripristino o di rinforzo vi è l'ottenimento della massima adesione al supporto. Questa proprietà si traduce in tre aspetti fondamentali:

- parametri elastici simili al supporto: modulo elastico, coefficiente di allungamento termico;
- parametri fisici stabili nel tempo della malta da riparazione, quindi assenza di lesioni da ritiro;
- parametri legati all'adesione malta-supporto: preparazione del supporto, parametri energetici, resistenza a trazione e duttilità a trazione.

Il presente progetto esecutivo pone la massima attenzione alle prescrizioni dei prodotti, identificando i carichi, il modello strutturale e le proprietà fondamentali dei materiali (la resistenza a compressione), le prescrizioni circa la stabilità dimensionale nel tempo, così da evitare l'impiego di malte cementizie con ritiro elevato destinate a staccarsi a seguito dei ritiri naturali cui sono soggette le malte.

La soluzione individuata è basata su prodotti caratterizzati dalla "espansione in aria". Con questa espressione ci si riferisce ad un comportamento tipico che consiste in un'espansione volumetrica che si sviluppa nell'arco delle prime 24÷36 ore, di entità tale da compensare il ritiro di qualsiasi prodotto cementizio.



I prodotti complessivamente impiegati per il ripristino di strutture in calcestruzzo che si sono degradate a causa di azioni aggressive dell'ambiente devono evidentemente essere in grado di resistere a tali aggressioni, ed è quindi indispensabile che la loro idoneità venga verificata sottoponendoli a test volti ad accertare la loro:

- resistenza alla carbonatazione
- impermeabilità all'acqua
- impermeabilità e resistenza ai cloruri
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo.

Per evitare di impiegare onerose applicazioni di rete elettrosaldata per il contrasto dell'espansione nelle malte da ripristino, è stato introdotto, oggi, l'utilizzo di fibre inorganiche flessibili, presenti in quantità elevatissima all'interno della malta, garantendo la realizzazione di un reticolo tridimensionale che permette il contrasto all'espansione senza incorrere in complicazioni nella fase applicativa. Il presente progetto indica i requisiti prestazionali dei materiali da impiegarsi negli interventi di ripristino corticale. In corso d'opera, tali requisiti saranno verificati in tre fasi successive:

- Controlli di prequalifica
- Controlli in corso d'opera
- Controlli di collaudo

Controlli di prequalifica

Una volta affidato l'appalto, prima che i materiali siano impiegati, è importante verificare che gli stessi siano conformi alle specifiche progettuali, in base ai dati caratteristici dei materiali, suffragati da prove dirette eseguite presso Laboratori. È importante la tempistica di tali valutazioni che quindi dovranno essere fatte con opportuno anticipo rispetto alla data di inizio lavori.

Controlli in corso d'opera

In corso d'opera i lavori saranno da eseguirsi prove e test sui materiali di fornitura. La D.L. su indicazione del Committente, potrà richiedere che il Produttore fornisca, congiuntamente al materiale, una dichiarazione che attesti le prestazioni specifiche della partita di materiale che è consegnata di volta in volta.

Controlli di collaudo

Una volta completate le lavorazioni, saranno da effettuare delle prove sulle lavorazioni eseguite volte ad accertare la corretta esecuzione dei lavori.



5.2 Individuazione delle tecniche di intervento

Come detto, in tutti e tre i siti d'intervento sono stati previsti interventi di ripristino dei paramenti interni ed esterni delle strutture in Cemento Armato non soggetti a demolizione, nello specifico delle vasche di arrivo ed accumulo e della Camera di manovra di Casteldoria.

Infatti, così come evidenziato dalla campagna d'indagine diagnostica (Giugno 2013) eseguita dall'Ente in fase di esecuzione del Progetto Definitivo e, successivamente, dalla restituzione dei rilievi eseguiti con Laser Scanner a corredo del presente Progetto Esecutivo, le superfici dei citati manufatti si presentano in condizioni di significativo degrado generato, in particolare, dai processi di carbonatazione instauratisi nel tempo, che si presentano con differenti profondità a seconda che si trovino o meno a contatto degli agenti atmosferici, o a diretto contatto con l'acqua invasata (sottobattente).

Precisamente, per quelle a diretto contatto con gli agenti atmosferici, sono risultate profondità medie di carbonatazione comprese tra 0,5 cm e 6,00 cm., mentre, per le superfici sottobattente a diretto contatto dell'acqua, le indagini eseguite dall'Ente hanno evidenziato una profondità di carbonatazione più contenuta, fino a 2,00 cm. È di tutta evidenza che su ampie zone delle superfici a diretto contatto degli agenti atmosferici, una volta venuta meno la funzione protettiva dello spessore del copriferro, si siano anche innescati fenomeni di deterioramento e di riduzione della sezione resistente delle armature in acciaio, in misura peraltro non valutabile compiutamente se non a seguito dell'eliminazione del calcestruzzo degradato attraverso la preliminare lavorazione di Idroscarifica e/o Idrodemolizione.

In funzione di quanto sopra descritto, il presente progetto esecutivo ha previsto due tipologie di intervento di ripristino sui paramenti superficiali in Cemento Armato, precisamente:

- il ripristino di tipo Corticale;
- il ripristino di tipo Strutturale.

Preliminarmente, le superfici da trattare con ripristino di tipo Corticale andranno sottoposte a Idroscarifica mediante l'impiego di motopompe a pressione media di 500 bar, mentre, quelle da trattare con ripristino Strutturale andranno preliminarmente sottoposte a Idrodemolizione sempre mediante l'impiego di motopompe ma con pressione media fino a 2.500 bar. Entrambi i trattamenti hanno lo scopo di rendere idonee le superfici attraverso la realizzazione di un fondo solido, resistente e ruvido, perfettamente pulito da polvere, ruggine, lattime di



cemento, grassi e/o altri residui. Successivamente, dovranno essere bagnate a saturazione e si dovrà attendere l'evaporazione di quella in eccesso, per poi procedere con l'applicazione delle specifiche malte.

5.2.1 Il Ripristino Corticale.

Il ripristino Corticale dovrà essere eseguito sia sulle superfici sotto battente a diretto contatto dell'acqua che su quelle a contatto o meno con gli agenti atmosferici. Le lavorazioni previste consistono:

- Nell'esecuzione di una **Idroscarifica** delle superfici da trattare;
- Nella **preparazione delle superfici** idroscarificate e successiva esecuzione del **Ripristino degli spessori** di calcestruzzo eliminato, previsto mediamente pari a 1 cm., attraverso l'applicazione di idonee malte opportunamente additivate;
- Nell'esecuzione di una **Finitura superficiale** valutata in funzione della loro esposizione (all'acqua, agli agenti atmosferici o meno).

Di seguito si esplicitano le caratteristiche tecnico-prestazionali delle lavorazioni, forniture e le loro modalità applicative alle quali l'Appaltatore dovrà ottemperare in fase di esecuzione dei lavori.

Si evidenzia in ultimo che per quanto attiene alle superfici da sottoporre al ciclo di Ripristino Corticale per il quale è prevista, quale attività preliminare, una idroscarifica fino a 1 cm di profondità, non essendo possibile determinare a priori se alcune zone siano maggiormente compromesse e, dunque, con profondità di calcestruzzo ammalorato superiori al centimetro previsto, ai sensi dell'art. 43 comma 9 D.P.R. 207/2010 (Compenso a misura per le lavorazioni le cui quantità sono stimate in maniera incerta) è stato previsto negli elaborati contabili, così come concordato con la Stazione Appaltante, una percentuale pari al 10% e/o al 40% dell'intera superficie da sottoporre a idrodemolizione e successivo ciclo di Ripristino Strutturale.

5.2.1.1 Idroscarifica

Attraverso l'Idroscarifica, l'Appaltatore dovrà eseguire la rimozione selettiva di uno spessore medio di calcestruzzo ammalorato pari ad 1,00 cm. Verrà eseguita da personale specializzato, su superfici orizzontali, verticali e/o inclinate, con l'impiego di motopompe a pressione media di 500 bar, mediante lance speciali con ugelli d'uscita rotanti con l'ausilio di idonei ponteggi appositamente predisposti.



Di volta in volta, l'Appaltatore dovrà applicare pressioni di esercizio tali da idroscarificare lo spessore medio previsto fino a raggiungere, ad insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, la parte in calcestruzzo idonea ad accogliere i successivi trattamenti di ripristino. Avrà, inoltre, l'onere del montaggio degli impianti normali e speciali in cantiere, della loro movimentazione nell'ambito dello stesso, della manutenzione al funzionamento ordinario e straordinario delle apparecchiature, dello smontaggio e del rientro in sede a fine intervento. Restano compresi inoltre, a carico dell'Appaltatore, la custodia e guardiania, in particolare delle apparecchiature di idroscarifica, nonché la mano d'opera specializzata per l'azionamento delle stesse, il carburante ed il lubrificante. Risulta compreso nella prestazione la protezione e la pulizia delle superfici limitrofe, del fondo vasca, dei pozzetti e delle caditoie esistenti nelle zone d'intervento (quest'ultima eseguita in particolare a fine lavoro) ivi compreso l'eventuale aggettamento delle acque di lavorazione nelle zone in cui non è possibile smaltirle con i sistemi esistenti, nonché il convogliamento a terra dell'acqua e dei materiali idroscarificati al fine di preservare i locali e i manufatti sottostanti; in tal senso, sarà onere dell'Appaltatore il posizionamento di idonei teli di protezione in materiale plastico. L'idroscarifica dovrà essere eseguita con ogni precauzione necessaria al fine di evitare ogni danno a persone, cose e strutture avendo particolare cura di evitare la proiezione verso l'esterno del materiale di risulta.

5.2.1.2 Preparazione delle superfici.

Preliminarmente al ripristino degli spessori di calcestruzzo ammalorato eliminati attraverso l'idroscarifica, l'Appaltatore dovrà:

- assicurarsi che le superfici si presentino con un fondo solido, resistente e ruvido, nonché garantire la loro perfetta pulizia da polvere, ruggine, lattime di cemento, grassi, olii, e/o altri eventuali residui;
- bagnare a saturazione con acqua il sottofondo ed attendere l'evaporazione dell'acqua in eccesso usando, se del caso, anche aria compressa.

5.2.1.3 Ripristino degli spessori di calcestruzzo idroscarificati con malta premiscelata tissotropica a ritiro compensato opportunamente additivata.

Una volta eseguite le attività preparatorie sopraindicate, l'Appaltatore dovrà procedere con l'applicazione di una idonea malta premiscelata a ritiro compensato, tissotropica, monocomponente a base cementizia, composta da leganti idraulici



resistenti ai solfati, fibre sintetiche, inibitori di corrosione organici, additivi speciali espansivi, ritentori d'acqua e aggregati selezionati, secondo le caratteristiche tecnico prestazionali riportate nelle successive tabelle. La malta individuata e proposta dall'Appaltatore alla Direzione dei Lavori, dovrà rispondere ai principi e caratteristiche di cui alla EN 1504-9 ed ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 *“Riparazione strutturale e non strutturale”* per le malte strutturali di classe R4.

La tipologia di malta proposta dovrà garantire l'applicazione a spruzzo garantendo facilità di pompaggio anche per lunghe distanze e/o notevoli prevalenze. Una volta miscelata con acqua, assumerà una consistenza tissotropica che dovrà mantenersi per lungo tempo, così da non indurire all'interno delle tubazioni della pompa. Dovrà inoltre garantire una facile lavorabilità, idonea all'applicazione in verticale senza generare fenomeni di colatura, anche per spessori significativi e senza l'uso di casserature.

Dovendo, inoltre, garantire il corretto svolgersi dei fenomeni espansivi all'aria, l'Appaltatore dovrà additivare la malta in fase d'impasto miscelandola con speciali additivi (più avanti esplicitati), in grado di ridurre sia il ritiro plastico che quello idraulico. L'additivo dovrà consentire una migliore stagionatura della malta riducendo l'evaporazione rapida dell'acqua dalla malta, così favorendo lo sviluppo delle reazioni di idratazione e la diminuzione dei fenomeni fessurativi. In tal senso, l'additivo individuato e proposto dall'Appaltatore dovrà consentire una riduzione percentuale dei fenomeni di ritiro finale compresi tra il 20 ed il 50% rispetto a quelli che si avrebbero con la medesima malta non additivata.

Una volta completata la presa, la malta dovrà presentare: i) elevatissime resistenze meccaniche alla flessione e compressione; ii) modulo elastico, coefficiente di dilatazione termica, di permeabilità al vapore acqueo simili a quelli di un calcestruzzo di alta qualità; iii) impermeabilità all'acqua; iv) ottima adesione al paramento in calcestruzzo ed elevata resistenza all'usura per abrasione.

Dovrà potersi applicare a spruzzo con intonacatrice di idonee caratteristiche (pistoncini o vite senza fine, escluse le macchine a miscelazione continua), o a spatola e/o cazzuola, in verticale e/o intradossi di solai. Dovrà essere applicata per strati successivi di spessore generalmente non superiori a 50 mm. cadauno, avendo cura di lasciare ruvida la superficie del precedente. Le applicazioni successive, tipicamente, non potranno avvenire oltre le 2 ore da quella precedente (con una temperatura di 23°).



L'Appaltatore è obbligato a presentare alla Direzione Lavori la propria proposta di fornitura e, una volta accettata dalla Direzione Lavori, dovrà scrupolosamente uniformarsi a tutte le prescrizioni e modalità indicate dal produttore della malta nelle relative schede tecniche.

Dopo l'applicazione della malta, si dovrà porre particolare attenzione alla sua stagionatura intendendo con ciò che l'Appaltatore dovrà porre in essere tutte le attività e/o presidi quali, ad esempio, la nebulizzazione di acqua dopo 8-10 ore, da ripetersi ogni 3-4 ore durante i primi due giorni al fine di limitare, in particolare nelle stagioni calde e/o nelle giornate ventose, l'evaporazione rapida dell'acqua d'impasto, così evitando fenomeni di fessurazione superficiale dovuti al ritiro plastico.

PRESTAZIONI FINALI (acqua d'impasto 17%)			
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti in accordo alla EN 1504-3 per malte di classe R4	Prestazione prodotto
Resistenza a compressione (MPa):	EN 12190	> 45 (dopo 28 gg)	> 20 (dopo 1 g) > 50 (dopo 7 gg) > 60 (dopo 28 gg)
Resistenza a flessione (MPa):	EN 196/1	non richiesto	> 4 (dopo 1 g) > 7 (dopo 7 gg) > 8 (dopo 28 gg)
Modulo elastico a compressione (GPa):	EN 13412	≥ 20 (dopo 28 gg)	27 (dopo 28 gg)
Adesione su calcestruzzo (supporto di tipo MC 0,40 - rapporto a/c = 0,40) secondo EN 1766 (MPa):	EN 1542	≥ 2 (dopo 28 gg)	> 2 (dopo 28 gg)
Espansione contrastata (µm/m):	UNI 8147 mod.	non richiesto	> 400 dopo 1 g (*)
Prova di inarcamento:	//	non richiesto	convesso (*)
Resistenza alla fessurazione:	"O Ring Test"	non richiesto	nessuna fessura dopo 180 gg (*)
Resistenza alla carbonatazione accelerata:	EN 13295	profondità di carbonatazione ≤ del calcestruzzo di riferimento (tipo MC 0,45 rapporto a/c = 0,45) secondo UNI 1766	specificata superata
Impermeabilità all'acqua	EN 12390/8	non richiesto	< 5



- profondità di penetrazione - (mm):			
Assorbimento capillare (kg/m²·h0,5):	EN 13057	< 0,5	< 0,25
Resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio - tensione di adesione (MPa):	RILEM-CEB- FIP RC6-78	non richiesto	> 25
Compatibilità termica misurata come adesione secondo EN 1542 (MPa): - cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti: - cicli temporaleschi: - cicli termici a secco:	EN 13687/1 EN 13687/2 EN 13687/4	≥ 2 (dopo 50 cicli) ≥ 2 (dopo 30 cicli) ≥ 2 (dopo 30 cicli)	> 2 > 2 > 2
Resistenza al gelo-disgelo in presenza di sali - scagliatura (g/m²):	EN 12390/9	non richiesto	< calcestruzzo di riferimento (XF4) (**)
Classe di esposizione:	EN 206/1	non richiesto	X0 XC1, XC2, XC3, XC4 XD1, XD2, XD3 XS1, XS2, XS3 XF1, XF2, XF3, XF4 (**) XA1
Reazione al fuoco:	EN 13501-1	Euroclasse	A1

Come sopra indicato, la malta di ripristino dovrà essere opportunamente miscelata con un additivo, esente da cloruri, capace di consentire l'espansione della malta anche all'aria durante i primi giorni di stagionatura, contribuendo significativamente alla riduzione della comparsa di microfessurazioni garantendo, al contempo, un bassissimo valore di ritiro idraulico finale. Tale comportamento si esplica attraverso la riduzione della tensione superficiale dell'acqua presente all'interno dei pori capillari e, conseguentemente, dell'intensità delle forze che agiscono sulle pareti degli stessi, riducendo significativamente il ritiro.

L'additivo individuato, e proposto dall'Appaltatore alla Direzione Lavori, dovrà essere conforme alla normativa UNI 11641:2016 "Additivi riduttori di ritiro del calcestruzzo (SRA) e compatibile con gli additivi superfluidificanti tradizionali (a base di naftalensolfonato) che nuovi acrilici di ultima generazione e con tutti i cementi previsti dalla normativa UNI EN 197/1.



VALORI TIPICI DI RIFERIMENTO

Consistenza:	liquido
Colore:	Trasparente
Massa volumica (gr/cm³):	0,91

5.2.1.4 Finiture superficiali

In funzione della tipologia di contatto, sono state previste differenti tipologie di finiture delle superfici sottoposte a Ripristino Corticale, più precisamente:

5.2.1.4.1 Finitura Impermeabilizzante, sulle superfici a contatto con l'acqua

Le superfici sottoposte a Ripristino Corticale a diretto contatto dell'acqua (fondo e pareti di vasche, sottobattente) dovranno essere rese impermeabili attraverso l'applicazione di uno specifico "sistema impermeabilizzante" a base di Poliurea pura, composto:

- Dalla preliminare applicazione di un Primer epossicementizio tricomponente in grado di reticolare sulle superfici di applicazione anche umide, formando uno strato compatto (Barriera al vapore) idoneo a ricevere la posa delle successive applicazioni. Il paramento atto a riceverlo dovrà essere solido, resistente, perfettamente pulito in assenza di parti friabili e di acqua libera (velo) e, possibilmente, dovrà aver esaurito la sua stagionatura e la maggior parte dei ritiri

PRESTAZIONI FINALI (a +23°C - 50% U.R.)			
Adesione al calcestruzzo (N/mm²):	> 3 (rottura del calcestruzzo)		
Temperatura di esercizio:	da -35°C a +100°C		
	comp. A	comp. B	comp. C
Colore:	bianco	bianco	bianco
Consistenza:	liquido	liquido	polvere
Massa volumica (g/cm³):	1,1	1,3	-
Classificazione di pericolo secondo Direttiva 1999/45/CE:	Irritante Non pericoloso irritante Prima dell'uso consultare il paragrafo "Istruzioni di sicurezza per la preparazione e la messa in opera" e le informazioni riportate sulla confezione e sulla Scheda di Sicurezza		
Viscosità Brookfield (mPa.s):	9.000 (albero 5 - giri 10)	15.000	-



- Dalla successiva applicazione di un Primer epossidico bicomponente fillerizzato, additivato con polvere di Quarzo, per il trattamento della superficie prima della posa del trattamento impermeabilizzante a base di poliurea; dovrà essere applicato a rullo o spatola metallica e, al fine di migliorare l'adesione del successivo supporto impermeabilizzante, dovrà essere miscelato con sabbia di Quarzo (fino al 50% in peso in funzione della temperatura) che dovrà essere nuovamente applicata con una specifica “semina a rifiuto” sul primer una volta applicato.

PRESTAZIONI FINALI			
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti EN 13813	Prestazione prodotto
Forza di adesione (N/mm²):	UNI EN 13892-8; 2004	≥ 1,5	3,20
Reazione al fuoco:	EN 13501-1	da A1 _{fl} a F _{fl}	B _{fl} -s1
Resistenza a compressione (N/mm²):	EN 196-1	-	63 (7 gg a +23°C)
Durezza Shore D:	DIN 53505	-	78 (7 gg a +23°C)

- Dall'applicazione finale di una membrana bicomponente a base di resine Poliureiche pure, priva di solventi, ad immediata impermeabilità, con grande resistenza chimica, elevatissime caratteristiche di elasticità e resistenza alla lacerazione, costituente una membrana impermeabilizzante (2 mm.) ad alte prestazioni. Dovrà garantire anche l'applicazione in verticale e, una volta reticolato, costituire un rivestimento impermeabile continuo adattabile a qualsiasi forma geometrica del supporto senza fessurarsi anche a basse temperature (elevate caratteristiche di resistenza a trazione, a lacerazione ed elevata capacità di crack-bridging). Dovrà ottemperare: i) alla EN 1504-9 ed ai requisiti della EN 1504-2 rivestimento (C) secondo i principi PI, MC, PR, RC e IR; ii) Dovrà essere resistente alla penetrazione delle radici secondo CEN/TS 14416 ed EN 13948; iii) dovrà essere idonea la contatto con acqua potabile secondo DM 174/04. Dovrà inoltre potersi applicare con pompa industriale bi-mixer ad alta pressione con controllo di flusso e temperatura e dotata di pistola autopulente.



“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”
Progetto esecutivo

Caratteristiche meccaniche dopo 7 giorni a +23°C (spessore 2 mm)		
- resistenza a trazione (ISO 37) (N/mm ²):	> 20	
- allungamento a rottura (ISO 37) (%):	> 300	
- resistenza alla lacerazione (ISO 34-1) (N/mm):	> 80	
Durezza (DIN 53505):	Shore A = 90	Shore D = 45
Temperatura di transizione vetrosa (°C):	-46	

PRESTAZIONI FINALI (spessore 2 mm)			
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti in accordo alla EN 1504-2	Prestazione del prodotto
Permeabilità al vapore acqueo:	EN ISO 7783-2	Classe I $sD < 5$ m Classe II $5 \text{ m} \leq sD \leq 50$ m Classe III $sD > 50$ m	Classe I (sD medio = 2,9 m)
Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua:	EN 1062-3	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot h^{0,5}$	w medio = 0,01 $\text{kg/m}^2 \cdot h^{0,5}$
Permeabilità alla CO ₂ :	EN 1062-6	$sD > 50$ m	$sD = 285$ m
Prova di aderenza per trazione diretta:	EN 1542	Sistemi flessibili senza traffico: $\geq 0,8$ N/mm ² con traffico: $\geq 1,5$ N/mm ²	4,7 N/mm ²
Crack-bridging statico a -10°C espresso come larghezza massima della fessura:	EN 1062-7	da classe A1 ($> 0,1$ mm) a classe A5 ($> 2,5$ mm)	Classe A5 ($> 2,5$ mm)
Crack-bridging dinamico a +23°C:	EN 1062-7	da classe B1 a classe B4.2	Classe B4.2
Resistenza all'urto:	EN ISO 6272-1	Dopo il carico nessuna fessura e delaminazione Classe I: ≥ 4 Nm Classe II: ≥ 10 Nm Classe III: ≥ 20 Nm	Classe III
Resistenza a shock termico (1x):	EN 13687-5	Dopo i cicli termici a) nessun rigonfiamento, fessurazione e delaminazione b) prova di aderenza per trazione diretta media (N/mm ²) Sistemi flessibili senza traffico: $\geq 0,8$ N/mm ² con traffico: $\geq 1,5$ N/mm ²	3,6 N/mm ²



“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
 Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
 Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”
 Progetto esecutivo

		N/mm ²	
Resistenza all'abrasione (prova Taber):	EN ISO 5470-1	Perdita di peso minore di 3000 mg con mola abrasiva H22/rotazione 1000 cicli/carico di 1000 g	perdita di peso < 200 mg
Esposizione agli agenti atmosferici artificiali:	EN 1062-11	Dopo 2000 h di intemperie artificiali: nessun rigonfiamento secondo EN ISO 4628-2 nessuna fessurazione secondo EN ISO 4628-4 nessuna scagliatura secondo EN ISO 4628-5 Leggera variazione di colore, perdita di lucentezza e sfarinamento possono essere accettabili.	nessun rigonfiamento, fessurazione e scagliature (viraggio del colore)
Resistenza all'attacco chimico severo:	EN 13529	Riduzione della durezza minore del 50% quando misurata in base al metodo Shore della EN ISO 868, 24 h dopo aver rimosso il rivestimento dall'immersione nel liquido di prova - classe I: 3 gg senza pressione classe II: 28 gg senza pressione classe III: 28 gg con pressione	NaCl 20%: classe II CH ₃ COOH 10%: classe II H ₂ SO ₄ 20%: classe II KOH 20%: classe II CH ₃ OH: classe I mix (60% toluene, 30% xilene, 10% metilnaftalene): classe I
Reazione al fuoco:	EN 13501-1	Euroclasse	E
		Classe di reazione al fuoco a pavimento	Dfl-s1

5.2.1.4.2 Finitura Anticarbonatazione, sulle superfici a contatto con gli agenti atmosferici;

Tutte le superfici sottoposte a Ripristino Corticale a diretto contatto degli agenti atmosferici dovranno essere protette dai fenomeni di carbonatazione attraverso l'applicazione di una specifica malta rasante bi-componente, e di una specifica vernice elastomerica protettiva anticarbonatazione e antifessurazione.

- La malta rasante sarà bi-componente, tissotropica, a base di cementi ad alta resistenza, aggregati selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa, con spessore di 2 mm. applicata a spruzzo o a mano con spatola americana. Dovrà rispondere ai principi e caratteristiche di cui alla EN 1504-9 ed ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 “*Riparazione strutturale e non strutturale*” per le malte non strutturali di classe R2 ed ai requisiti richiesti dalla EN 1504-2 rivestimento (C) secondo i principi MC e IR “Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo”. La superficie di applicazione dovrà presentarsi solida,



perfettamente pulita, priva di polvere, efflorescenze, tracce di disarmante, zone incoerenti e dovrà essere bagnata a saturazione con acqua. Prima dell'applicazione, si dovrà attendere la sua completa evaporazione. Per nessuna ragione l'applicazione della malta potrà avvenire in presenza d'acqua superficiale (film) che, nel caso, dovrà essere eliminata. Se applicata in giornate calde, e/o soleggiate e/o ventose, l'Appaltatore dovrà provvedere nebulizzare acqua sulla superficie durante le prime ore di indurimento così da evitare l'evaporazione del liquido d'impasto e la conseguente formazione di fessure.

PRESTAZIONI FINALI (spessore 2,5 mm)				
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti in accordo alla EN 1504-2 rivestimento (C) principi MC e IR	Requisiti in accordo alla EN 1504-3 per malte di classe R2	Prestazione prodotto
Resistenza a compressione (MPa):	EN 12190	non richiesto	≥ 15 (dopo 28 g)	> 20 (dopo 7 gg) > 35 (dopo 28 gg)
Resistenza a flessione (MPa):	EN 196/1	non richiesto	non richiesto	> 5 (dopo 7 gg) > 10 (dopo 28 gg)
Modulo elastico a compressione (GPa):	EN 13412	non richiesto	non richiesto	14 (dopo 28 gg)
Adesione su calcestruzzo (supporto di tipo MC 0,40) secondo EN 1766 (MPa):	EN 1542	Per sistemi rigidi senza traffico: ≥ 1,0 con traffico: ≥ 2,0	≥ 0,8 (dopo 28 g)	≥ 2 (dopo 28 gg)
Compatibilità termica misurata come adesione secondo EN 1542 (MPa): - cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti: - cicli temporaleschi: - cicli termici a secco:	EN 13687/1	Per sistemi rigidi senza traffico: ≥ 1,0	≥ 0,8 (dopo 50 cicli)	≥ 2
	EN 13687/2	con traffico: ≥ 2,0	≥ 0,8 (dopo 30 cicli)	≥ 2
	EN 13687/3		≥ 0,8 (dopo 30 cicli)	
	EN 13687/4		≥ 0,8 (dopo 30 cicli)	
Assorbimento capillare (kg/m²·h^{0,5}):	EN 13057	non richiesto	≤ 0,5	< 0,30
Impermeabilità espressa come coefficiente di permeabilità all'acqua libera (kg/m²·h^{0,5}):	EN 1062-3	W < 0,1	non richiesto	W < 0,05 - Classe III (bassa permeabilità) secondo EN



Permeabilità al vapor acqueo - spessore d'aria equivalente S_D - (m):	EN ISO 7783-1	Classe I $S_D < 5$	non richiesto	1062-1
		m Classe II $5 \text{ m} \leq S_D \leq 50 \text{ m}$ Classe III $S_D > 50 \text{ m}$		$S_D < 0,5$ Classe I (permeabile al vapor aqueo)
Resistenza alla carbonatazione accelerata:	EN 13295	non richiesto	non richiesto	Profondità di carbonatazione \leq del calcestruzzo di riferimento (tipo MC 0,45 rapporto a/c = 0,45) secondo UNI 1766
Reazione al fuoco:	EN 13501-1	Euroclasse		E

- La pittura anticarbonatazione e antifessurazione, sarà del tipo elastomerico monocomponente a base di resine acriliche in dispersione acquosa capace, una volta asciugata, di formare un rivestimento elastico, impermeabile all'acqua ed agli agenti aggressivi presenti in atmosfera (CO_2 e SO_2) ma permeabile al passaggio al vapore. Dovrà presentare ottima resistenza all'invecchiamento, al gelo ed ai sali disgelanti e bassissima ritenzione dello sporco. Dovrà rispondere ai principi e caratteristiche di cui alla EN 1504-9 ed ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-2 “*Riparazione strutturale e non strutturale*” per la classe: prodotti per la protezione superficiale – rivestimento (coating, C) – protezione contro i rischi di penetrazione (1.3) PI (ZA 1.d) + controllo umidità (2.2) MC, e aumento della resistività (8.2) IR (ZA, 1e). L'applicazione dovrà essere data in due strati tramite pennello, rullo o a spruzzo sulla superficie perfettamente asciutta, pulita, priva di polvere, efflorescenze, tracce di disarmante, olii e grassi.



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*

Progetto esecutivo

Pitturazione delle superfici in calcestruzzo, degli intonaci, delle rasature o la riverniciatura delle vecchie pitture mediante l'applicazione di una vernice a base di resina acrilica elastica in dispersione acquosa (tipo **Elastocolor Pittura** della MAPEI S.p.A. o equivalente). L'applicazione dovrà avvenire in due strati tramite pennello, rullo o spruzzo previa applicazione di relativo primer (tipo **Malech, Elastocolor Primer** o **Quarzolite Base Coat** o equivalente).

La finitura inoltre dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Colore: a scelta della D.L. o secondo cartella colori del produttore

Consistenza: liquido denso

Massa volumica (EN ISO 2811-1) (g/cm³): ca. 1,37

Residuo secco (EN ISO 3251) (%): ca. 63

Consumo (kg/m²): 0,2-0,4 (per mano)

Resistenza all'invecchiamento accelerato tinta RAL 7032 1.000 h

al Weather-Ometer (normativa ASTM G 155 ciclo 1): ΔE < 2,5

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI RELATIVE ALLA CERTIFICAZIONE CE SECONDO EN 1504-2, SISTEMA 2+ E 3, CLASSE ZA.1d + ZA.1e (C, principi PI - MC - IR)

NORMA	PROVA	RISULTATI E CONFORMITÀ AI REQUISITI	
EN 1062-6	permeabilità alla CO₂	μ:	1.272.581
			sD (m):
			318
			spessore secco relativo
(m):			all'sD
			0,00025
esito/classe:			conforme (sD > 50 m)
EN ISO 7783	permeabilità al vapore acqueo μ:		2193
			sD (m):
			0,5
			spessore secco relativo
(m):			all'sD
			0,00025
esito/classe:			I (sD < 5 m)
EN 1062-3	assorbimento capillare e permeabilità all'acqua	w [kg/(m ² h ^{0,5})]:	0,01
		esito/classe:	conforme (w < 0,1)
EN 1062-11 4.1	compatibilità termica: invecchiamento: 7gg a +70°C	esito/classe:	conforme
(aderenza ≥ 0,8 N/mm ²)			
EN 13687-1	compatibilità termica: cicli di gelo-disgelo con immersione in sali disgelanti	esito/classe:	conforme
(aderenza ≥ 0,8 N/mm ²)			
EN 13687-2	compatibilità termica: cicli temporaleschi	esito/classe:	conforme (aderenza ≥ 0,8 N/mm ²)
(aderenza ≥ 0,8 N/mm ²)			
EN 13687-3	compatibilità termica: cicli termici senza immersione in sali disgelanti	esito/classe:	conforme (aderenza ≥ 0,8 N/mm ²)
EN 1062-7 statico	resistenza alla fessurazione	crack bridging ability (μm):	1333
esito/classe:			A4 (> 1,25 mm)
EN 1062-7 dinamico	resistenza alla fessurazione	esito/classe:	B2
EN 1542	prova di aderenza per trazione diretta	esito/classe:	conforme (aderenza ≥ 0,8 N/mm ²)
(aderenza ≥ 0,8 N/mm ²)			
EN 13501-1	reazione al fuoco	euro classe:	B s1 d0
EN 1062-11:2002 4.2	esposizione agli agenti atmosferici artificiali	esito/classe:	conforme
CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI SECONDO EN 1504-2 ULTERIORI RISPETTO AI REQUISITI PER LA CLASSE ZA.1d + ZA.1e.			
NORMA	PROVA	RISULTATI E CONFORMITÀ AI REQUISITI	
UNI 7928	diffusione degli ioni cloruro	penetrazione (mm):	0,0



5.2.1.4.3 Finitura delle superfici non a contatto con agenti atmosferici.

Tutte le superfici sottoposte a Ripristino Corticale non a diretto contatto degli agenti atmosferici saranno finite attraverso l'applicazione della stessa tipologia precedentemente descritta di malta rasante bi componente, tissotropica, a base di cementi ad alta resistenza, aggregati selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa, con spessore di 2 mm. applicata a spruzzo o a mano con spatola americana.

5.2.2 Il Ripristino Strutturale

Il ripristino Strutturale dovrà essere eseguito sulle superfici a diretto contatto con acqua ed agenti atmosferici e, in parte, anche su quelle non ha contatto con quest'ultimi. Le lavorazioni previste consistono:

- Nell'esecuzione di una **Idrodemolizione** delle superfici da trattare, di profondità media pari a 5 cm.;
- Nella **preparazione delle superfici** idrodemolite, nella **pulizia, reintegro e passivazione delle armature** in acciaio, e nella successiva esecuzione del **Ripristino degli spessori** di calcestruzzo eliminato, per uno spessore mediamente pari a 4 cm., attraverso l'applicazione di idonee malte strutturali opportunamente addittivate;
- Nel **Ripristino dell'ultimo centimetro di spessore idrodemolito**, attraverso l'applicazione delle lavorazioni previste per il Ripristino Corticale e della finitura superficiale precedentemente descritte, con la finitura superficiale coerente con la tipologia di esposizione del paramento (acqua, agenti atmosferici o meno).

Di seguito si esplicitano le caratteristiche tecnico-prestazionali delle lavorazioni e forniture, e le loro modalità applicative alle quali l'Appaltatore dovrà ottemperare in fase di esecuzione delle lavorazioni di Ripristino Strutturale.

5.2.2.1 Idrodemolizione

Attraverso l'Idrodemolizione, l'Appaltatore dovrà eseguire la rimozione selettiva di uno spessore medio di calcestruzzo ammalorato pari a 5 cm. (3+2). Verrà eseguita da personale specializzato, su superfici orizzontali, verticali e/o inclinate, con l'impiego di motopompe a pressione fino a 2.500 bar, mediante lance speciali con ugelli d'uscita rotanti, su idonei ponteggi appositamente predisposti.

L'Appaltatore, di volta in volta, dovrà applicare pressioni di esercizio tali da idrodemolire lo spessore medio previsto fino a raggiungere, ad insindacabile



giudizio del Direttore dei Lavori, la parte in calcestruzzo idonea ad accogliere i successivi trattamenti di ripristino. L'idrodemolizione dovrà essere tale da preparare la zona d'attacco delle successive lavorazioni che dovrà presentarsi macroscopicamente ruvida, nonché consentire la successiva attività di pulizia e passivazione delle armature metalliche messe a nudo, senza comprometterne l'integrità e l'ancoraggio. Avrà inoltre l'onere del montaggio degli impianti normali e speciali in cantiere, della loro movimentazione nell'ambito dello stesso, della manutenzione al funzionamento ordinario e straordinario delle apparecchiature, dello smontaggio e del rientro in sede a fine intervento. Restano compresi inoltre, a carico dell'Appaltatore, la custodia e guardiania, in particolare delle apparecchiature di idrodemolizione, nonché la mano d'opera specializzata per l'azionamento delle stesse, il carburante ed il lubrificante. Risulta compresa nel prezzo la protezione e la pulizia delle superfici limitrofe, del fondo vasca, dei pozzetti e delle caditoie esistenti nelle zone d'intervento (quest'ultima eseguita in particolare a fine lavoro) ivi compreso l'eventuale aggettamento delle acque di lavorazione nelle zone in cui non è possibile smaltirle in fogna, nonché il convogliamento a terra dell'acqua e dei materiali idrodemoliti al fine di preservare gli eventuali locali e manufatti sottostanti; in tal senso sarà onere dell'Appaltatore il posizionamento di idonei teli di protezione in materiale plastico. L'idrodemolizione dovrà essere eseguita con ogni precauzione necessaria al fine di evitare ogni danno a persone, cose e strutture avendo particolare cura di evitare la proiezione verso l'esterno del materiale di risulta.

5.2.2.2 Preparazione delle superfici.

Preliminarmente al ripristino degli spessori di calcestruzzo ammalorato eliminati attraverso l'idrodemolizione, l'Appaltatore dovrà:

- assicurarsi che le superfici si presentino con un fondo solido, resistente e ruvido, nonché garantire la loro perfetta pulizia da polvere, ruggine, lattime di cemento, grassi, olii, e/o altri eventuali residui;
- bagnare a saturazione con acqua il sottofondo ed attendere l'evaporazione dell'acqua in eccesso usando, se del caso, anche aria compressa.

5.2.2.3 Pulizia, reintegro e passivazione delle armature metalliche.

Preliminarmente al ripristino degli spessori di calcestruzzo ammalorato eliminati attraverso l'idrodemolizione, l'Appaltatore dovrà:



- eseguire la perfetta **pulizia meccanica delle armature metalliche**, con particolare attenzione alla ruggine presente che dovrà essere integralmente ed energicamente rimossa con spazzola metallica;
- procedere al **reintegro delle armature** laddove non più idonee;
- eseguire la passivazione delle armature metalliche attraverso l'applicazione a pennello di due mani di malta cementizia anticorrosiva monocomponente idonea a riportare il PH oltre 12. La malta dovrà rispondere alle disposizioni di cui alla EN1504-9 ed ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-7 “Protezione contro la corrosione delle armature”. A seguito della sua miscelazione con acqua dovrà trasformarsi in una malta di facile lavorabilità ed applicabilità. Ad indurimento completato dovrà risultare resistente alla nebbia salina (EN 15183) ed impermeabile all'acqua ed ai gas nocivi presenti in atmosfera. La seconda mano potrà essere data dopo 2 ore dalla stesura del primo strato e, comunque, entro le 24 ore. Le armature trattate dovranno essere coperte completamente ed uniformemente. Lo spessore complessivo delle due mani dovrà essere minimo di 2 mm. La malta dovrà garantire le seguenti prestazioni:

Rapporto dell'impasto:	100 parti di Mapefer 1K o equivalente con 20-22 parti di acqua (1,0-1,1 l di acqua per ogni sacco da 5 kg)
Massa volumica dell'impasto (kg/m ³):	1.800
pH dell'impasto:	> 12,5
Temperatura di applicazione permessa:	da +5°C a +35°C
Durata dell'impasto:	circa 1 h (a +20°C)
Tempo di attesa prima di applicare la malta da ripristino:	6-24 h (a +20°C)
Adesione al supporto (EN 1542) (MPa):	≥ 2
Resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio (EN 15184):	specifica superata
Resistenza alla corrosione (EN 15183):	specifica superata
Consumo (g/m):	100 per tondino da 8 mm e 200 per tondino da 16 mm (2 mm di prodotto applicato)

5.2.2.4 Ripristino degli spessori di calcestruzzo idrodemoliti con malta premiscelata tissotropica a ritiro compensato.

Una volta eseguite le attività preparatorie sopraindicate, l'Appaltatore dovrà procedere con l'applicazione, sui primi 4 cm. (3+1), di una idonea malta premiscelata a ritiro compensato, tissotropica, monocomponente a base cementizia, composta da leganti idraulici resistenti ai solfati, fibre sintetiche,



inibitori di corrosione organici, additivi speciali espansivi, ritenitori d'acqua e aggregati selezionati, secondo le caratteristiche tecnico prestazionali riportate nelle successive tabelle. La malta individuata e proposta dall'Appaltatore alla Direzione dei Lavori, dovrà rispondere ai principi e caratteristiche di cui alla EN 1504-9 ed ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 *“Riparazione strutturale e non strutturale”* per le malte strutturali di classe R4.

La tipologia di malta proposta dovrà garantire l'applicazione a spruzzo garantendo facilità di pompaggio anche per lunghe distanze e/o notevoli prevalenze.

Una volta miscelata con acqua, assumerà una consistenza tissotropica che dovrà mantenersi per lungo tempo, così da non indurire all'interno delle tubazioni della pompa. Dovrà inoltre garantire una facile lavorabilità, idonea all'applicazione in verticale senza generare fenomeni di colatura, anche per spessori significativi e senza l'uso di casserature. Dovendo inoltre garantire il corretto svolgersi dei fenomeni espansivi all'aria, l'Appaltatore dovrà additivare la malta in fase d'impasto miscelandola con speciali additivi (più avanti esplicitati), in grado di ridurre sia il ritiro plastico che quello idraulico. L'additivo dovrà consentire una migliore stagionatura della malta riducendo l'evaporazione rapida dell'acqua dalla malta, così favorendo lo sviluppo delle reazioni di idratazione e la diminuzione dei fenomeni fessurativi. In tal senso, l'additivo individuato e proposto dall'Appaltatore dovrà consentire una riduzione percentuale dei fenomeni di ritiro finale compresi tra il 20 ed il 50% rispetto a quelli che si avrebbero con la medesima malta non additivata.

Una volta completata la presa, la malta dovrà presentare: i) elevatissime resistenze meccaniche alla flessione e compressione; ii) modulo elastico, coefficiente di dilatazione termica, di permeabilità al vapore acqueo simili a quelli di un calcestruzzo di alta qualità; iii) impermeabilità all'acqua; iv) ottima adesione al paramento in calcestruzzo ed elevata resistenza all'usura per abrasione.

Dovrà potersi applicare a spruzzo con intonacatrice di idonee caratteristiche (pistoncini o vite senza fine, escluse le macchine a miscelazione continua), o a spatola e/o cazzuola, in verticale e/o intradossi di solai. Dovrà essere applicata per strati successivi di spessore generalmente non superiori a 50 mm. cadauno, avendo cura di lasciare ruvida la superficie del precedente. Le applicazioni successive, tipicamente, non potranno avvenire oltre le 2 ore da quella precedente (con una temperatura di 23°).



L'Appaltatore è obbligato a presentare alla Direzione Lavori la propria proposta di fornitura e, una volta accettata dalla Direzione Lavori, dovrà scrupolosamente uniformarsi a tutte le prescrizioni e modalità indicate dal produttore della malta nelle relative schede tecniche.

Dopo l'applicazione della malta, si dovrà porre particolare attenzione alla sua stagionatura intendendo con ciò che l'Appaltatore dovrà porre in essere tutte le attività e, o presidi quali, ad esempio, la nebulizzazione di acqua dopo 8-10 ore, da ripetersi ogni 3-4 ore durante i primi due giorni al fine di limitare, in particolare nelle stagioni calde e, o nelle giornate ventose, l'evaporazione rapida dell'acqua d'impasto, così evitando fenomeni di fessurazione superficiale dovuti al ritiro plastico.

Il ripristino dello spessore finale di 1 cm di calcestruzzo idrodemolito, sarà eseguito secondo le lavorazioni già illustrate relative ai Ripristini Corticali, con finitura superficiale coerente con la tipologia di esposizione del paramento (acqua, agenti atmosferici o meno).

PRESTAZIONI FINALI (spessore 2,5 mm)				
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti in accordo alla EN 1504-2 rivestimento (C) principi MC e IR	Requisiti in accordo alla EN 1504-3 per malte di classe R2	Prestazione prodotto
Resistenza a compressione (MPa):	EN 12190	non richiesto	≥ 15 (dopo 28 g)	> 20 (dopo 7 gg) > 35 (dopo 28 gg)
Resistenza a flessione (MPa):	EN 196/1	non richiesto	non richiesto	> 5 (dopo 7 gg) > 10 (dopo 28 gg)
Modulo elastico a compressione (GPa):	EN 13412	non richiesto	non richiesto	14 (dopo 28 gg)
Adesione su calcestruzzo (supporto di tipo MC 0,40) secondo EN 1766 (MPa):	EN 1542	Per sistemi rigidi senza traffico: ≥ 1,0 con traffico: ≥ 2,0	≥ 0,8 (dopo 28 g)	≥ 2 (dopo 28 gg)
Compatibilità termica misurata come adesione secondo EN 1542 (MPa): - cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti: - cicli temporaleschi: - cicli termici a secco:	EN 13687/1	Per sistemi rigidi senza traffico: ≥ 1,0 con traffico: ≥ 2,0	≥ 0,8 (dopo 50 cicli)	≥ 2
	EN 13687/2		≥ 0,8 (dopo 30 cicli)	≥ 2
	EN 13687/3		≥ 0,8 (dopo 30 cicli)	
	EN 13687/4		≥ 0,8 (dopo 30 cicli)	
Assorbimento capillare (kg/m²·h^{0,5}):	EN 13057	non richiesto	≤ 0,5	< 0,30
Impermeabilità espressa come coefficiente di	EN 1062-3	W < 0,1	non richiesto	W < 0,05 - Classe III (bassa)



“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
 Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
 Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”
 Progetto esecutivo

permeabilità all'acqua libera (kg/m²·h^{0,5}):				permeabilità) secondo EN 1062- 1
Permeabilità al vapor acqueo - spessore d'aria equivalente S_D - (m):	EN ISO 7783-1	Classe I S _D < 5 m Classe II 5 m ≤ S _D ≤ 50 m Classe III S _D > 50 m	non richiesto	S _D < 0,5 Classe I (permeabile al vapor acqueo)
Resistenza alla carbonatazione accelerata:	EN 13295	non richiesto	non richiesto	Prof. di carb. ≤ del cls. di riferimento (tipo MC 0,45 rapporto a/c = 0,45) secondo UNI 1766
Reazione al fuoco:	EN 13501-1	Euroclasse		E

Tutte le caratteristiche tecniche dei materiali da impiegarsi, le performance prestazionali, le Norme Tecniche di riferimento, le specifiche modalità di posa in opera, sono anche perfettamente illustrate:

- > **nel Capitolato Speciale d'Appalto, Elab A.2.2;**
- > **nelle relative voci di Elenco Prezzi;**
- > **negli Elaborati Grafici G.2.1.27 - G.3.1.10 – G.4.1.32.**



6 Peculiarità costruttive degli interventi in progetto

6.1 Generalità

In accordo all'art. 34 del Regolamento, il presente capitolo illustra le scelte effettuate per trasferire sul piano costruttivo le soluzioni spaziali, tipologiche, funzionali, architettoniche e tecnologiche previste dal progetto definitivo approvato. Dunque, nel presente capitolo si evidenzieranno gli aspetti costruttivi, suddividendo l'opera nei tre sottoinsiemi funzionali:

1. Vasca di carico di Casteldoria;
2. Vasca terminale di Truncu Reale;
3. Vasca terminale di Porto Torres.

Il progettista del definitivo bene chiarisce la scelta progettuale di inserire in un unico progetto le tre distinte vasche degli importanti schemi idrici denominati Coghinas I e II.

“Le opere qui progettate concorrono, con gli altri interventi realizzati da Abbanoa S.p.a. e a quelli in atto, a rendere il sistema di condotte Coghinas I e II idoneo a garantire un esercizio ottimale delle linee e, mediante il completo interfacciamento con il sistema di telecontrollo dell'Ente acque della Sardegna, a consentirne un continuo monitoraggio.

In questa sede progettuale si è scelto di riunire in un unico progetto i tre interventi relativi alle tre vasche così come previsti dal progetto Preliminare di cui detto sopra. Questa scelta è stata motivata dal fatto che, pur con le peculiarità proprie di ognuno dei tre impianti, le lavorazioni principali di cui constano i lavori progettati sono comuni a tutti e tre i siti e, pertanto, la riunione in un unico appalto consentirà di conseguire quelle economie di scala legate alla realizzazione di interventi di ripristino di opere esistenti nonché sotto altro profilo di ridurre i tempi complessivi per l'affidamento dei lavori in considerazione delle possibilità di condurre una sola procedura di selezione dell'esecutore in luogo di tre.”

Per facilità di consultazione e di confronto, nella redazione del progetto esecutivo si manterrà la stessa impostazione del definitivo, avendola ritenuta idonea.

Sembra utile, per il lettore, riportare interamente il paragrafo del progetto definitivo che tratta dell'Inquadramento Generale dell'Intervento. Qui, infatti, sono



riportati i motivi che stanno alla base delle scelte progettuali che con il progetto esecutivo saranno ingegnerizzate.

“Lo stato di profondo degrado della Vasca terminale della linea Coghinas 1° sita nella zona industriale di Porto Torres, unito alla necessità di assicurare alla stessa opera più efficienti modalità di gestione, in relazione al funzionamento integrato delle linee Coghinas 1° e 2°, e al nuovo assetto di alimentazione delle vasche di carico dell’A.S.I. Porto Torres, ha guidato la definizione, in accordo con le previsioni del Progetto Preliminare, di un pacchetto di interventi atti a risanare le opere esistenti, modernizzare le apparecchiature di regolazione, installare idonei apparati di misura delle portate afferenti al nodo e, in generale, assicurare un migliore, più agevole e più funzionale esercizio di quest’opera. Gli interventi sulla linea Coghinas 2° rispondono agli stessi criteri seguiti per la gemella Coghinas 1°. Sulla scorta di una serie di prove in campo, miranti a definire le reali potenzialità di trasporto della linea, date l’entità delle limitazioni altimetriche che riducono la capacità di trasporto della linea, anch’essa nominalmente capace di trasportare 2 mc/s, in questa sede di progettazione definitiva, sono stati confermati e meglio dettagliati gli interventi previsti dal Progetto Preliminare. A tal proposito il Progetto Preliminare ha previsto di intervenire sull’opera iniziale della condotta rappresentata dalla Vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M Coghinas e su quella terminale di Truncu Reale in agro di Sassari. La vasca di carico di Casteldoria presenta un elevatissimo stato di degrado tanto delle opere civili quanto delle sue dotazioni idrauliche. Nelle suddette condizioni risulta, pertanto, compromessa l’affidabilità prestata dall’opera circa la continuità del servizio svolto dalla condotta. In questa sede, confermando le previsioni del Progetto Preliminare, salvo i maggiori dettagli propri del presente livello progettuale, sono state quindi definite tutte le misure idonee a ripristinare la vasca suddetta e a conferirle i necessari standard qualitativi per la miglior gestione della condotta stessa. Problemi analoghi a quelli della vasca terminale della linea Coghinas 1° sono individuabili per l’opera terminale della gemella Coghinas 2°. La vasca terminale di Truncu Reale si presenta, anch’essa, in elevato stato di degrado e attualmente manifesta, inoltre, problemi legati alla possibilità di intervenire sull’opera stessa senza interrompere il servizio erogato. Come per l’altra vasca, anche in questo caso è stato definito un pacchetto di interventi atti a risanare le opere esistenti, modernizzare le apparecchiature di regolazione, installare idonei apparati di misura delle portate afferenti al nodo e, in generale, come per l’altra, assicurare una migliore, più



agevole e più funzionale gestione dell'opera. L'esame delle caratteristiche idrauliche delle due linee svolto nel Progetto Preliminare, inoltre, anche in considerazione di eventuali interventi di rifacimento delle linee, mostrava l'opportunità di sfruttare i carichi idraulici residui in arrivo alle vasche per la produzione di energia idroelettrica. In questa sede, in considerazione della natura spiccatamente specialistica di dette installazioni, è stata stralciata la parte concernente detti impianti di recupero energetico di tipo idroelettrico, rimandando alla conclusione degli interventi in atto, e alle conseguenti nuove e diverse modalità di esercizio, la precisa individuazione dei regimi idraulici di carichi residui e portate sui quali dimensionare correttamente le macchine idrauliche necessarie.”

Nei paragrafi che seguono, per ciascuna delle tre vasche, si riportano le peculiarità degli interventi progettuali proposti, suddivisi per aspetti costruttivi.

Appare utile ricordare che i vincoli imposti da ENAS nella programmazione delle opere prevede che i **lavori dovranno essere eseguiti con le infrastrutture in esercizio e, quando non sarà possibile diversamente, la singola interruzione del servizio dovrà essere contenuta, al massimo, entro otto o dieci ore.**

Per rispettare tali vincoli, la pianificazione temporale della esecuzione di ciascuna delle tre componenti dell'opera (Casteldoria, Truncu Reale e Porto Torres) è caratterizzata dal rispetto di una sequenza logico-funzionale appositamente individuata per questo scopo. Lo studio di tale sequenza costruttiva è diffusamente trattato nello elaborato A.2.3 (cronoprogramma), cui si rimanda per gli approfondimenti.

6.2 Vasca di carico di Casteldoria

Gli interventi previsti nella vasca di carico di Casteldoria hanno lo scopo di dare efficienza funzionale alle opere esistenti, migliorare la gestione delle opere ed allungare la vita utile della importante infrastruttura idraulica.

Questi obiettivi si raggiungono intervenendo sui seguenti componenti:

- ripristino delle superfici in conglomerato cementizio armato danneggiate, in parte di tipo Strutturale ed, in parte, di tipo Corticale;
- ripristino di tutti i giunti di dilatazione strutturali sia verticali che orizzontali;
- rifacimento del piping in modo efficiente ed in grado di soddisfare le attuali esigenze gestionali;



- rifacimento dei sistemi di misura e sezionamento con relativo by-pass delle vasche;
- rifacimento di tutte le opere di corredo e di finitura delle opere;
- previsione di adeguato sistema di telecontrollo di tutte le principali funzioni della camera di manovra.

6.2.1 Il ripristino strutturale

Le strutture esistenti su cui è previsto l'intervento di ripristino strutturale sono le seguenti:

- vasche di accumulo dell'acqua proveniente dall'invaso di Castel Doria;
- camera di manovra a servizio delle vasche.

L'intervento è stato differenziato in funzione della profondità di degrado in cui si trova il calcestruzzo sia sulle pareti delle vasche, interne ed esterne, che sul fondo.

Gli interventi previsti sono:

- di tipo corticale, con profondità d'intervento fino a 1 cm., previa idroscarifica; saranno eseguiti a protezione di tutti i paramenti interni ed esterni, con finitura anticarbonatazione o impermeabilizzante in relazione al tipo di contatto, con gli agenti atmosferici o con l'acqua;
- di tipo strutturale, con profondità d'intervento fino a 4 cm. (3+1), da eseguirsi sulle superfici rilevate fortemente ammalorate, tipicamente a contatto con gli agenti atmosferici e, per una quota stimata, anche su quelle sottobattente; le superfici interessate da ripristino strutturale saranno inoltre completate con un intervento di ripristino Corticale e relativa finitura superficiale.

Per quanto riguarda la camera di manovra, con struttura integrale in conglomerato cementizio armato, è stato previsto un intervento di tipo corticale sia delle pareti interne che esterne. Nella tabella che segue sono riportate le superfici interessate da ciascuna tipologia di intervento.

	Ripristino corticale [m²]	Ripristino strutturale [m²]
Pareti vasche	1.632,40	647,72
Fondo vasche	1.515,12	151,51
Camera di Manovra	410,75	==
Totale	3.558,27	799,23



6.2.2 Il nuovo sistema idraulico in ingresso e in uscita

La vasca di carico di Casteldoria rappresenta la disconnessione idraulica tra la premente, che veicola la portata dalla centrale di Casteldoria, e la linea Coghinas 2°, di adduzione per Sassari e Alghero.

Per migliorare la gestione delle opere e predisporle per una gestione telecontrollata, la soluzione progettuale prevede la modifica del sistema idraulico sia in ingresso che in uscita. Il nuovo sistema idraulico è illustrato di seguito, in modo necessariamente sintetico.

La condotta di alimentazione proveniente dal sollevamento di Santa Maria Coghinas servirà non più la sola vasca est ma, contemporaneamente, entrambe le vasche. Infatti, intercettando la condotta esistente prima dell'ingresso in vasca e realizzando un nuovo tratto di premente in acciaio DN 1400 fino alla parete della vasca posta a sud, si realizzeranno due distinte diramazioni, una per ciascuna vasca. Tali ingressi saranno dotati di valvole a farfalla che consentiranno di sezionare, alla bisogna, tali condotte.

Tale modifica allo schema idraulico previsto dal progetto definitivo, consentirà di gestire l'ingresso in contemporanea nelle due vasche, in condizioni ordinarie; oppure, in funzione delle esigenze del Gestore, alimentare una sola delle due vasche. La duttilità gestionale che così si ottiene è decisamente superiore a quella attuale e riproposta nel progetto definitivo.

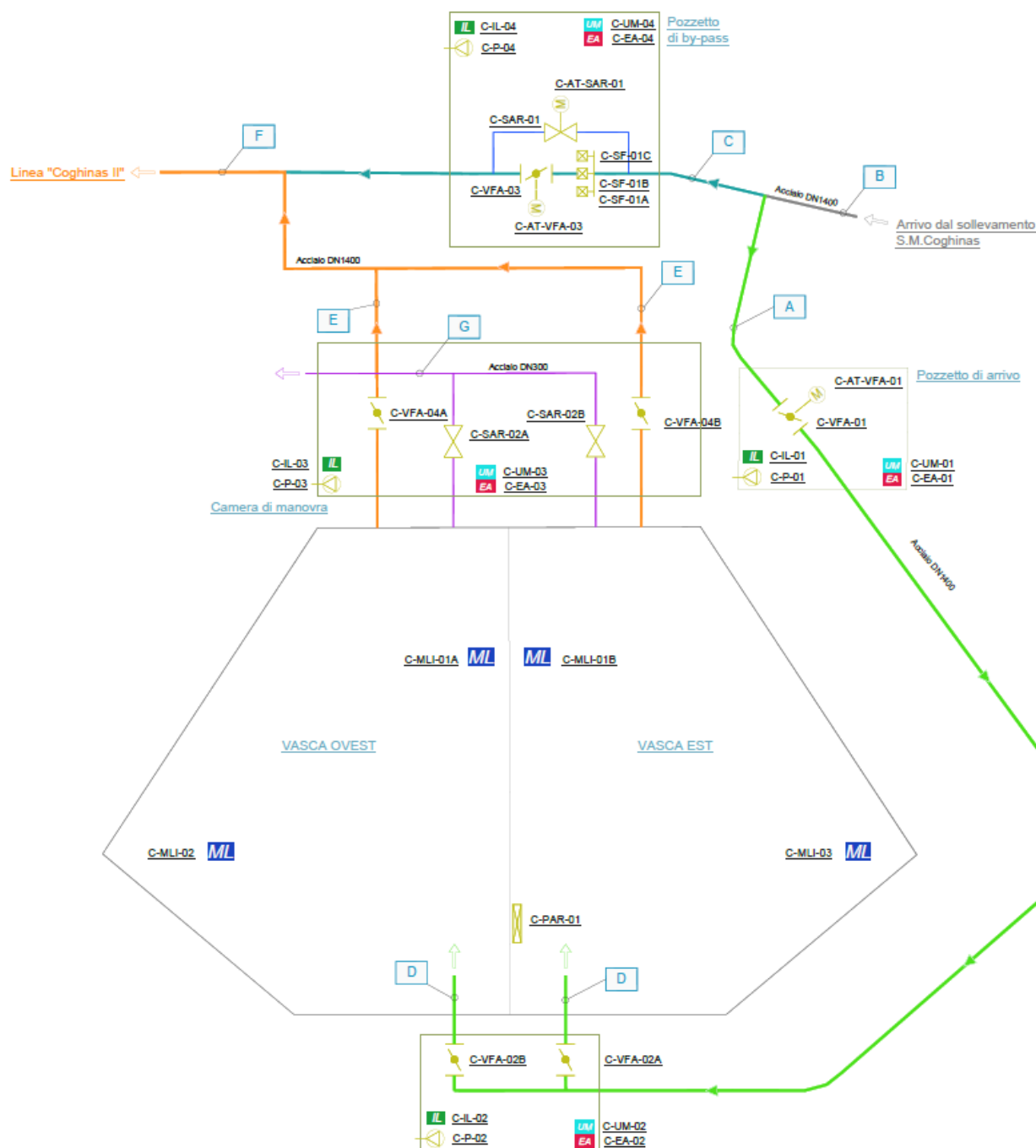
Il sistema idraulico in uscita dalle vasche prevede la contemporanea presa da entrambe le vasche e l'alimentazione della condotta di uscita verso il sistema acquedottistico di Coghinas. Le due tubazioni in uscita saranno dotate di valvole di sezionamento a farfalla. La possibilità di sezionare una delle due uscite consentirà l'isolamento di una delle due vasche senza perdere di efficienza idraulica l'alimentazione del sistema acquedottistico collegato.

Infine, il rifacimento del sistema di by-pass generale dell'impianto consentirà l'isolamento completo delle vasche.

Lo schema di funzionamento idraulico di sistema è di seguito riportato:



“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”
Progetto esecutivo



Per raggiungere gli obiettivi sopra esposti è stato previsto l'impiego delle seguenti apparecchiature idrauliche e di misura.

Descrizione	Quantità	U.M.
Pezzi acciaio	29.682,23	kg
giunto di smontaggio DN1400	3	cad

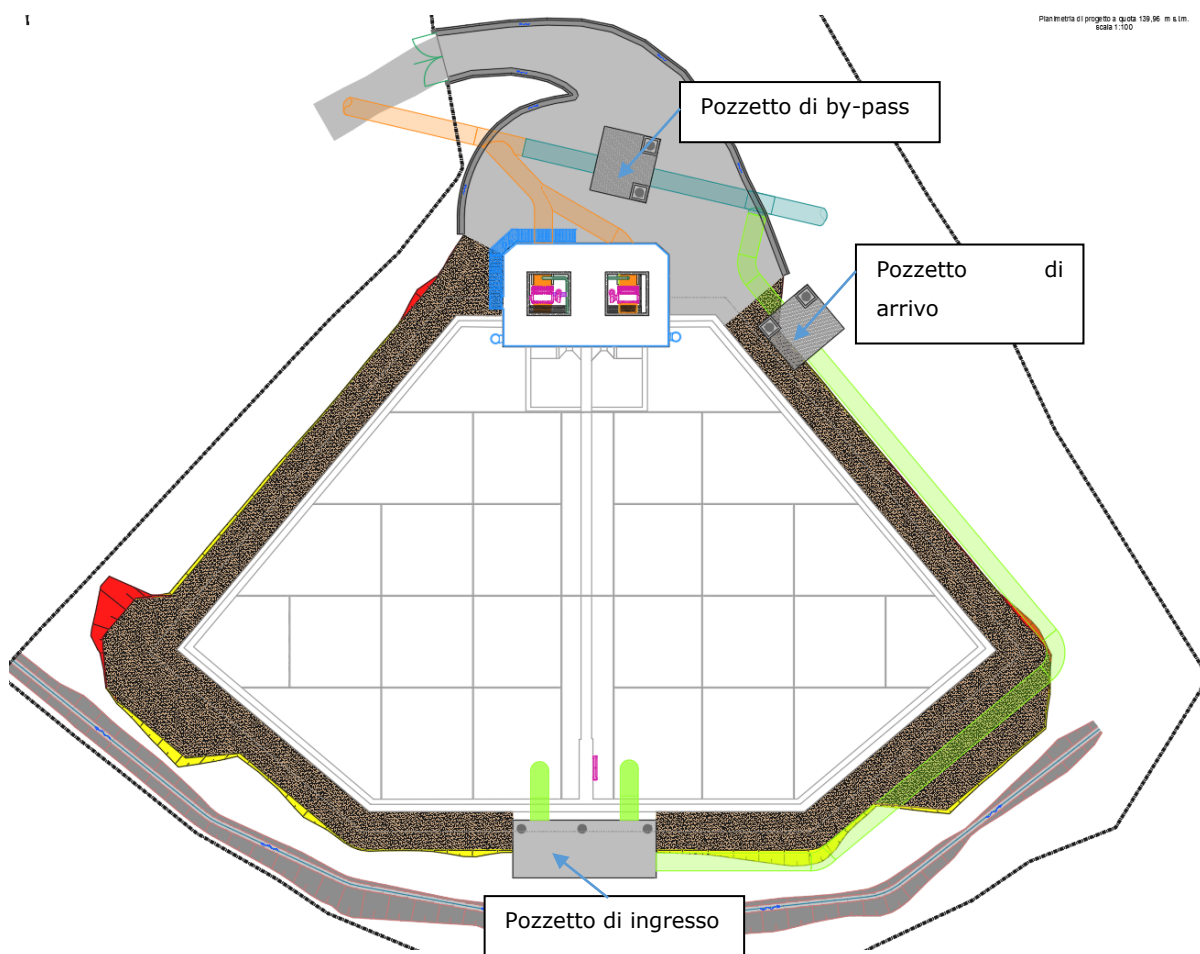


saracinesca DN150	3	cad
Sfiato DN150	3	cad
Saracinesca manuale DN300	2	cad
Giunto di smontaggio DN300	2	cad
Valvola a farfalla DN1400	3	cad
Saracinesca teleattuata DN250	1	cad
Misuratori di livello	4	cad

6.2.3 Le opere d'arte

Le principali opere d'arte previste nell'ambito degli interventi dell'area della vasca di carico di Casteldoria sono:

- pozzetto in c.a. di arrivo;
- pozzetto in c.a. di ingresso ed immissione nelle due vasche;
- pozzetto in c.a. per l'alloggiamento del by-pass della vasca;
- Solaio di copertura della camera di manovra.



Questi manufatti sono stati univocamente individuati sia da un punto di vista architettonico che da un punto di vista strutturale (cfr elaborati del gruppo G.3.n).

6.2.3.1 Pozzetto in c.a. di arrivo

Come descritto all'interno della presente relazione, il presente progetto prevede il rifacimento dello schema idraulico della vasca di Casteldoria. In particolare, si prevede la realizzazione di un nuovo tratto di condotta in arrivo dal sollevamento di S.M. Coghinas fino all'estremità sud delle vasche cioè sul lato opposto rispetto alle prese previste all'interno della camera di manovra.

Al fine di poter sezionare la condotta in acciaio DN 1400, in arrivo dal sollevamento di S.M. Coghinas, si prevede la realizzazione di un pozzetto per l'alloggio di una valvola di sezionamento a farfalla DN1400.



Il pozzetto è realizzato in c.a. ed ha dimensioni interne in pianta di (4,00x4,60) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,25 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (4,50x5,10) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 3,45 m. La piastra di base ha spessore pari a 50 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 30 cm.

L'altezza totale del pozzetto è, pertanto, pari a 4,25 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto è ubicata una valvola di sezionamento a farfalla teleattuada. Il pozzetto è munito di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di aggottaggio, il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

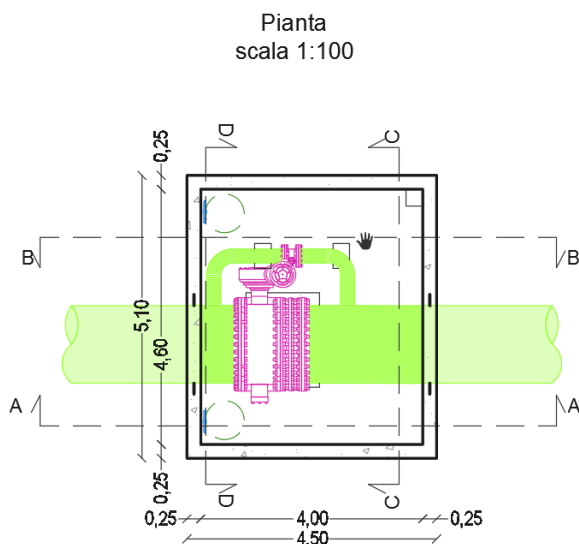
L'ingresso è consentito tramite due chiusini in ghisa carrabile classe D400. Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.

Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.3.1.8.

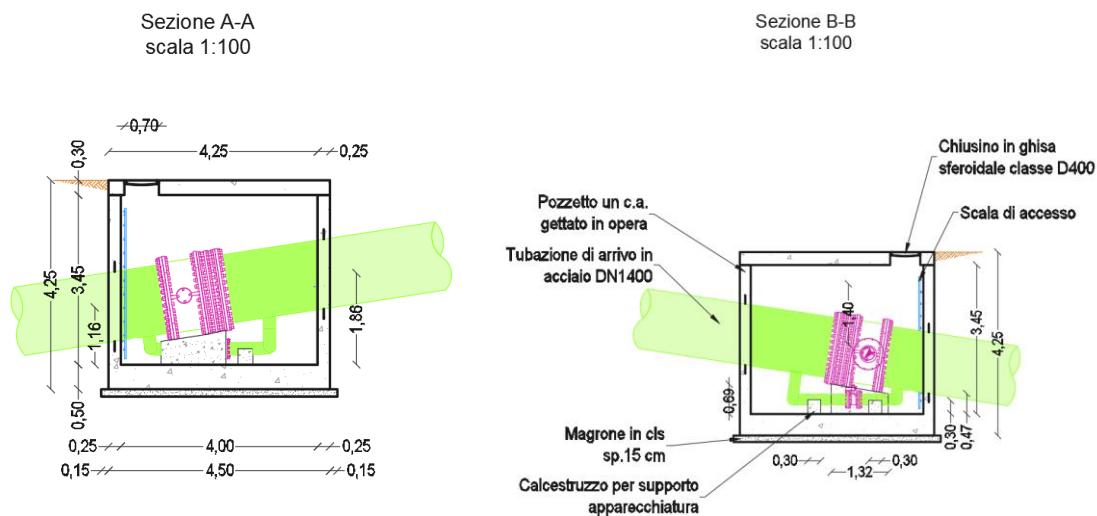
Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.3.2.n.

Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto





*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo



6.2.3.2 Pozzetto in c.a. di ingresso ed immissione nelle due vasche

Il presente progetto prevede che l'ingresso della portata avvenga su entrambe le vasche. A tale scopo, la nuova condotta di arrivo, si dirama in due distinti tratti prima dell'ingresso nelle vasche. Ciascuno dei due tratti di ingresso è dotato di valvola di sezionamento a farfalla DN1400 che, in caso di necessità, permette di sezionare l'uno o l'altro tratto.

Le valvole di sezionamento sono ubicate all'interno di un pozzetto in c.a. avente dimensioni interne in pianta di (4,00x10,70) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,25 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (4,50x11,20) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 2,60 m.

La piastra di base ha spessore pari a 50 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 30 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 3,40 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto sono ubicate due valvole di sezionamento a farfalla.

Il pozzetto è munito di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di aggrottaggio, il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

L'ingresso è consentito tramite tre chiusini in ghisa carrabile classe D400 avente diametro D=700 mm. Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.

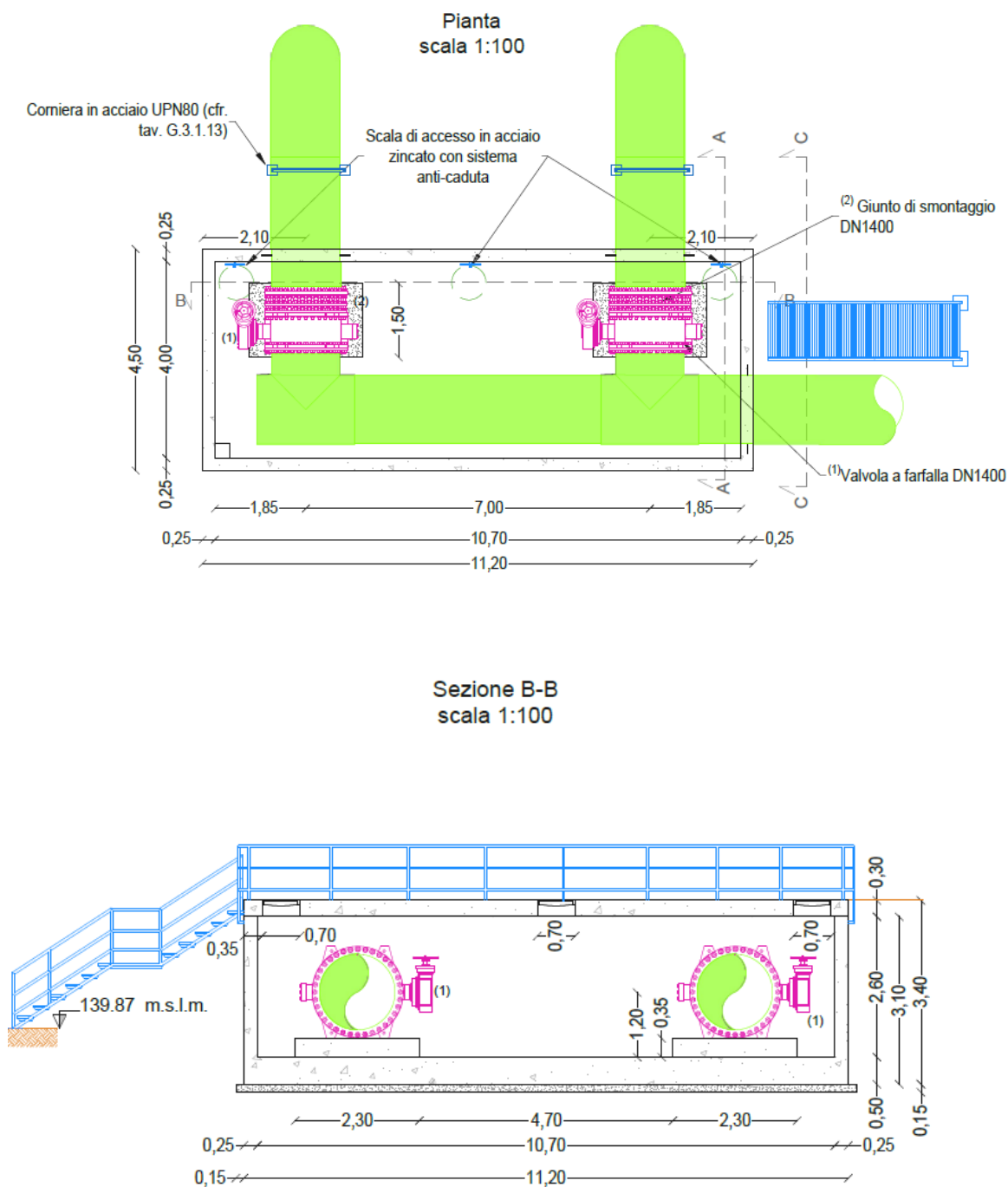


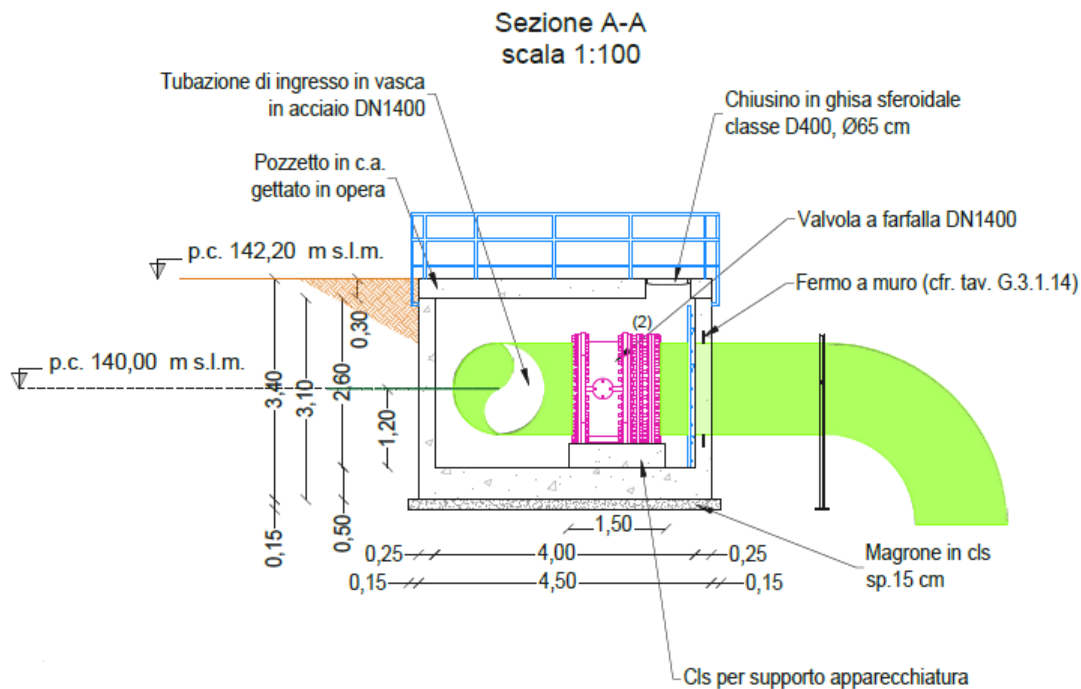
Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.3.1.8.

Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.3.2.n.

Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto





6.2.3.3 Pozzetto in c.a. per l'alloggiamento del by-pass della vasca

Qualora vi sia la necessità di by-passare l'ingresso delle portate alla vasca di Casteldoria è prevista una condotta in acciaio DN1400 di by-pass dotata di valvola di sezionamento a farfalla.

La valvola è ubicata all'interno di un pozzetto realizzato in c.a. ed ha dimensioni interne in pianta di (4,00x4,60) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,25 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (4,50x5,10) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 3,65 m.

La piastra di base ha spessore pari a 50 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 30 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 4,60 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto è ubicata una valvola di sezionamento a farfalla teleattuada. Il pozzetto è munito di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di aggotaggio, il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.



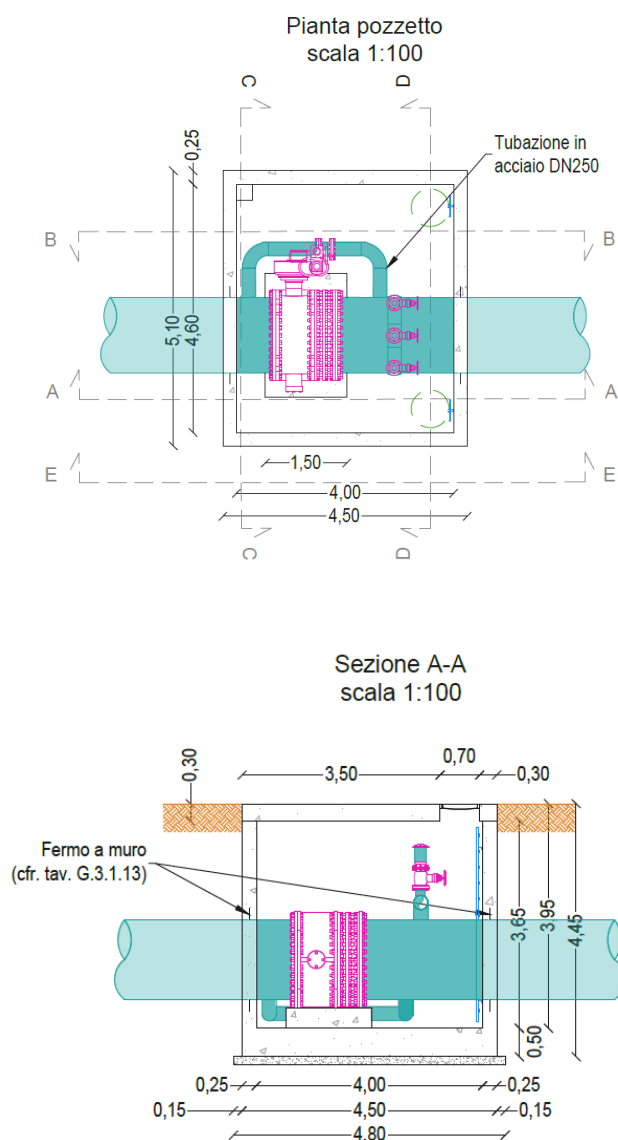
L'ingresso è consentito tramite due chiusini in ghisa carrabile classe D400 aventi dimensioni D=700 mm. Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.

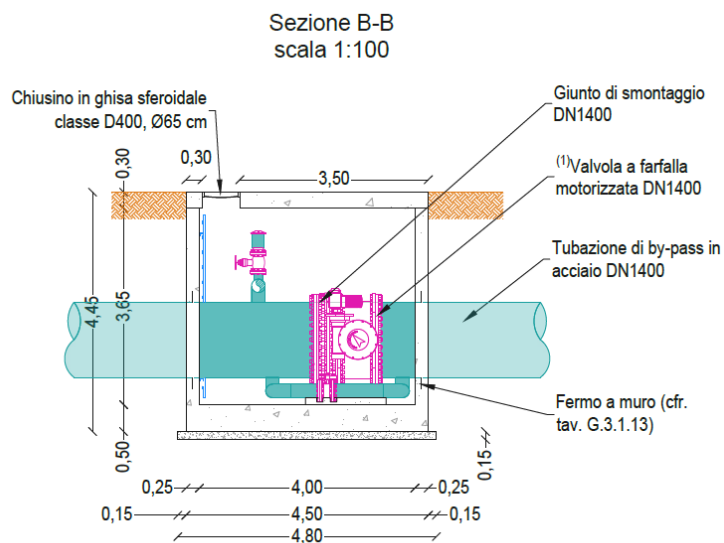
Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.3.1.8.

Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.3.2.n.

Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto





6.2.3.4 Solaio di copertura della camera di manovra

Il presente progetto prevede la demolizione ed il rifacimento del solaio di copertura della camera di manovra.

Il nuovo solaio ha uno spessore di 30 cm. Al fine di consentire l'estrazione delle apparecchiature poste all'interno della camera di manovra si prevede la realizzazione di due aperture nel solaio stesso. Le aperture hanno dimensioni nette pari a (3,00x3,00) m. La chiusura è realizzata con botole a due ante con tamponamento con pannello sandwich coibentato dallo spessore di 50 mm, con lamiera interna in Acciaio inox AISI 316 satinato e lamiera esterna in alluminio Acciaio Inox AISI 316 satinata.

Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.3.2.n.

6.2.4 Opere di finitura

Le strutture in c.a da ripristinare e le strutture di nuova realizzazione verranno finite sul pavimento con piastrelle in klinker.

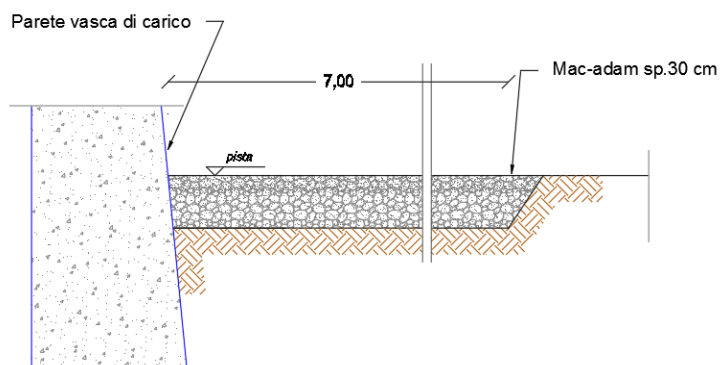
Le pareti, fino ad un'altezza di 1,50 m dal fondo verranno finite con piastrelle in gres di colore bianco.

Il cancello verrà realizzato in acciaio zincato e lavorato, mentre la recinzione verrà realizzata con rete metallica e paletti in ferro. Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.3.1.6.



La strada perimetrale alle vasche, di nuova realizzazione, verrà finita con macadam per uno spessore di circa 30 cm.

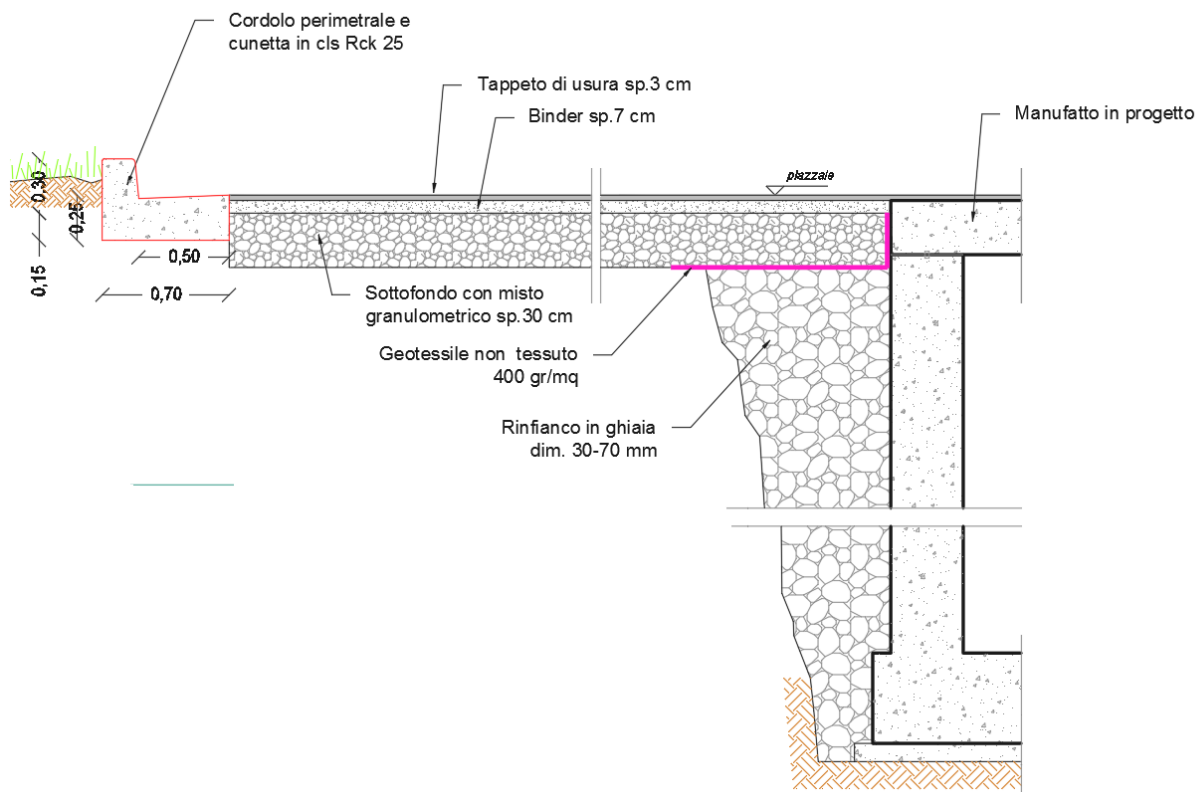
L'immagine seguente riporta il dettaglio della finitura della nuova stradella perimetrale.



Il piazzale antistante l'ingresso alla camera di manovra, invece, verrà finito con uno strato di usura di 3 cm posato al di sopra di uno strato di binder di 7 cm.

Il sottofondo stradale verrà realizzato con misto granulometrico per uno spessore di 30 cm.

Un telo di geotessuto verrà posato come separazione tra il rinfilanco a tergo dei nuovi manufatti interrati e la struttura stradale.



Il cordolo perimetrale e la cunetta sono realizzati in calcestruzzo gettato in opera ed hanno le dimensioni riportate nell'immagine precedente.

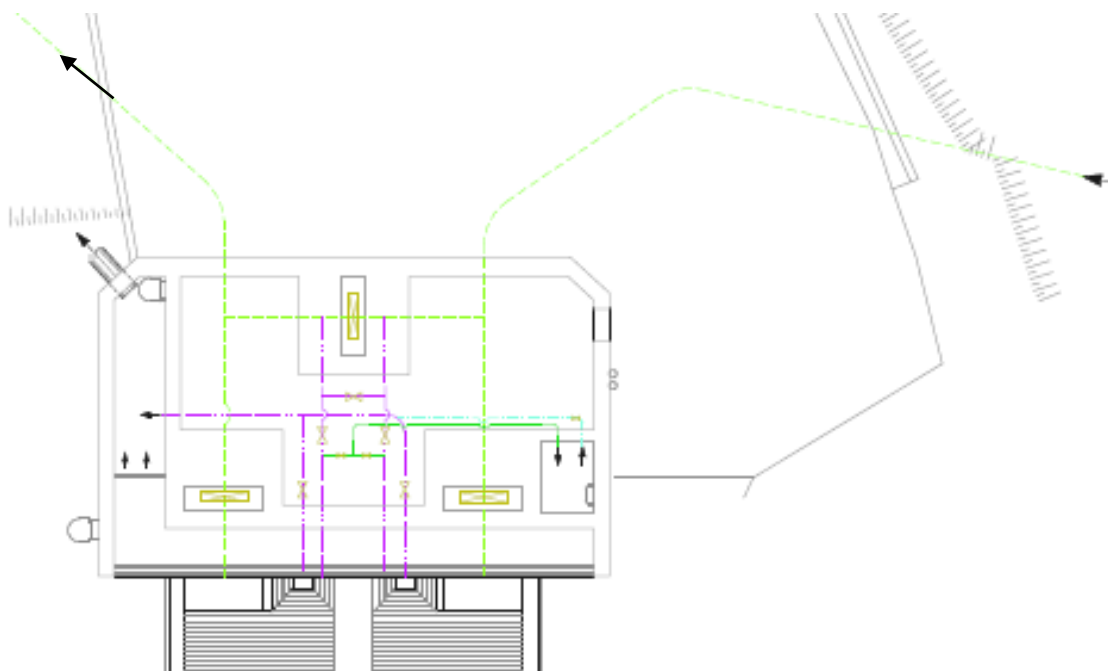
La camera di manovra verrà rifinita con intonaco per interni e successivamente tinteggiata.

6.2.5 La organizzazione del lavoro

L'individuazione delle parti di opera in cui scomporre l'intero intervento relativo alla vasca di carico di Casteldoria segue una sequenza logica che ha lo scopo di eseguire i lavori nel rispetto dei vincoli imposti da ENAS: continuità del servizio e interruzioni programmate contenute in 8-10 ore.

La vasca di carico di Casteldoria, essendo la vasca di testa dei due sistemi di *Coghinas*, è particolarmente sensibile alle interruzioni di servizio, per le ricadute negative che avrebbe sul sistema di approvvigionamento idrico della Sardegna nord-occidentale.

Di seguito si riporta una immagine attuale della camera di manovra esistente.



L'attuale funzionamento idraulico della vasca di carico di Casteldoria è semplice:

- una condotta in acciaio del DN 1400 in ingresso nella vasca est, proveniente dall'impianto di sollevamento dell'invaso omonimo attraverso la centrale di *Santa Maria Coghinas*;
- dalla vasca di ingresso l'acqua passa nella vasca ovest, attraverso una paratoia che collega le due vasche.
- dalla vasca ovest ha, poi, origine la condotta di presa in acciaio DN 1400.

La camera di manovra è caratterizzata dalla presenza di un grande blocco di ancoraggio in calcestruzzo che occupa molto dello spazio disponibile per la gestione delle apparecchiature idrauliche.

Lo schema di funzionamento attuale non consente di isolare una delle due vasche per le normali attività di manutenzione, sia ordinarie che straordinarie, continuando ad erogare normalmente le utenze da essa servite, con i limiti che tale condizione comporta.

Per migliorare il funzionamento idraulico dell'opera e la sua gestione, la soluzione progettuale prevede la modifica idraulica del sistema, sia in ingresso che in uscita. Il nuovo sistema idraulico è di seguito illustrato, in modo necessariamente sintetico. La condotta di alimentazione (proveniente dall'impianto di sollevamento)



servirà entrambe le vasche da monte delle stesse e ciascuna di esse potrà essere sezionata, alla bisogna, con valvole a farfalla motorizzate.

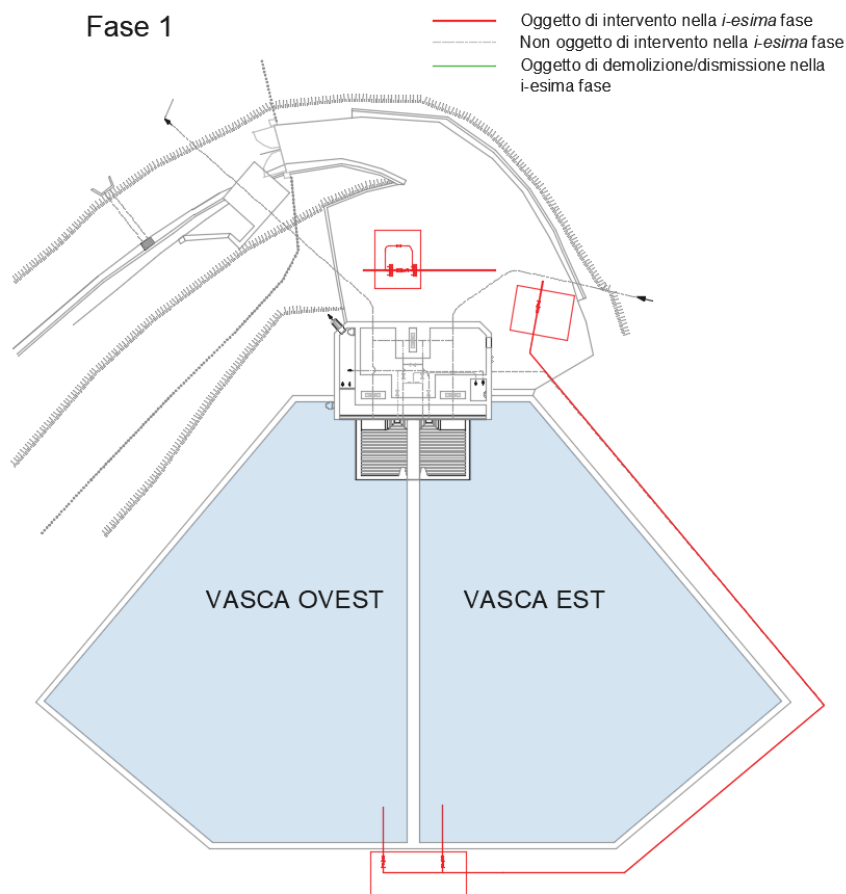
Lo schema idraulico in uscita prevede la contemporanea presa da entrambe le vasche e l'alimentazione della condotta di uscita verso il sistema acquedottistico del *Coghinas II*.

Per raggiungere gli obiettivi posti dall'Ente Appaltante la scomposizione dei lavori nelle parti di opera da eseguire nella sequenza ordinata e vincolante è riportata nei tre livelli di scomposizione (cfr. cap. 2.1 dell'elaborato A.2.3 “*Relazione su cronoprogramma e diagramma di Gantt*”).

Nelle immagini che seguono è illustrata la sequenza logico-funzionale di realizzazione delle opere idrauliche, per consentire la funzionalità idraulica della vasca durante la fase di costruzione.

6.2.5.1 Fase 1

La prima fase di lavoro deve prevedere la predisposizione delle opere per il by-pass generale dell'impianto.



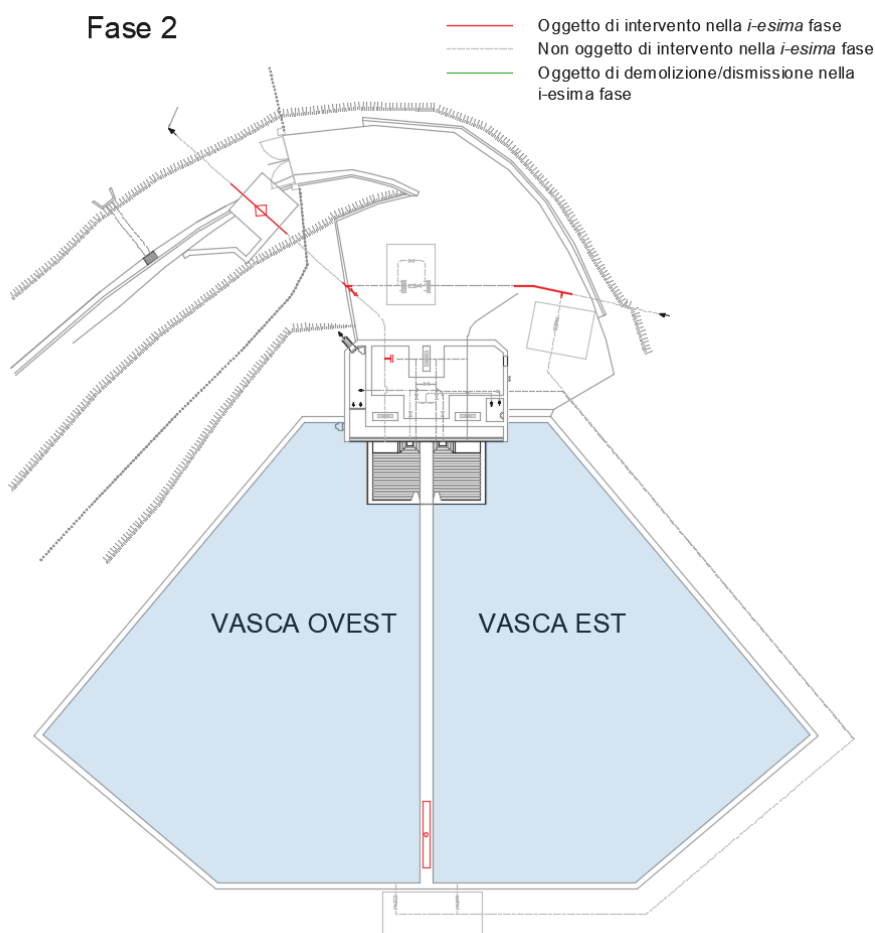


Le principali lavorazioni, in sequenza, sono di seguito illustrate:

1. Messa a nudo delle tubazioni da intercettare;
2. Scavo per la realizzazione del pozzetto di by-pass e della relativa condotta;
3. Getto del magrone e della fondazione del pozzetto di by-pass;
4. Scavo per la posa della nuova tubazione di arrivo, per la realizzazione del nuovo pozzetto di alloggio degli organi di sezionamento;
5. Getto del magrone e della fondazione dei pozzetti di alloggio degli organi di sezionamento;
6. Posa della condotta DN1400 e delle apparecchiature per la realizzazione del nodo di by-pass.

Funzionamento idraulico: durante tale fase il sistema continua a funzionare regolarmente senza alcuna interruzione.

6.2.5.2 Fase 2





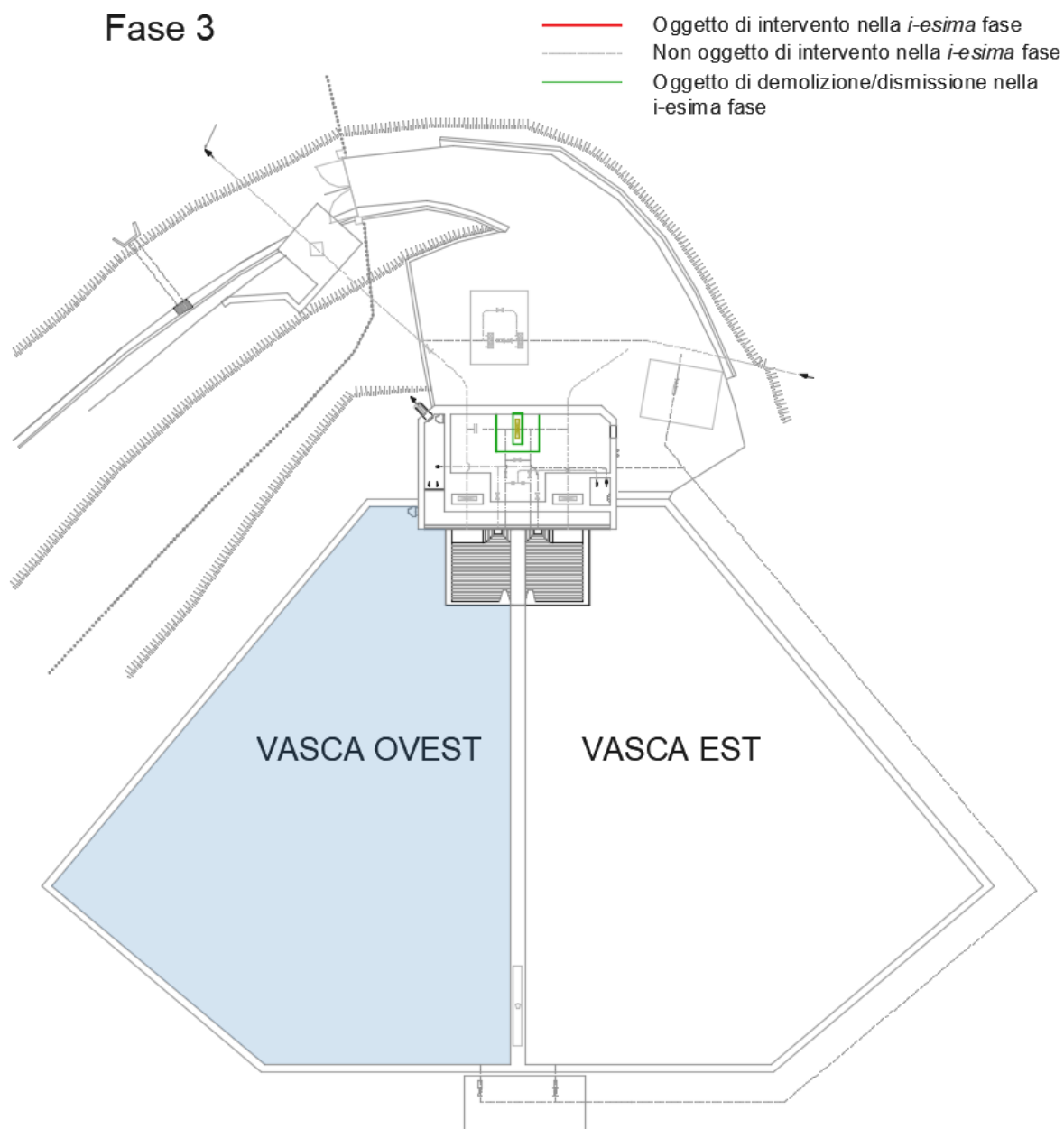
Le principali lavorazioni della fase 2, in sequenza, sono di seguito illustrate:

- 1 Interruzione momentanea del servizio per consentire l'esecuzione dei collegamenti dei pezzi speciali al *piping* in precedenza posato;
- 2 Realizzazione dei pezzi speciali a TEE per il collegamento del by-pass e degli arrivi;
- 3 Taglio della tubazione in uscita ed inserimento di una flangia nel collegamento al *piping* dell'esistente by-pass all'interno della camera di manovra;
- 4 Stacco dell'esistente condotta di alimentazione in corrispondenza dell'ingresso in vasca;
- 5 Chiusura paratoia tra le vasche.

Funzionamento idraulico: durante questa fase, il fuori servizio del sistema della vasca di Casteldoria sarà limitato al tempo necessario per effettuare il taglio delle tubazioni sull'arrivo e sulla partenza ed a quello per effettuare le saldature dei pezzi speciali. Il tempo medio stimato per l'esecuzione della fase 2 è 8 ore.



6.2.5.3 Fase 3



Le principali lavorazioni della fase 3 sono di seguito illustrate:

1. Funzionamento idraulico con vasca ovest;
2. Svuotamento della vasca est;
3. Demolizione del solaio della camera di manovra;
4. Demolizione del blocco di cls centrale all'interno della camera di manovra;
5. Taglio della tubazione al suo interno.



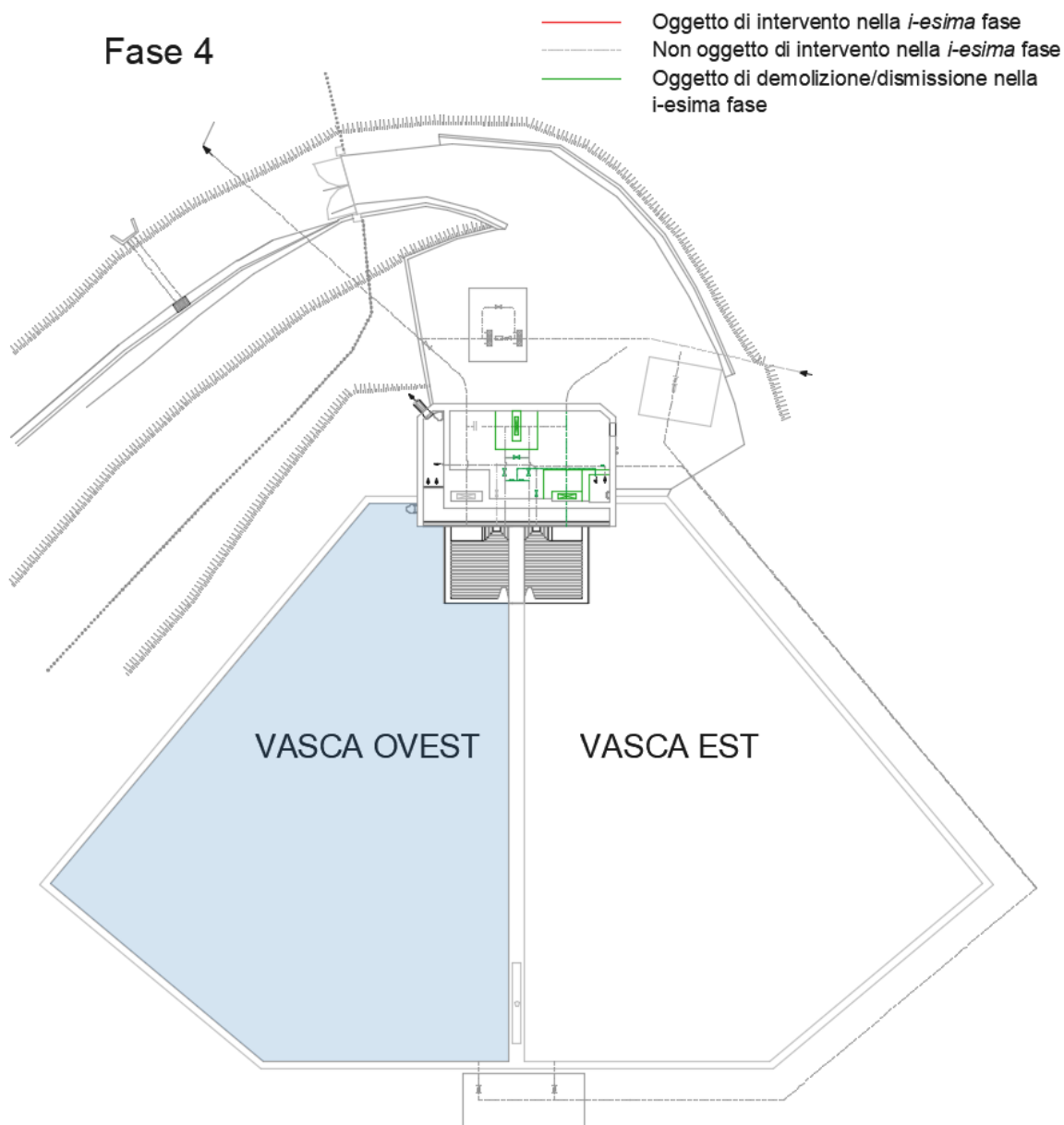
Funzionamento idraulico: Durante tale fase è previsto il funzionamento della sola vasca ovest.

6.2.5.4 Fase 4

Le lavorazioni della fase 4 sono di seguito elencate:

1. Demolizione del blocco di calcestruzzo dell'arrivo sulla vasca est;
2. Eliminazione di parte del *piping* relativo alla vasca est;
 - a. Tubazione di presa;
 - b. Scarico di fondo;
 - c. Tubazione di connessione al vecchio by-pass;
3. Allargamento fori di passaggio delle tubazioni nelle murature per l'eliminazione tronchetti esistenti;
4. Interventi di consolidamento della camera di manovra per tutta la parte libera dal *piping* sul pavimento;
5. Inizio interventi di consolidamento strutturale all'interno della vasca est.

Funzionamento idraulico: Durante tale fase la portata potrà confluire nella vasca ovest grazie ai nuovi arrivi. Il sistema potrà essere alimentato dalla vasca ovest.



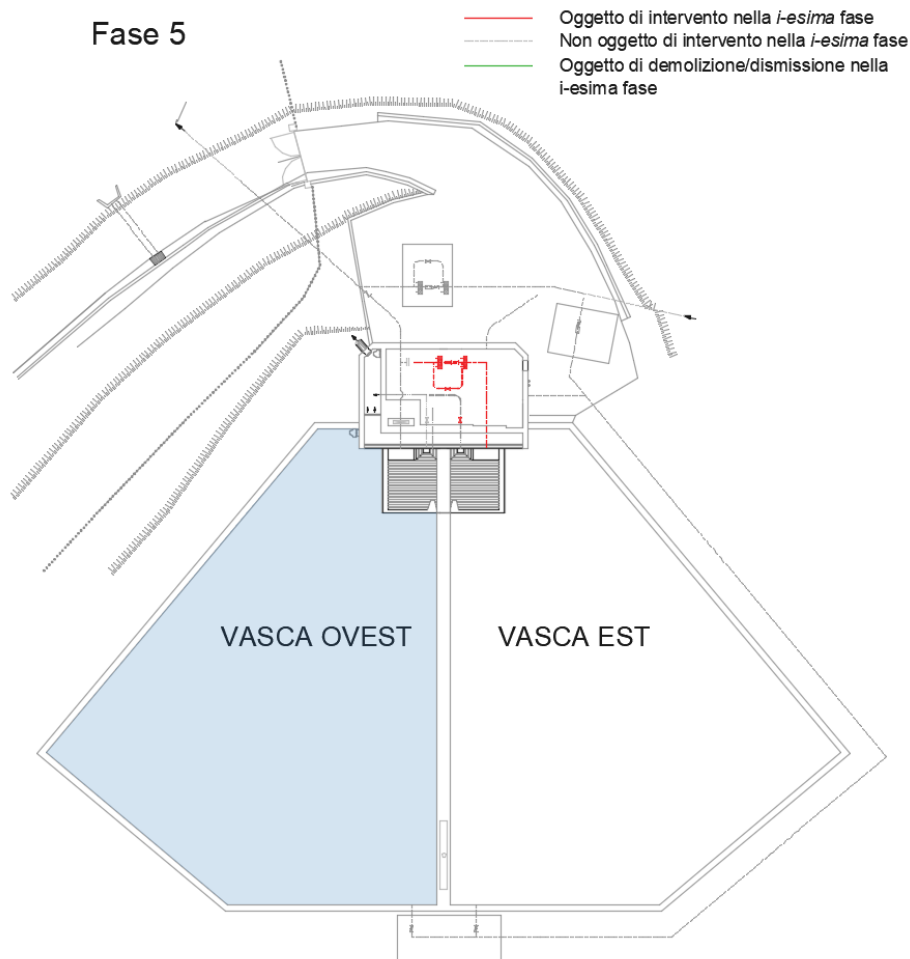
6.2.5.5 Fase 5

Le lavorazioni della fase 5 sono di seguito elencate:

1. Inserimento del tronchetto di tubazione nelle murature e sigillatura dei fori di passaggio;
2. Ripristino corticale della parte libera della camera di manovra;
3. Realizzazione del nuovo *piping* nella vasca est (tubazione di presa e scarico di fondo).



Funzionamento idraulico: Durante tale fase la portata potrà confluire nella vasca ovest grazie ai nuovi arrivi. Il sistema potrà essere alimentato dalla vasca ovest.



6.2.5.6 Fase 6.1

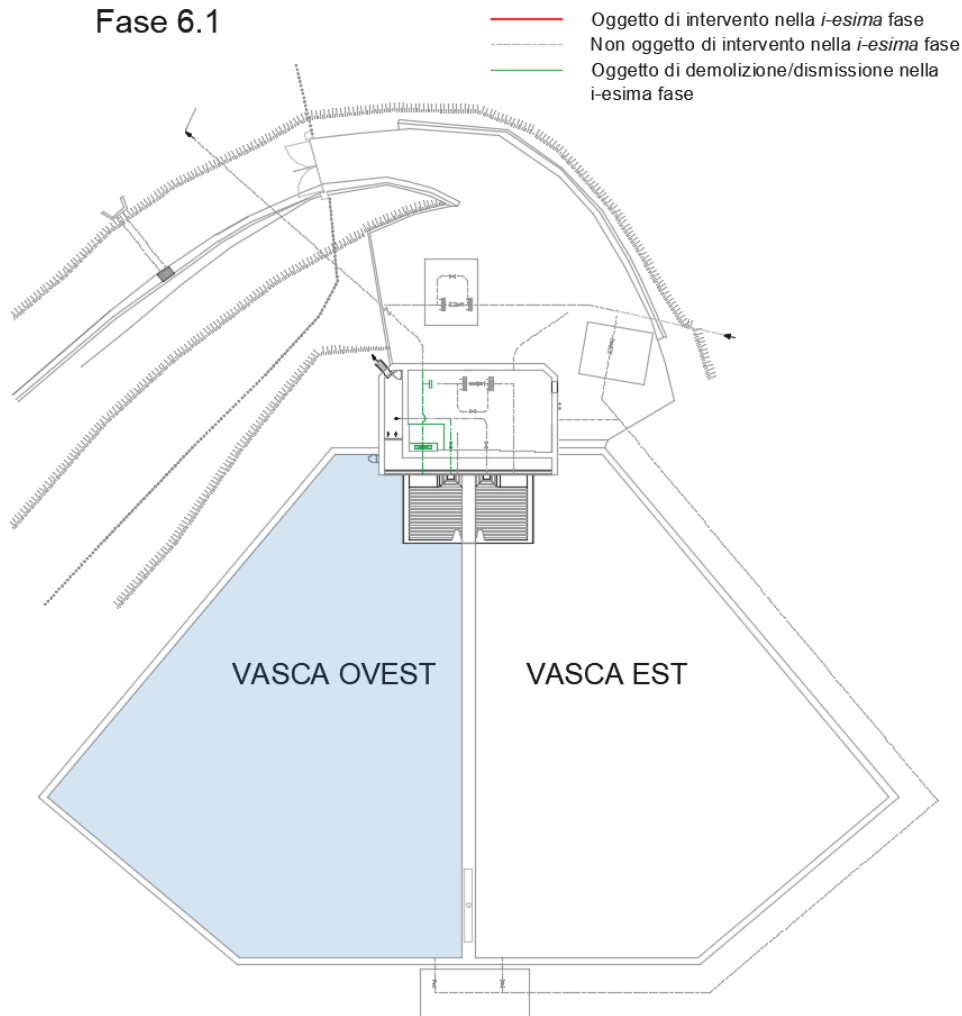
Le lavorazioni della fase 6.1 sono di seguito elencate:

1. Attivazione della linea di by-pass provvisorio;
2. Demolizione del blocco in calcestruzzo dell'esistente tubazione di presa;
3. Rimozione del *piping* esistente relativo alla vasca ovest.

Funzionamento idraulico: Durante tale fase è previsto il funzionamento della linea di by-pass per il tempo necessario a realizzare il *piping* della parte ovest e connetterlo con quello già realizzato della parte est. Il tempo medio stimato per l'esecuzione della fase 6.1 è 8 ore.



Fase 6.1



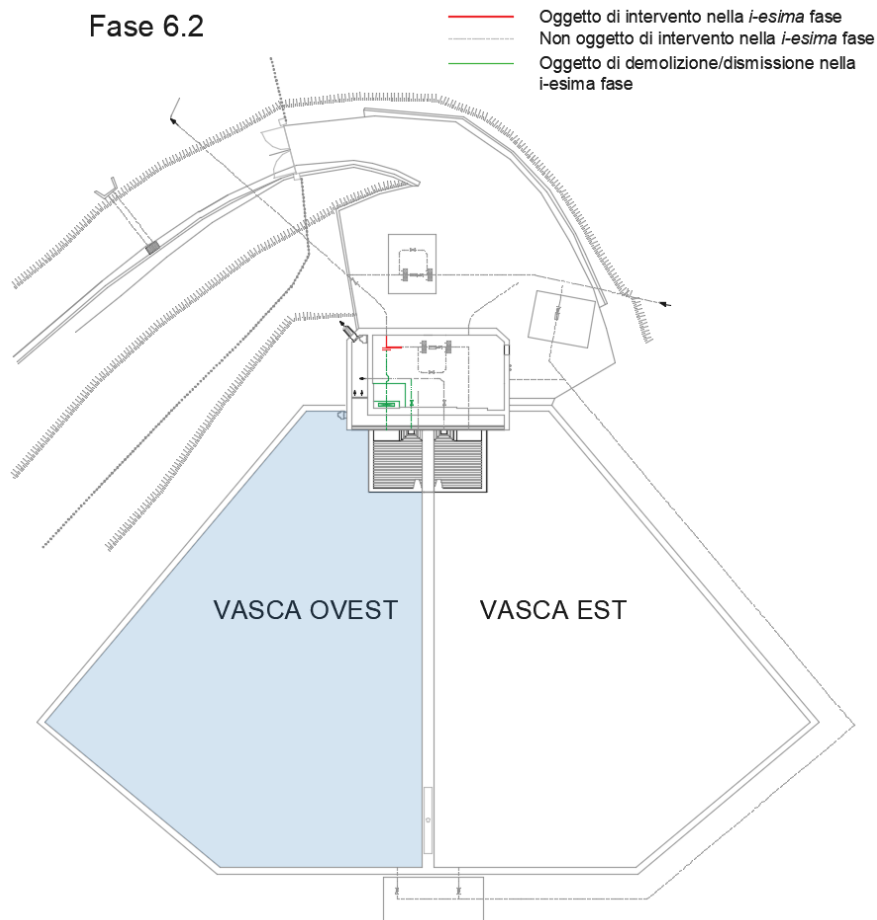
6.2.5.7 Fase 6.2

Le lavorazioni della fase 6.1 sono di seguito elencate:

1. Funzionamento della linea di by-pass provvisoria;
2. Realizzazione di TEE e flangia cieca sulla nuova tubazione di presa della vasca ovest;
3. Demolizione del blocco in calcestruzzo dell'esistente tubazione di presa;
4. Rimozione del *piping* esistente relativo alla vasca ovest.

Funzionamento idraulico: Durante tale fase è previsto il funzionamento della linea di by-pass per il tempo necessario all'installazione della TEE e della flangia cieca sulla nuova tubazione di presa della vasca ovest.

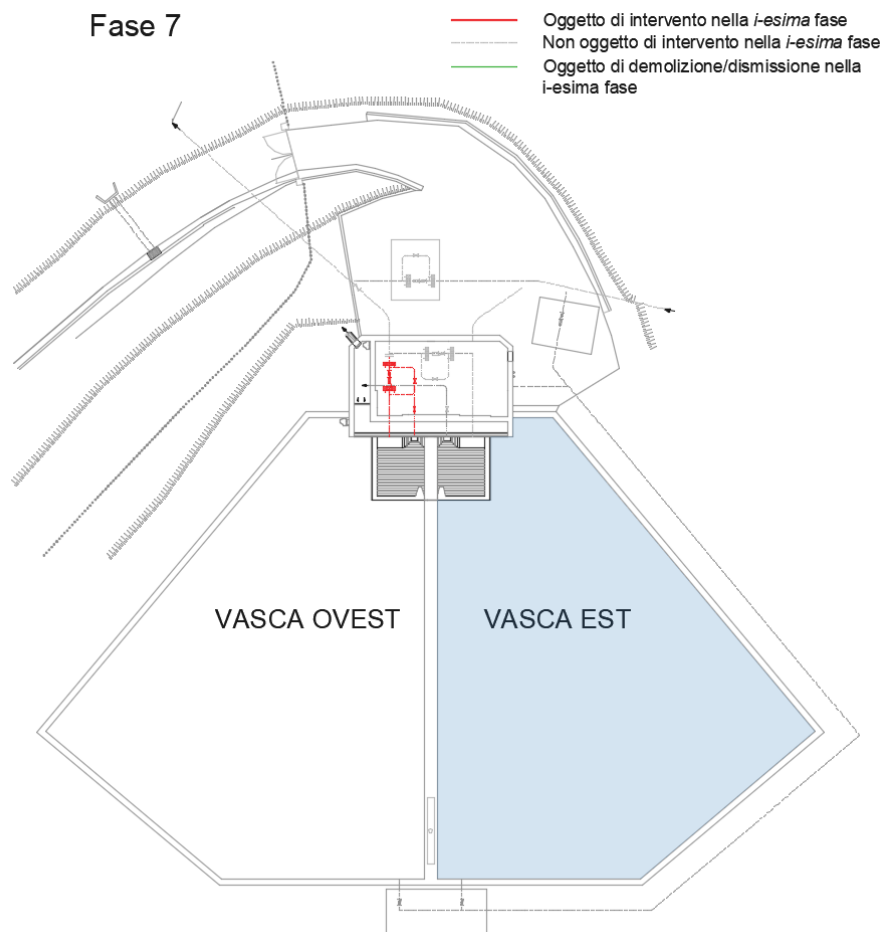
In modo analogo alla fase 6.1, il tempo medio stimato per l'esecuzione della fase 6.2 è pari ad 8 ore.



6.2.5.8 Fase 7

1. Attivazione della vasca Est;
2. Realizzazione degli interventi strutturali mancanti nella camera di manovra;
3. Realizzazione del piping relativo alla parte ovest;
4. Interventi di ripristino strutturali nella vasca ovest.

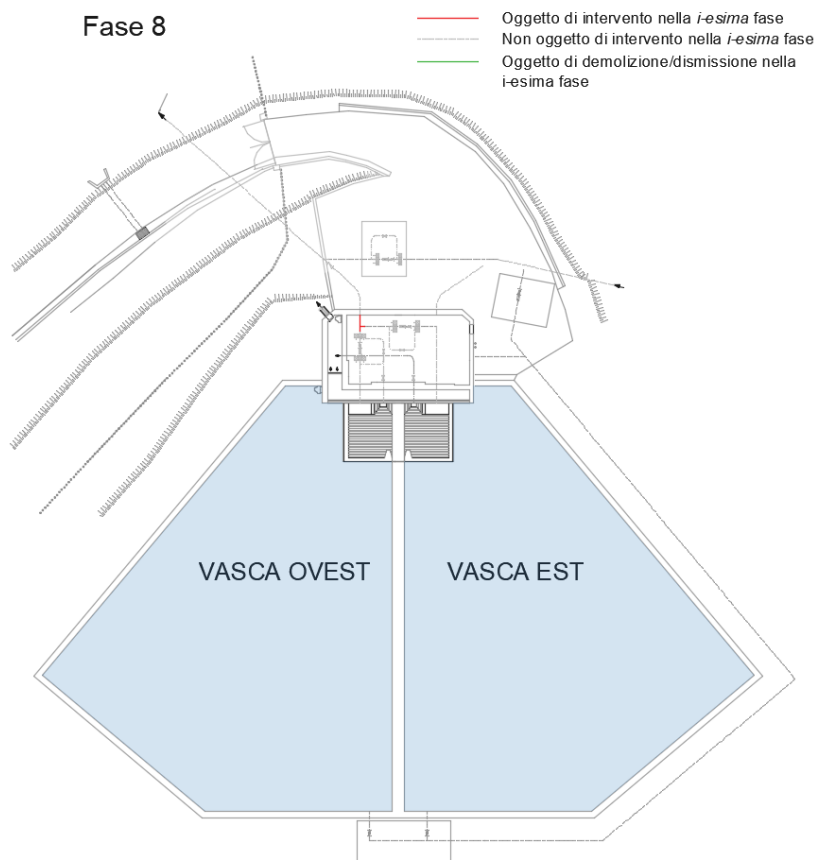
Funzionamento idraulico: sistema in servizio con vasca est attivata



6.2.5.9 Fase 8

1. Attivazione del by-pass provvisorio;
2. Realizzazione collegamenti idraulici vasca ovest ed est

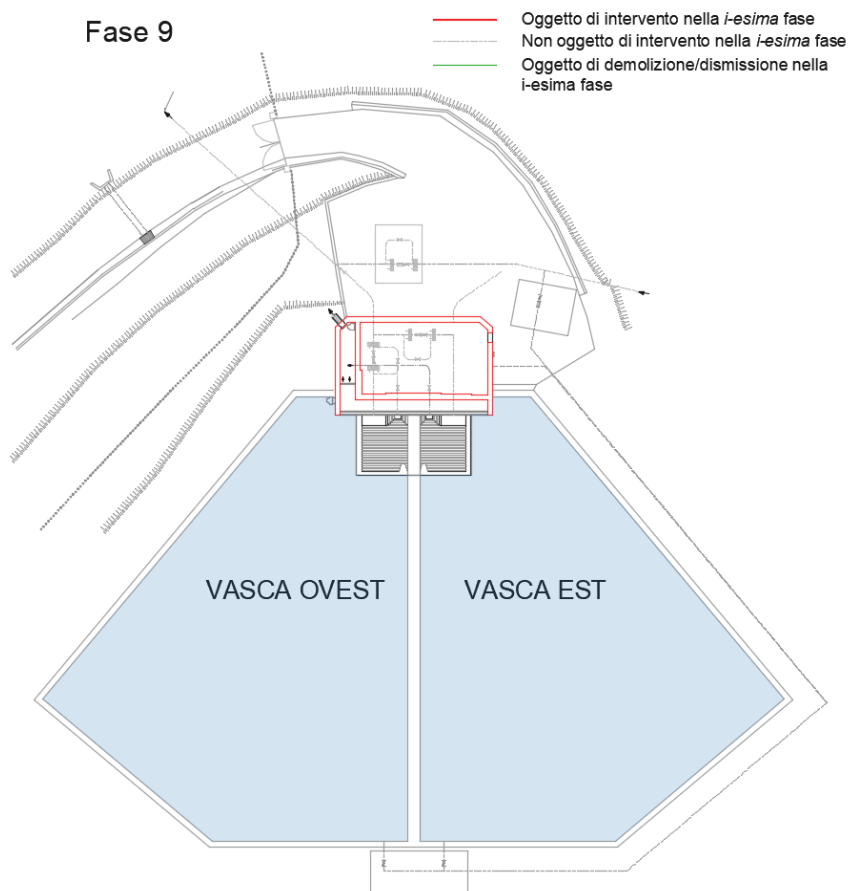
Funzionamento idraulico: durante tale fase è previsto il funzionamento della linea di by-pass per il tempo necessario a realizzare il *piping* della parte ovest e connetterlo con quello già realizzato della parte est. Il tempo medio stimato per l'esecuzione della fase 8 è pari ad 8 ore.



6.2.5.10 Fase 9

1. Realizzazione solaio.

Funzionamento idraulico: Il sistema può funzionare a regime con i nuovi arrivi e le nuove prese.



6.3 Vasca di compenso di Truncu Reale

Gli interventi previsti nella vasca terminale di Truncu Reale hanno lo scopo di dare efficienza funzionale alle opere esistenti, migliorare la gestione delle opere ed allungare la vita utile della importante infrastruttura idraulica.

Questi obiettivi si raggiungono intervenendo sui seguenti componenti:

- ripristino delle superfici in conglomerato cementizio armato danneggiate, in parte di tipo Strutturale ed, in parte, Corticale;
- ripristino di tutti i giunti di dilatazione strutturali sia verticali che orizzontali;
- rifacimento del piping in modo efficiente ed in grado di soddisfare le attuali esigenze gestionali, sia in ingresso che in uscita dalle vasche;
- previsione di un nuovo sistema di distribuzione alle utenze con vasca in c.a.;
- rifacimento dei sistemi di misura e sezionamento con relativo by-pass delle vasche;
- rifacimento del sistema di protezione dal colpo d'ariete;
- rifacimento di tutte le opere di corredo e di finitura delle opere;



- previsione di adeguato sistema di tele-controllo di tutte le principali funzioni della camera di manovra.

6.3.1 Il ripristino strutturale

Le strutture esistenti su cui è previsto l'intervento di ripristino strutturale sono le seguenti:

- vasche di accumulo dell'acqua proveniente dall'acquedotto Coghinas II;

L'intervento è stato differenziato in funzione della profondità di degrado in cui si trova il calcestruzzo sia sulle pareti delle vasche, interne ed esterne, che sul fondo.

Gli interventi previsti sono:

- di tipo corticale, con profondità d'intervento fino a 1 cm., previa idroscarifica; saranno eseguiti a protezione di tutti i paramenti interni ed esterni, con finitura anticarbonatazione o impermeabilizzante in relazione al tipo di contatto o agli agenti atmosferici o all'acqua;
- di tipo strutturale, con profondità d'intervento fino a 4 cm (3+1), da eseguirsi sulle superfici rilevate fortemente ammalorate, tipicamente a contatto con gli agenti atmosferici e, per una quota stimata, anche su quelle sottobattente; le superfici interessate da ripristino strutturale saranno inoltre completate con un intervento di ripristino Corticale e relativa finitura superficiale.

Nella tabella che segue sono riportate le superfici interessate da ciascuna tipologia di intervento.

	Ripristino corticale [m²]	Ripristino strutturale [m²]
Pareti vasche	3.828,29	920,48
Fondo vasche	2.250,57	225,06
Totale	6.078,86	1.145,54

6.3.2 Il nuovo sistema idraulico in ingresso e in uscita

La vasca terminale di Truncu Reale svolge un ruolo molto importante nel sistema idrico della Sardegna nord-occidentale per le numerose utenze che alimenta. È alimentata dall'acquedotto Coghinas II, tubazioni di acciaio DN 1400, che ha origine dalla vasca di carico di Casteldoria.

La vasca terminale di Truncu Reale serve utenze che, in funzione di particolari esigenze gestionali, non solo ricevono acqua ma possono in alternativa fornire acqua a Truncu Reale. Tali utenze sono quelle di Tottubella e di Porto Torres.



Queste peculiarità hanno spinto gli scriventi ad approfondire le soluzioni tecniche da adottare differenziandole tra uscita da Truncu Reale e l'ingresso in essa.

Come per la descrizione dello stato attuale, anche per le scelte di progetto si procederà ad illustrare separatamente lo schema idraulico in ingresso e quello in uscita.

Prima della illustrazione delle soluzioni progettuali, si ritiene utile ricordare che il vincolo di eseguire i lavori e le opere di progetto mantenendo in esercizio la erogazione di acqua alle utenze, ha comportato la previsione di opere temporanee complete delle relative apparecchiature in grado di soddisfare tale vincolo.

6.3.2.1 Schema idraulico in ingresso alle vasche

Lo schema idraulico in ingresso alle vasche è stato radicalmente rivisto per soddisfare le attuali esigenze gestionali e semplificare la conduzione delle opere.

La prima modifica migliorativa riguarda la sostituzione della funzione idraulica assegnata al torrino piezometrico con un sistema di apparecchiature anticipatrici del colpo d'ariete. In funzione delle non buone condizioni del torrino è stato comunque previsto, in analogia a quanto richiesto dalla stazione appaltante per quello del sito di Porto Torres, la messa in opera di un'ídonea rete anticaduta, da posizionarsi preliminarmente all'avvio delle lavorazioni.

Si rimanda al paragrafo 6.9 della presente relazione per le modalità esecutive relative alla messa fuori servizio del torrino.

La seconda modifica, altrettanto significativa, riguarda il pezzo speciale a Y che dal DN 1400 riduce, adesso, le condotte a due rami del DN 1000, completi di valvole di regolazione di portate, come riportato nella specifica relazione, dove si dà conto dei relativi calcoli idraulici.

Infine, si è previsto la esecuzione di un by-pass generale delle vasche che, oltre a consentire la esecuzione dei lavori, potrà, in futuro, garantire tutte le opzioni possibili di manutenzione garantendo sempre l'erogazione alle utenze.

6.3.2.2 Schema idraulico in uscita dalle vasche

Anche il sistema di erogazione delle portate alle utenze è stato sostanzialmente rivisto per migliorarne il funzionamento e adeguarlo alle esigenze gestionali attuali e di un futuro prossimo.

La modifica più importante riguarda il sistema di distribuzione delle portate alle utenze, esistente in pressione, e previsto a pelo libero da una vasca di distribuzione appositamente progettata.



Il cuore del nuovo sistema di erogazione è la vasca che per facilità di individuazione abbiamo battezzato **“di distribuzione”**: essa ha dimensioni interne nette in pianta di m (9,00*9,00) ed un'altezza interna di 8,20 m.

La nuova vasca sarà alimentata dalle due condotte di presa dalle vasche di accumulo esistenti; il livello massimo raggiungibile in vasca sarà quello del massimo livello raggiungibile nelle vasche di accumulo.

La funzione di tale vasca è quella di servire, a pelo libero, tutte le utenze da servire dal sistema di accumulo di Truncu Reale che sono: (i) Acquedotto Tottubella, (ii) Acquedotto per Monte Agnese Alghero, (iii) acquedotto per il potabilizzatore di Truncu Reale, (iv) acquedotto per Porto Torres e, infine, (v) acquedotto per la zona industriale di Truncu Reale.

Ognuna di queste derivazioni sarà attrezzata con valvole a fuso per la regolazione delle portate in uscita e di tutti gli organi di sezionamento e di misura necessarie.

La nuova vasca di distribuzione potrà essere alimentata, in condizioni particolari, direttamente dal by-pass generale del sistema di accumulo.

Quando la condotta di Porto Torres funzionerà in maniera opposta, fornendo acqua a Truncu Reale, le portate verranno immesse non nella nuova vasca di distribuzione bensì in testa all'impianto nelle stesse vasche di arrivo dell'acquedotto Coghinas II.

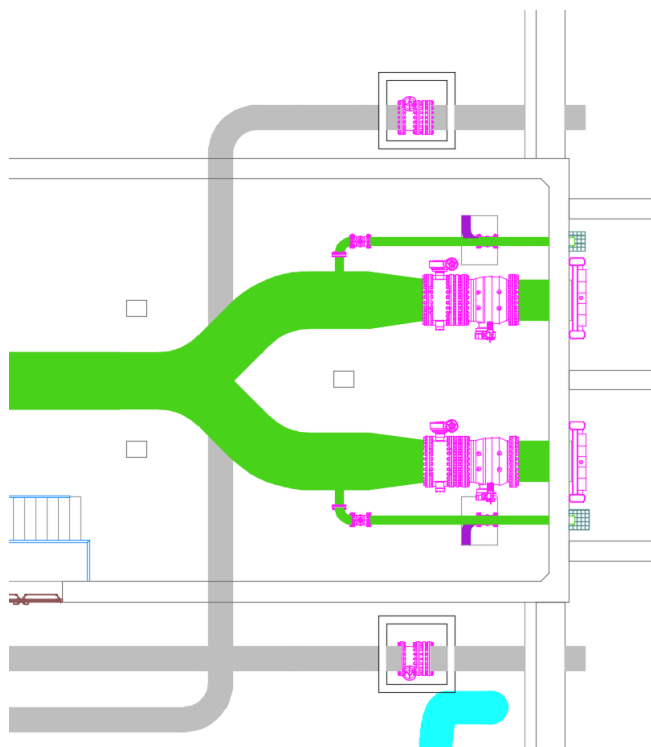
Per quanto riguarda Tottubella, invece, la nota relativa agli esiti dell'istruttoria dell'Ente sul progetto esecutivo presentato in data 04/marzo 2019 riporta quanto segue: *“In merito alla possibilità di alimentazione delle vasche con portate provenienti dall'invaso del Cuga, tramite infrastrutture della rete gestita dal Consorzio di Bonifica della Nurra che le recapitino alle vasca ENAS di Tottubella, si è appreso che risulta in corso di approvazione finale, da parte della RAS, un intervento del Consorzio finalizzato all'immissione, nella predetta rete consortile, delle acque reflue della città di Sassari, depurate nell'impianto di Caniga; alla conclusione di tale intervento non sarà quindi più consentita la suddetta modalità di alimentazione, per il vigente divieto normativo di commistione tra le opere veicolanti acque depurate e quelle veicolanti acque destinate al consumo umano. Di conseguenza, si fornisce l'indicazione di stralciare dal progetto le opere destinate a tale scopo”*

Tale nota fornisce l'indicazione di stralciare, le condotte che, nella versione R0 del presente progetto esecutivo, da Tottubella immettevano le portate in testa alle

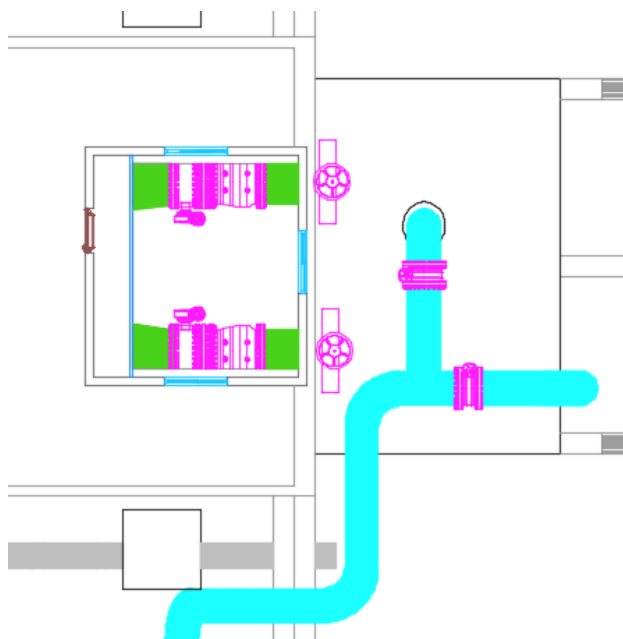


vasche di Truncu Reale.

Il nuovo sistema porterà semplicità nello schema funzionale del sistema sia in ingresso che in uscita garantendo anche la applicazione di un adeguato sistema di telecontrollo delle principali funzioni.



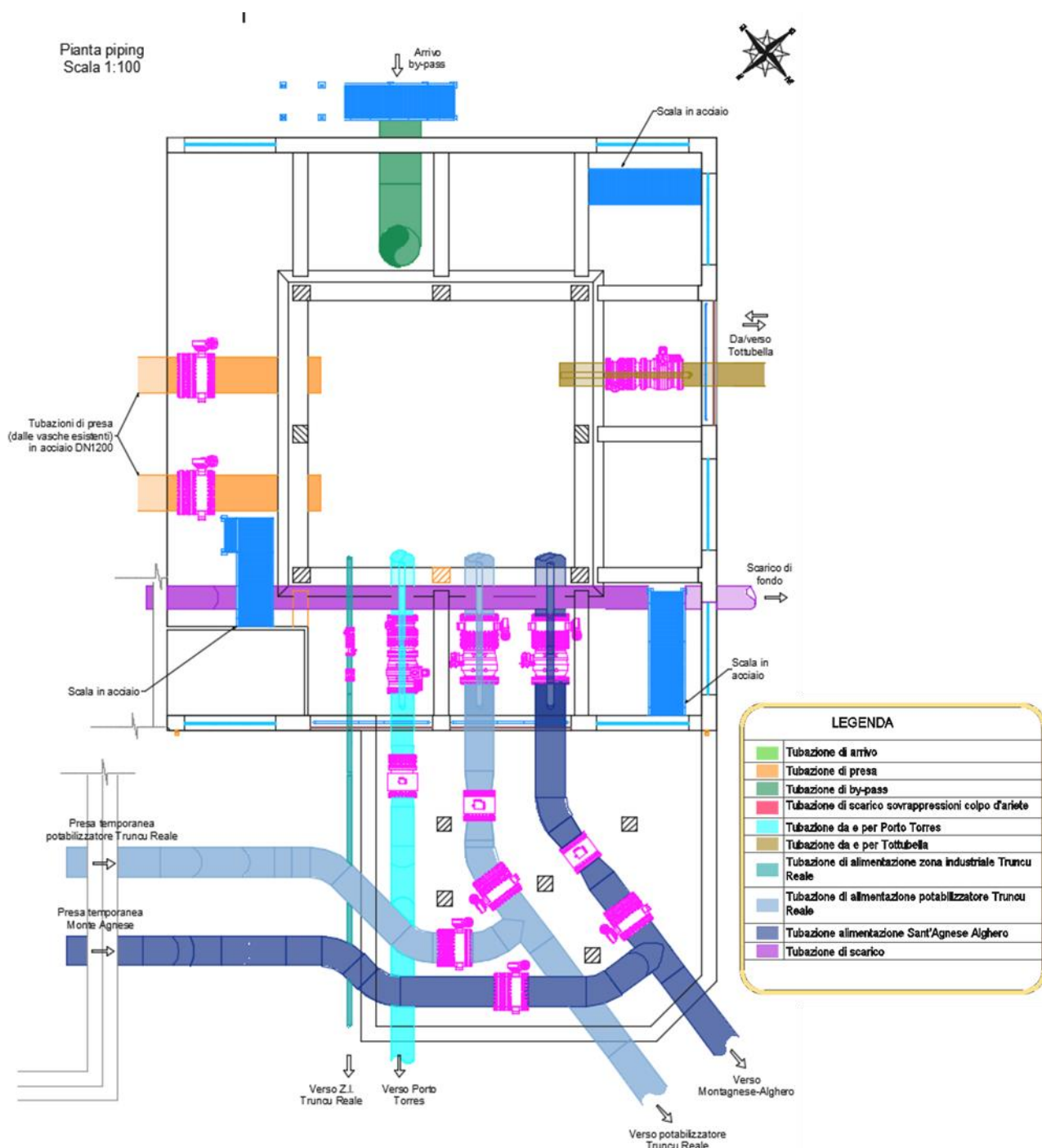
Sistema in ingresso – Pianta a quota 90,50 m s.l.m



Sistema in ingresso – Pianta a quota 94,10 m s.l.m



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo



Sistema in uscita

6.3.3 Le opere d'arte

Le principali opere d'arte previste nell'ambito degli interventi dell'area della vasca terminale di Truncu Reale sono:

- Nuova vasca di distribuzione e relativa camera di manovra in uscita;



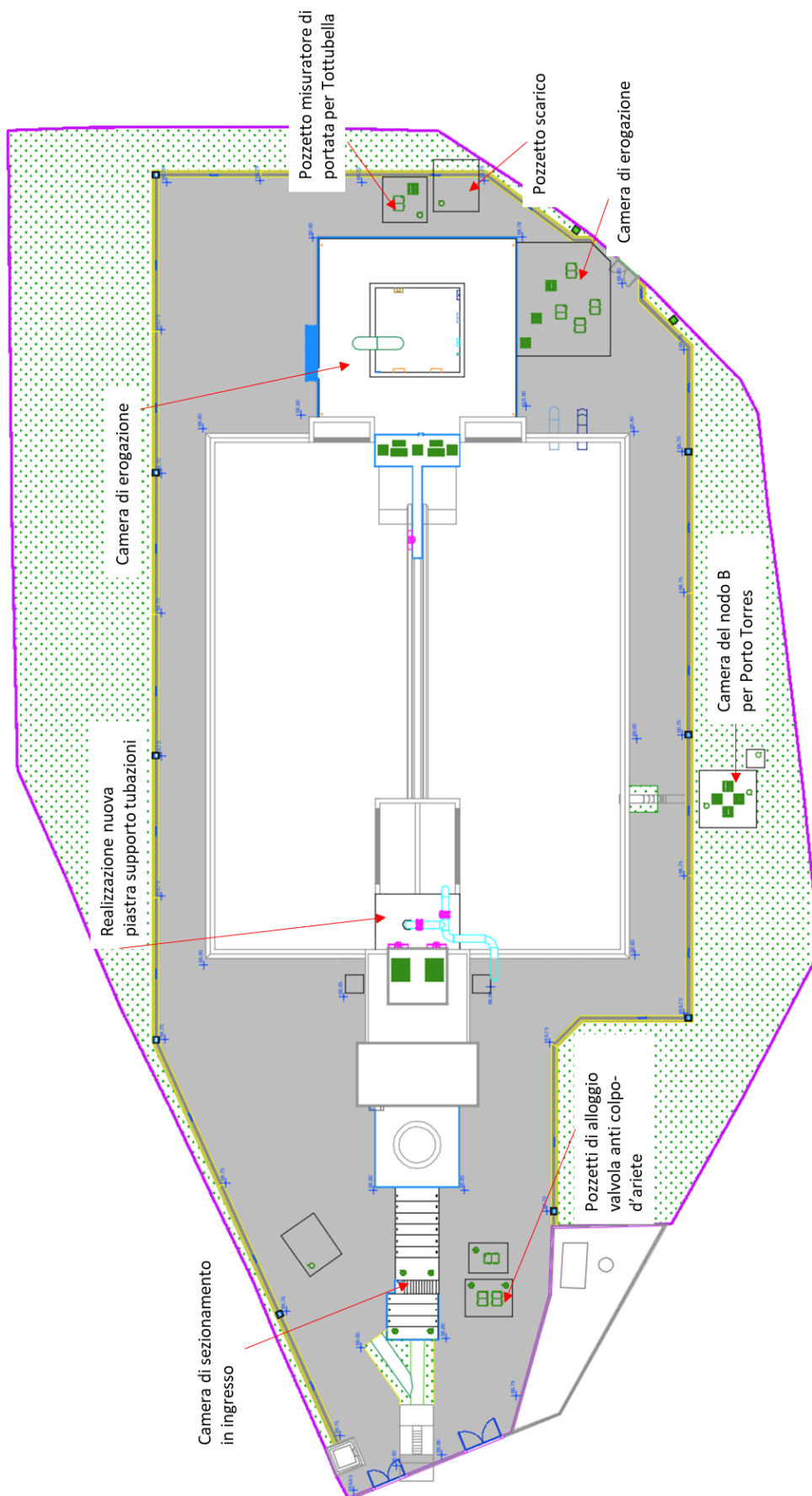
- camera di sezionamento in ingresso in c.a.;
- pozzetto in c.a. per l'alloggiamento degli organi di sezionamento e misura sul by-pass generale della vasca.
- pozzetti in c.a. per l'alloggiamento delle valvole anticipatrice del colpo d'ariete;
- pozzetto in c.a. per l'alloggiamento delle erogazioni per Porto Torres e la zona industriale di Truncu Reale;
- Pozzetti in c.a. per l'alloggiamento degli organi di misura per le portate in uscita verso Tottubella;
- Pozzetto in c.a. di scarico.

È, inoltre, previsto il rifacimento della copertura dell'esistente pozzetto per la misura della portata in ingresso. Tale copertura verrà realizzata mediante blocchi in calcestruzzo amovibili.

Inoltre, verrà realizzata una piastra in c.a., avente dimensioni in pianta pari a (5,90x9,00) m e spessore di 0,30 m come supporto per le nuove tubazioni in ingresso in vasca provenienti da Porto Torres.



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo





Gli elaborati relativi alla vasca di Truncu Reale fanno parte del gruppo **G.4.n..**

6.3.3.1 Nuova vasca di distribuzione e relativa camera di manovra in uscita

Il presente progetto prevede il rifacimento di tutto il sistema in uscita dalle vasche. In particolare, al fine semplificare lo schema idraulico previsto nel progetto definitivo e garantire un corretto funzionamento idraulico del nodo in uscita, nel presente progetto esecutivo si prevede la realizzazione di una nuova vasca di erogazione e della relativa camera di manovra.

Il sistema di erogazione è composto essenzialmente dalla vasca di distribuzione e dalla relativa camera di manovra che strutturalmente l'avvolge: quest'ultima presenta un'appendice in pianta che comprende le uscite verso Porto Torres, zona industriale di Truncu Reale, Montagnese Alghero e potabilizzatore di Truncu Reale. La nuova vasca di erogazione, in collegamento idraulico con le vasche esistenti, è realizzata con una struttura intelaiata in conglomerato cementizio armato. La vasca di distribuzione vera e propria ha dimensioni interne pianta pari (9,00x9,00) m. Le pareti hanno uno spessore variabile da 0,50 m in testa a 1,00 m alla base. L'altezza interna della vasca è pari a 8,20 m.

La struttura di tale vasca è "irrigidita" esternamente da una struttura intelaiata in c.a. cui è affidata la funzione di camera di manovra ad essa asservita.

La struttura di irrigidimento permette di ricavare un locale che funge da camera di manovra. Le dimensioni esterne in pianta di tale struttura sono pari a (20,00x18,55) m. L'altezza totale è di 7,00 m ed essa è interrata circa 4,20 m rispetto al piano campagna.

L'ingresso avviene tramite una porta di accesso ubicata nel prospetto posto a nord-ovest. Nello stesso prospetto, due ingressi dotati di serranda avvolgibile consentono di estrarre le apparecchiature in caso di manutenzione.

L'appendice in pianta alla camera di manovra ha dimensioni interne in pianta pari a (11,00x10,00) m ed altezza netta pari a 4,15 m.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.4.1.10.1 e G.4.1.10.2.

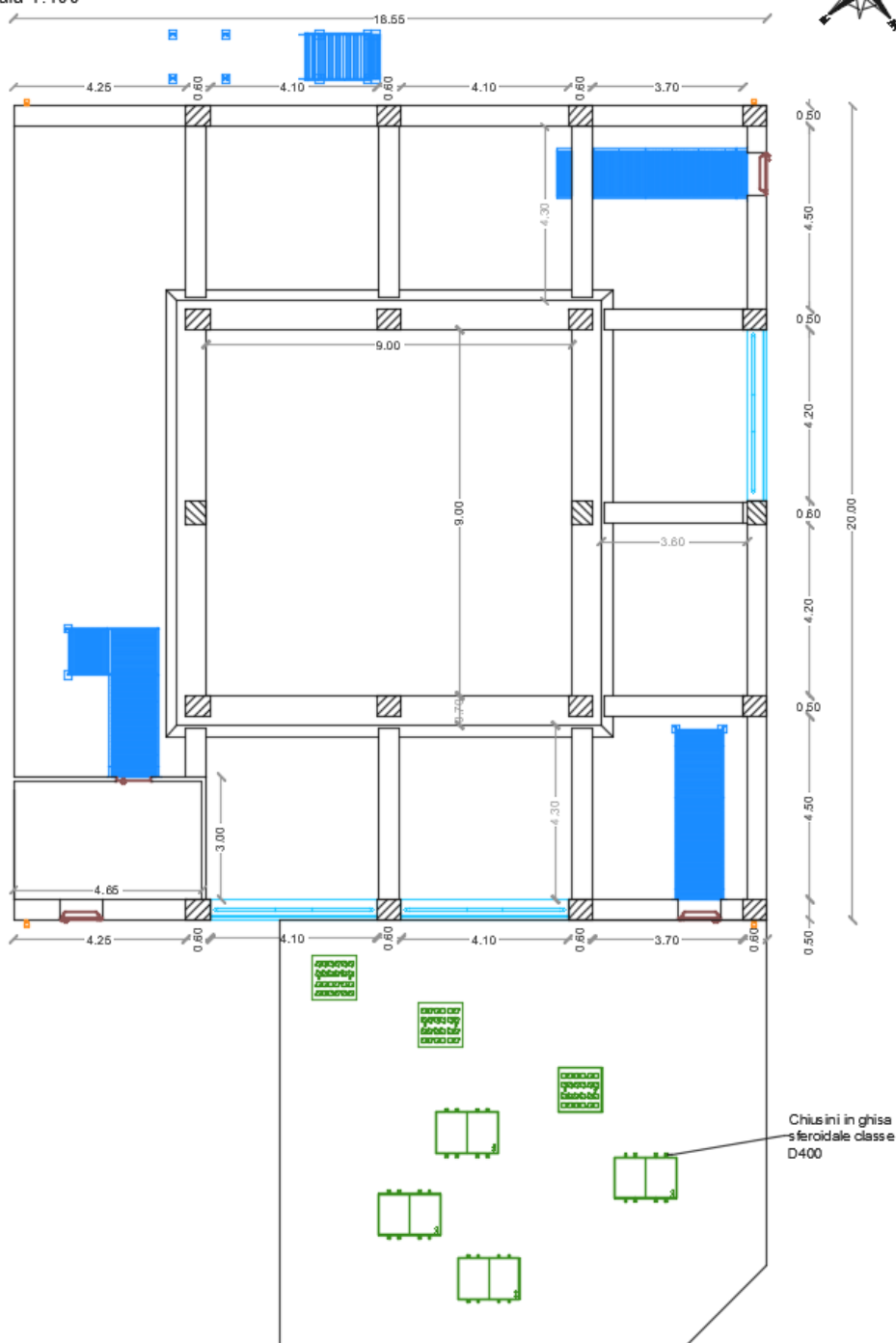
Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.4.2.n.

Di seguito si riporta l'immagine della vasca in oggetto



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo

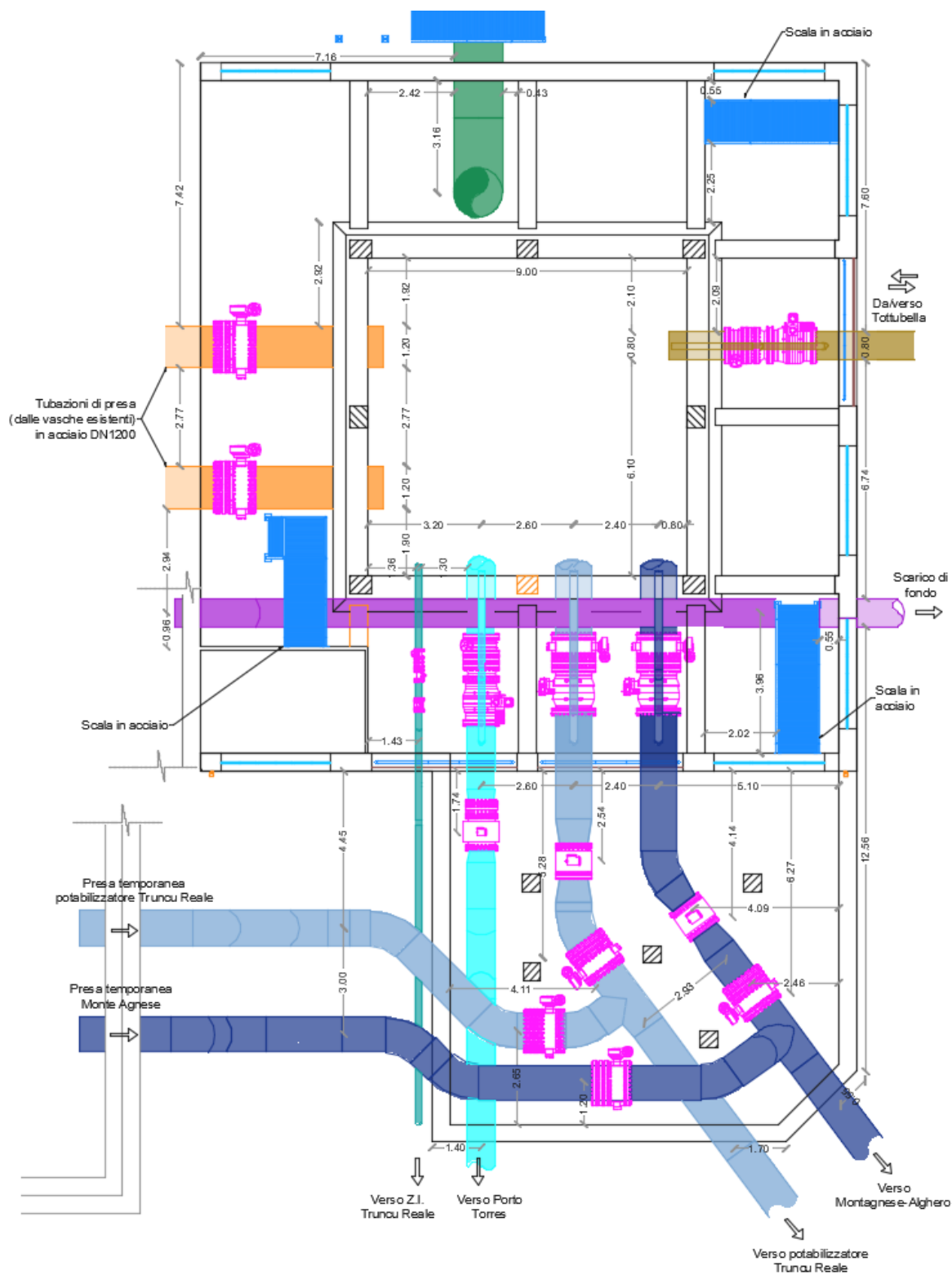
Pianta P-q2 a quota 89,86 m.s.l.m
Scala 1:100



Pianta



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo



Pianta piping



6.3.3.2 Camera di sezionamento in ingresso in c.a.

Il presente progetto prevede la demolizione e la nuova realizzazione della camera di sezionamento in ingresso per l'alloggio della valvola di sezionamento a farfalla teleattuata DN1400.

Il pozzetto è realizzato in c.a. ed ha dimensioni interne in pianta di (4,00x4,60) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,40 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (4,80x5,30) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 3,30 m.

La piastra di base ha spessore pari a 50 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 30 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 4,10 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto è ubicata una valvola di sezionamento a farfalla teleattuata DN1400.

Il pozzetto è munito di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di aggotaggio, il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

L'ingresso è consentito tramite due chiusini in ghisa carrabile classe C250. Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.

Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.4.1.7.

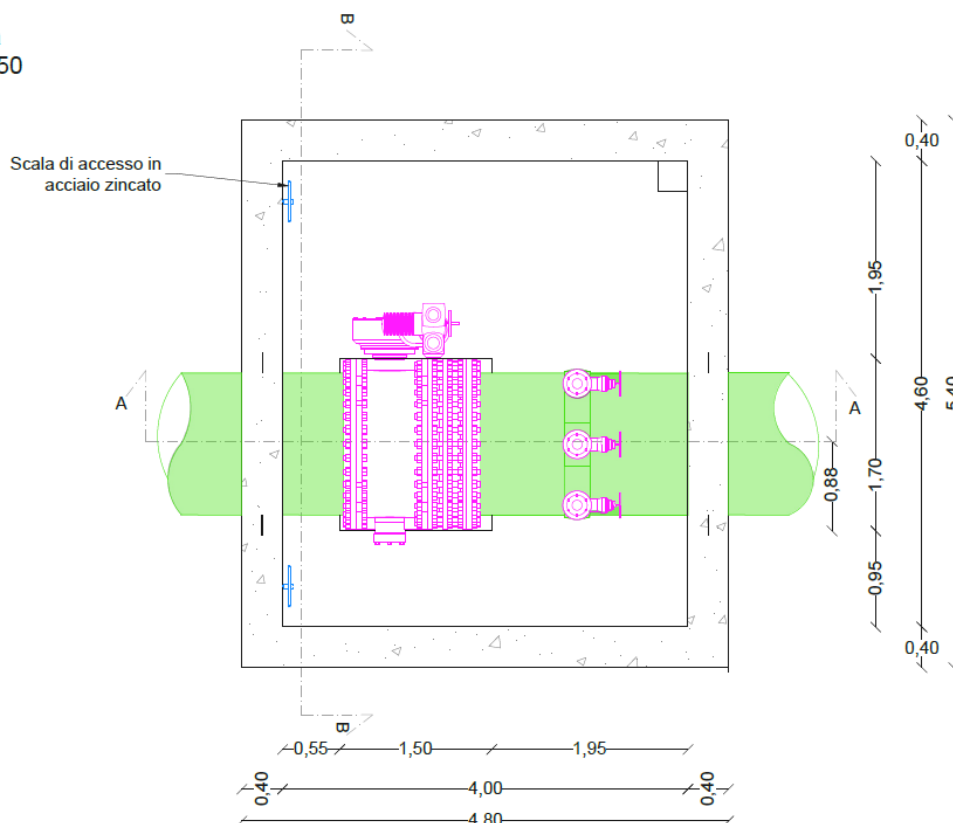
Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.4.2.n.

Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto

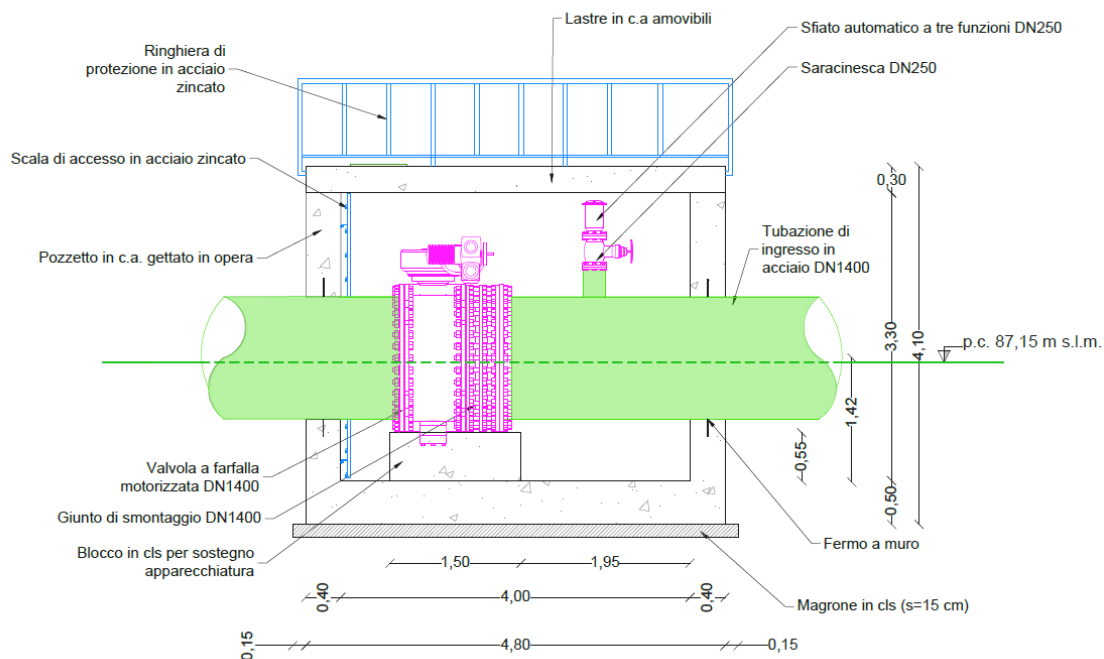


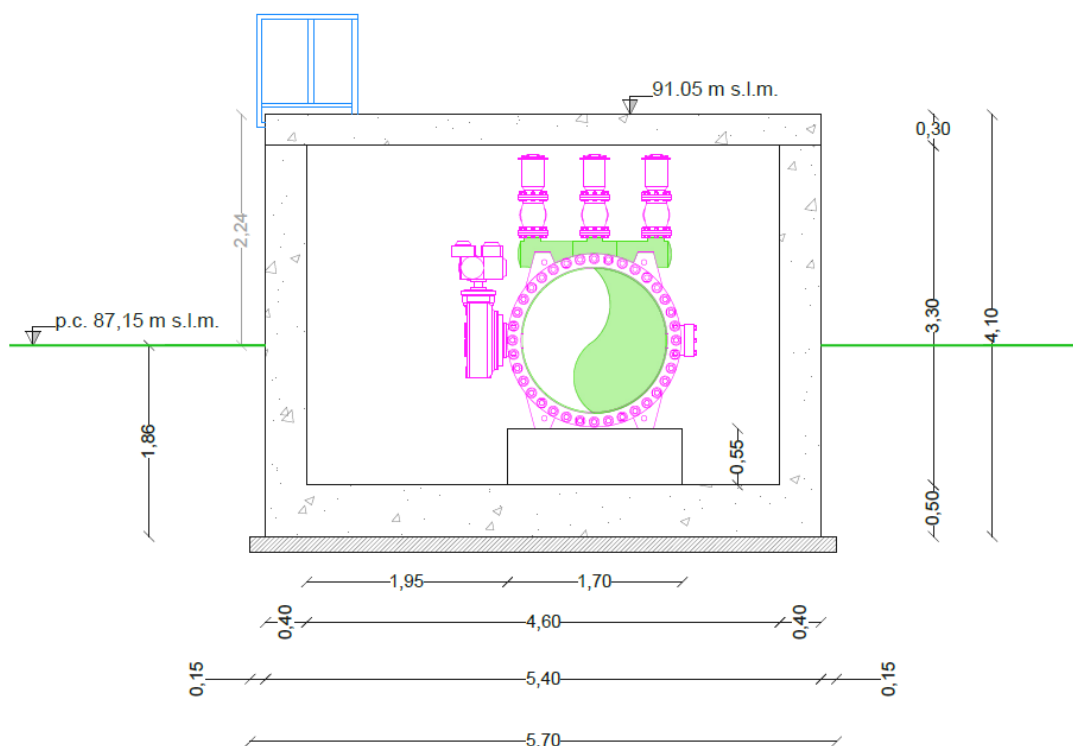
*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo

Pianta
scala 1:50



Sezione A-A
scala 1:50





6.3.3.3 Pozzetto in c.a. per l'alloggiamento degli organi di sezionamento e misura sul by-pass generale della vasca

Il presente progetto prevede la realizzazione di un by-pass che consenta di bypassare le vasche in occasione dei lavori di manutenzione previsti nel presente progetto e per quelli che potranno presentarsi in futuro. Al fine di poter sezionare tale condotta è prevista l'installazione di una valvola di sezionamento a farfalla teleattuatora DN1400. Tale valvola è alloggiata all'interno di un pozzetto realizzato in c.a. avente dimensioni interne in pianta di (4,50x3,40) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,40 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (5,30x4,20) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 3,50 m.

La piastra di base ha spessore pari a 50 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 30 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 4,30 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto è ubicata una valvola di sezionamento a farfalla teleattuatora ed un misuratore di portata ad induzione elettromagnetica DN1200.



Il pozzetto è munito di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di aggottaggio il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

L'ingresso è consentito tramite un chiusino in ghisa carrabile classe D400 di dimensioni D=700mm. Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.

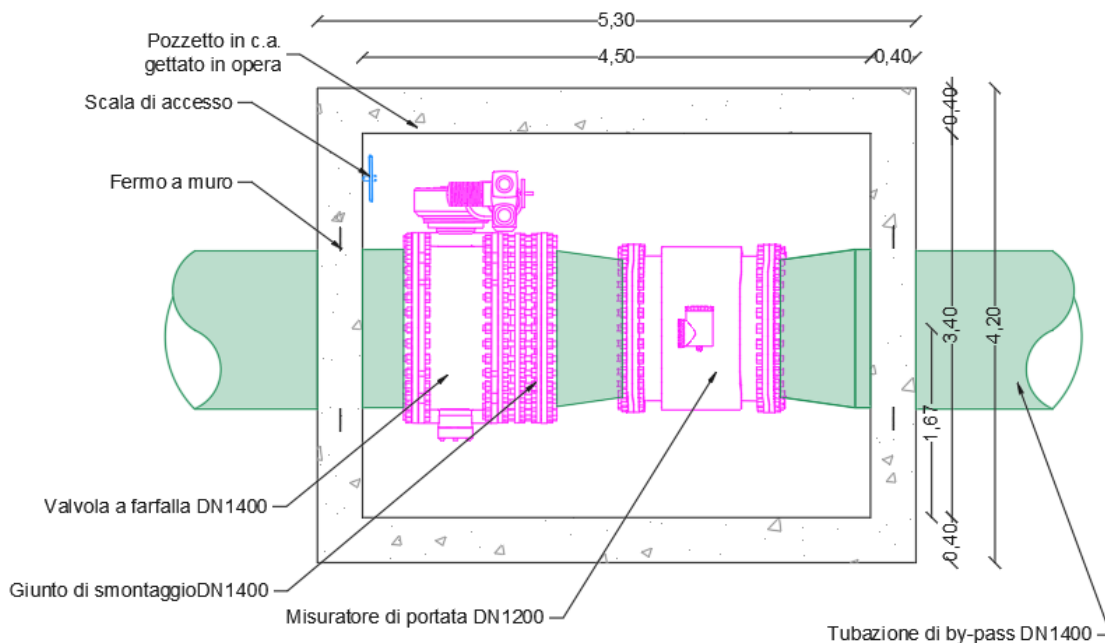
Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.4.1.8.

Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.4.2.n.

Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto

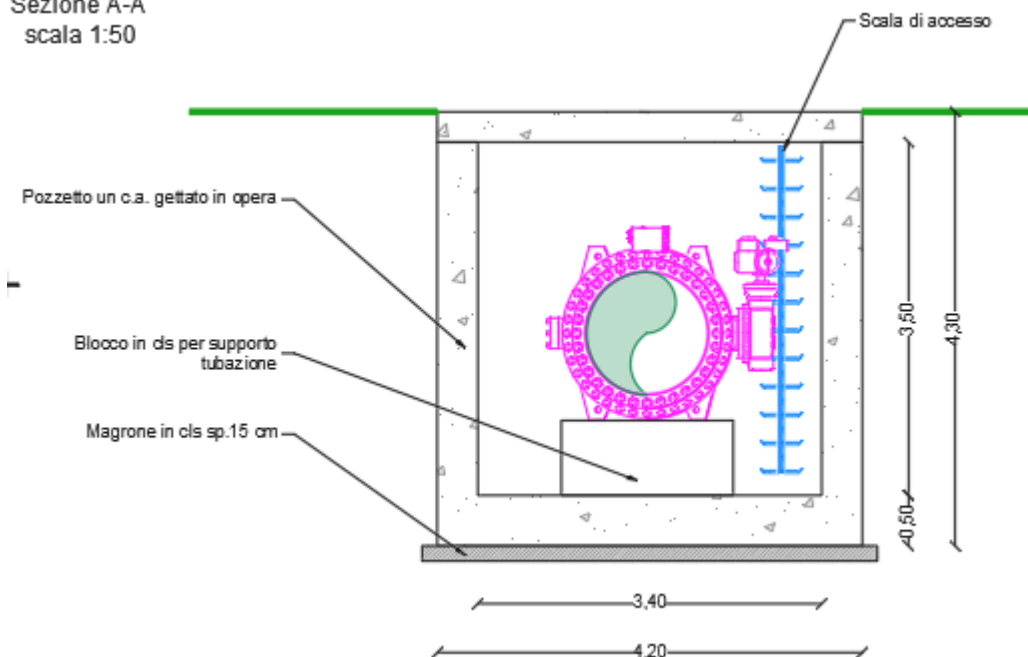
Pianta
scala 1:50



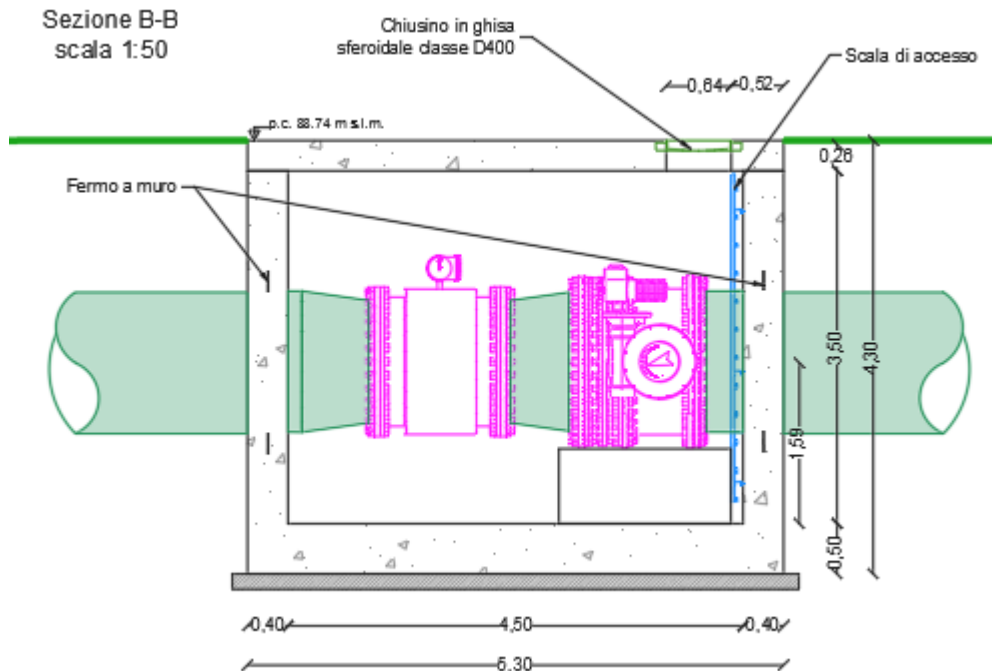


*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo

Sezione A-A
scala 1:50



Sezione B-B
scala 1:50





6.3.3.4 Pozzetti in c.a. per l'alloggiamento delle valvole anticipatrici del colpo d'ariete

Lo schema di funzionamento idraulico esistente prevedeva la presenza di un torrino piezometrico per la dissipazione delle sovra-pressioni da colpo d'ariete. Il presente progetto prevede che la dissipazione delle sovrappressioni venga affidato al funzionamento di un sistema costituito da due valvole di regolazione a fuso per la dissipazione delle sovrappressioni da colpo d'ariete. Tali valvole verranno installate ciascuna su una condotta, in acciaio con diametro pari a DN 600 in derivazione alla condotta in ingresso. I due sistemi sono in parallelo. Le valvole verranno ubicate all'interno di un pozzetto realizzato in c.a. avente dimensioni interne in pianta di (3,50x4,50) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,25 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (4,00x5,00) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 1,70 m.

La piastra di base e la soletta di copertura hanno spessore pari a 25 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 2,20 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto sono ubicate due valvole a fuso per il controllo delle sovrappressioni da colpo d'ariete e, a monte di ciascuna sono installate due valvole a farfalla manuali per il sezionamento.

A fianco di tale pozzetto è ubicato un secondo pozzetto anch'esso in c.a. avente dimensioni interne in pianta di (3,60x2,60) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,25 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (4,10x3,10) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 1,70 m.

La piastra di base e la soletta di copertura hanno spessore pari a 25 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 2,20 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto sono ubicate due valvole a farfalla manuali per il sezionamento.

I pozzetti sono muniti di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, per ciascun pozzetto, è prevista l'installazione di una pompa di aggotaggio, il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

L'ingresso è consentito tramite chiusini in ghisa sferoidale carrabili classe D400 di diametro D=700mm. Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.



*"Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale"*
Progetto esecutivo

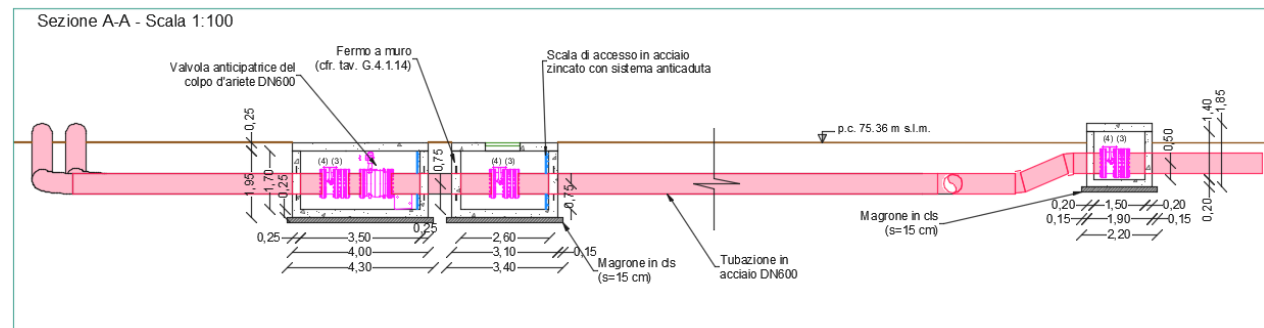
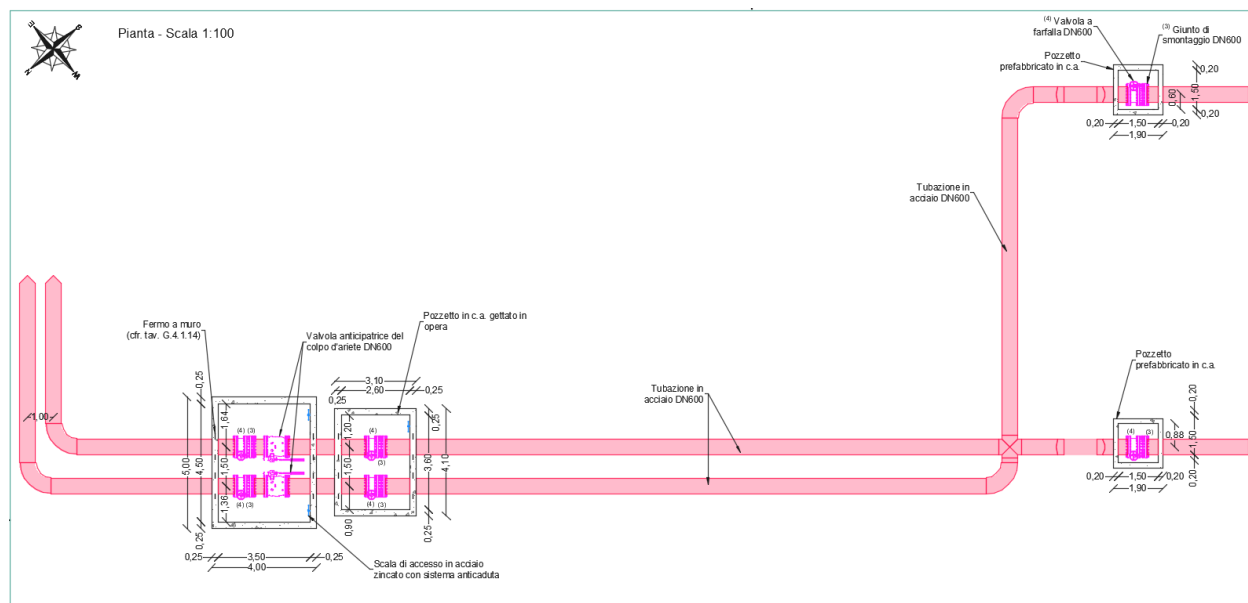
Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

Il sistema di scarico delle sovrappressioni da colpo d'ariete si compone, inoltre, di altre due valvole di sezionamento DN600, una per ciascun ingresso in vasca, ubicate all'interno di pozzetti in calcestruzzo prefabbricati ed aventi dimensioni interne di (1,50x1,50) m. L'ingresso è consentito tramite chiusini in ghisa sferoidale carrabili classe D400 di diametro D=700mm.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.4.1.21.

Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.4.2.n.

Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto





6.3.3.5 Pozzetto in c.a. per l'alloggiamento delle erogazioni per Porto Torres e la zona industriale di Truncu Reale

L'attuale presa per l'alimentazione di Porto Torres è ubicata sulla parete laterale della vasca posta in destra idraulica. Come descritto in precedenza, il presente progetto prevede la riorganizzazione idraulica dell'intero sistema idraulico in ingresso ed in uscita e pertanto anche della presa per Porto Torres. In condizioni ordinarie, infatti, l'alimentazione per Porto Torres avverrà dalla nuova vasca di distribuzione. Tuttavia, per tenere conto delle esigenze di continuità dell'erogazione durante il periodo di esecuzione dei lavori, è necessario prevedere un nodo idraulico temporaneo. A tale scopo è prevista la realizzazione di un nodo idraulico realizzato mediante una croce del DN 800. Le quattro tubazioni della croce sono:

- la presa temporanea dalla vasca in destra idraulica;
- l'uscita verso Porto Torres;
- la tubazione proveniente dalla nuova vasca di erogazione;
- la tubazione per l'ingresso in testa alla vasca esistente.

Le tubazioni su elencate sono dotate di valvola a farfalla DN800. Queste ultime sono teleattuate tranne quella sulla tubazione di presa temporanea dalla vasca in destra idraulica, che è invece manuale.

Il nodo è ubicato all'interno di un pozzetto realizzato in c.a. avente dimensioni interne in pianta di (5,40x5,40) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,30 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (6,00x6,00) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 2,70 m.

La piastra di base ha spessore pari a 40 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 40 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 3,50 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

Il pozzetto è munito di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di aggottaggio il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

L'ingresso è consentito tramite due chiusini in ghisa sferoidale classe C250. Inoltre, sono presenti ulteriori 4 chiusini in ghisa sferoidale classe C250 per l'estrazione delle valvole in caso di manutenzione. Quattro scale di accesso con sistema anticaduta consentono di raggiungere il fondo del pozzetto.

Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.



Tale pozzetto è ubicato in adiacenza alla vasca in destra idraulica.

In adiacenza a tale pozzetto è ubicato un pozzetto in calcestruzzo prefabbricato per l'alloggio del nodo idraulico di alimentazione della zona industriale di Truncu Reale. Il nodo è costituito da una TEE in acciaio DN150. Le tre condotte in ingresso ed in uscita dalla TEE sono:

1. condotta di ingresso proveniente dalla nuova vasca di carico;
2. condotta di uscita per l'alimentazione della zona industriale di Truncu Reale;
3. presa temporanea per l'alimentazione della zona industriale di Truncu Reale.

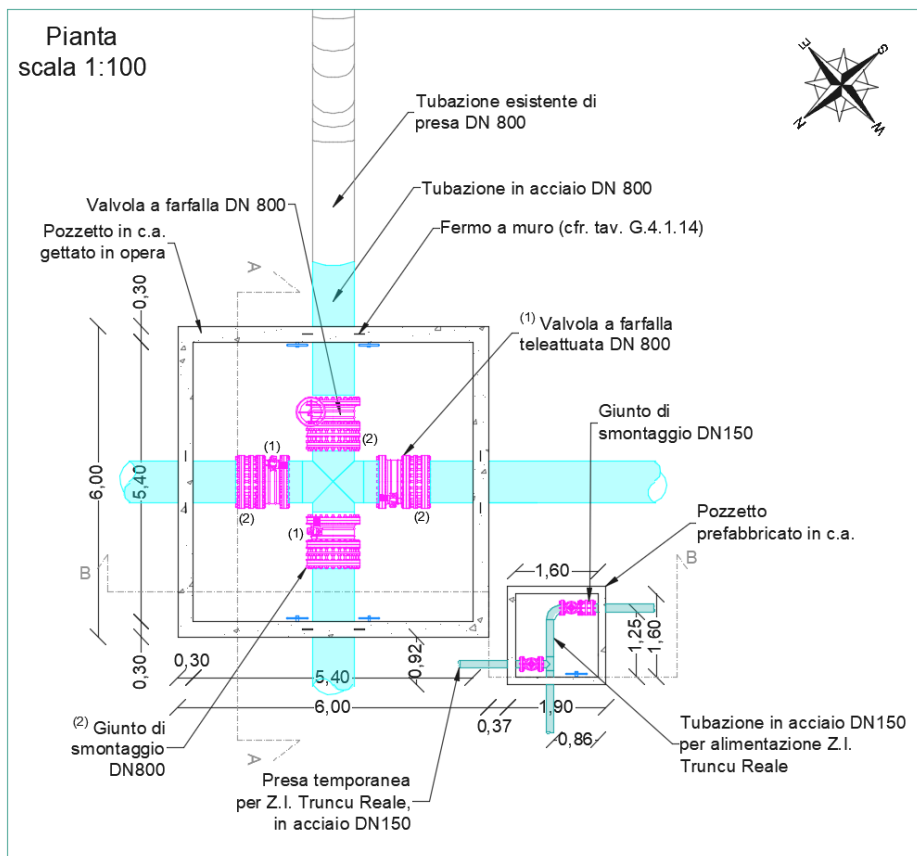
Tranne la condotta in uscita per l'alimentazione della zona industriale di Truncu Reale, le altre due condotte sono dotate di saracinesca di sezionamento DN150.

Il pozzetto per l'alloggio del nodo idraulico ha dimensioni interne in pianta pari a (1,60x1,60) m ed altezza interna pari a 2,04 m.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.4.1.18.

Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.4.2.n.

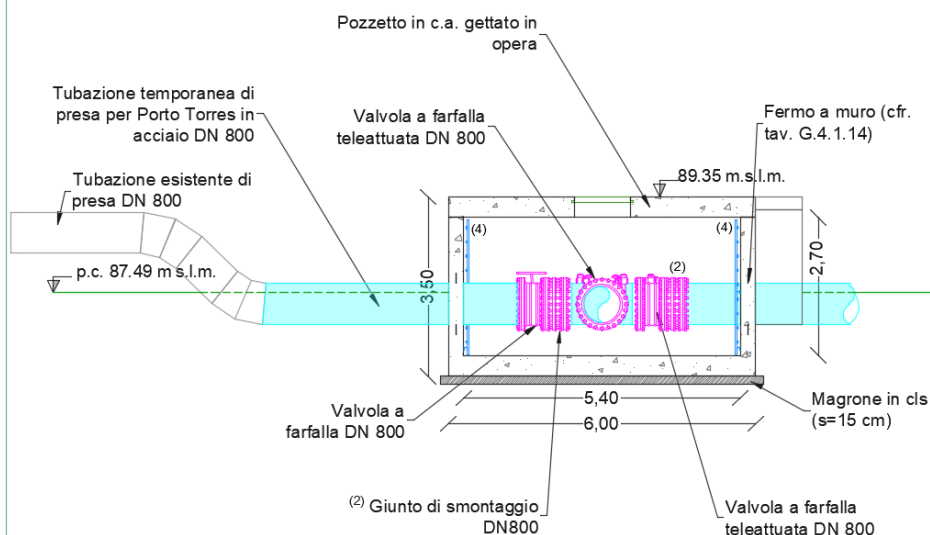
Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto



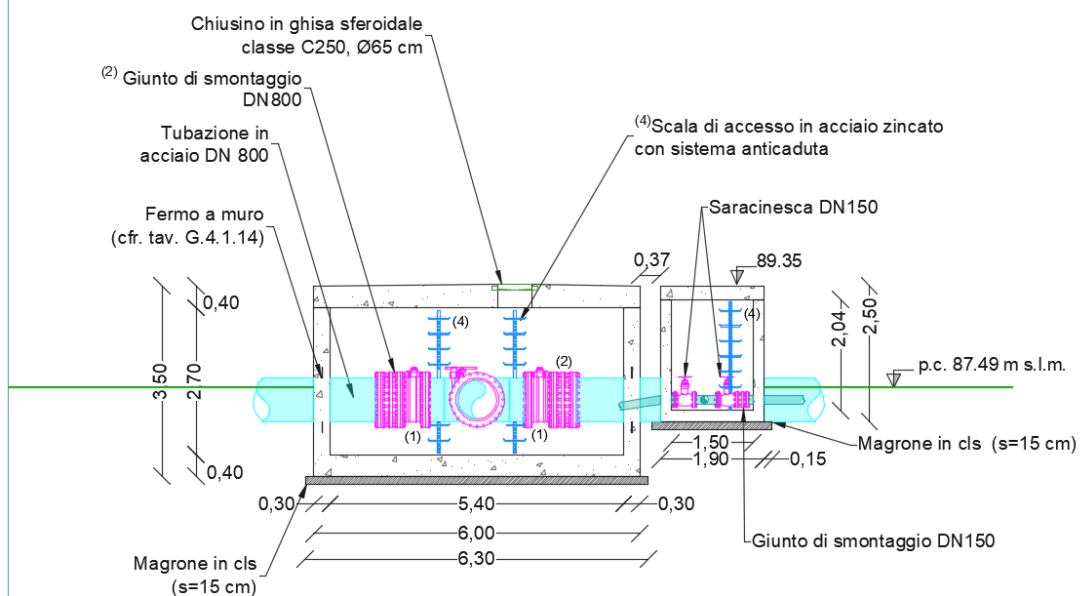


*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo

Sezione A-A
scala 1:100



Sezione B-B
scala 1:100





6.3.3.6 Pozzetto in c.a. per l'alloggiamento degli organi di misura per le portate in uscita verso Tottubella

Il nodo idraulico per la condotta in uscita verso Tottubella è realizzato all'interno di un pozzetto in c.a. gettato in opera all'interno del quale sono installati gli organi di sezionamento e misura necessari per il corretto funzionamento del nodo.

In particolare, nel pozzetto è installato un misuratore di portata DN700 ed una valvola a farfalla manuale DN600.

Il nodo idraulico è realizzato mediante una TEE DN 800. Le tubazioni in uscita alimentano rispettivamente Tottubella e la presa temporanea di Tottubella durante l'esecuzione dei lavori nelle vasche.

Il pozzetto ha dimensioni interne in pianta di (4,00x4,00) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,40 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (4,80x4,80) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 2,70 m.

La piastra di base ha spessore pari a 40 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 30 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 3,40 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

I pozzetti sono muniti di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di aggottaggio il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

L'ingresso è consentito tramite un chiusino in ghisa sferoidale carrabile classe D400. Due ulteriori chiusini in ghisa sferoidale carrabile classe D400, aventi rispettivamente dimensioni di (1,00x1,00) m e (1,50x1,00) m, consentono, in caso di manutenzione, l'estrazione degli organi idraulici presenti. Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.

Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

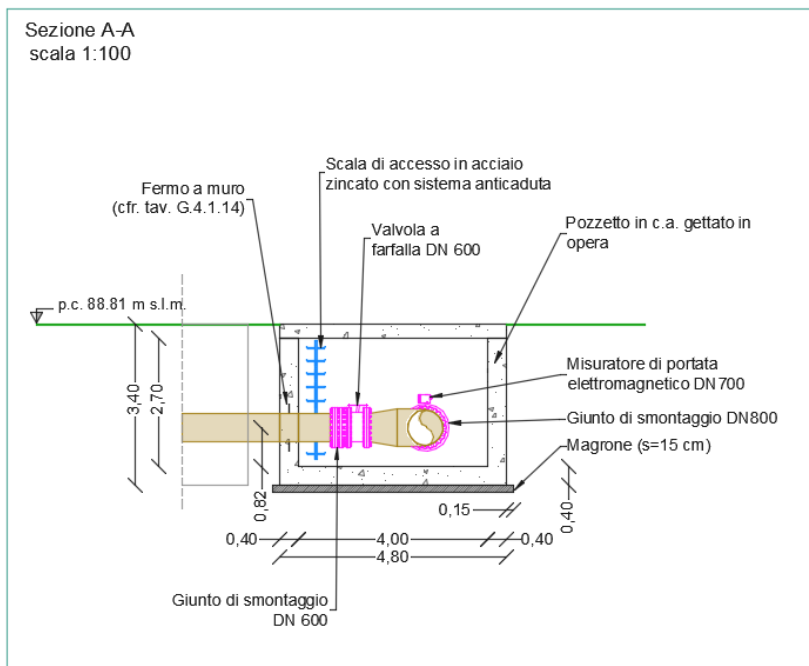
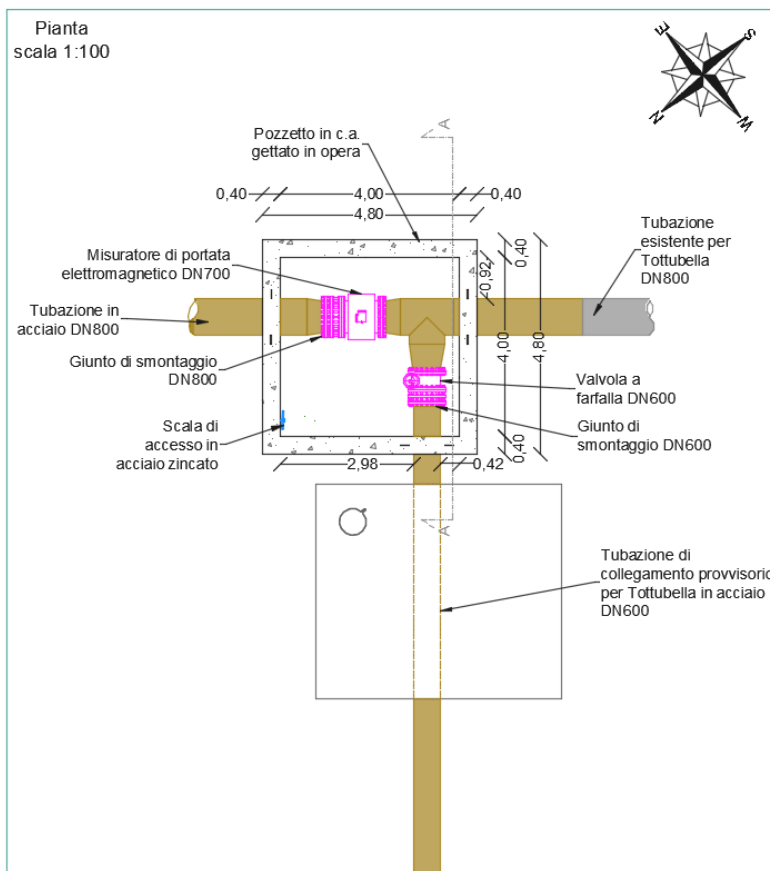
Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.4.1.19.

Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.4.2.n.

Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo





6.3.3.7 Pozzetto di scarico in c.a.

Le acque di sfioro delle vasche esistenti vengono scaricate mediante un pozzetto in calcestruzzo gettato in opera avente dimensioni interne in pianta di (4,00x4,70) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,40 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (4,80x5,50) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 4,40 m. La piastra di base ha spessore pari a 50 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 30 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 5,20 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

A tale pozzetto confluiscono anche le tubazioni di raccolta delle acque di drenaggio. L'ispezione è consentita tramite un chiusino in ghisa sferoidale carrabile classe D400.

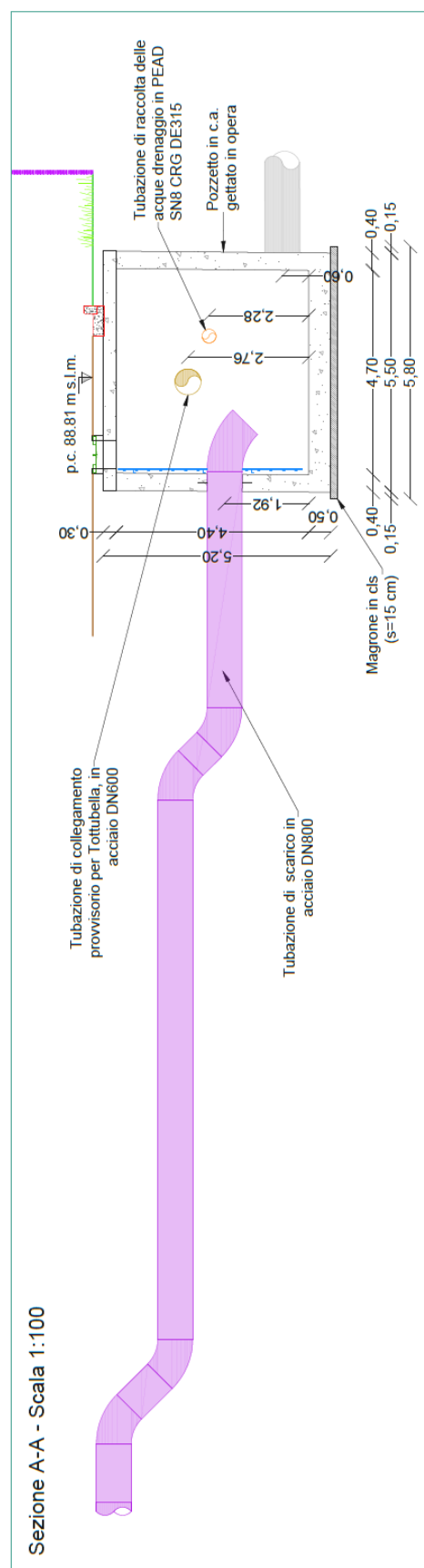
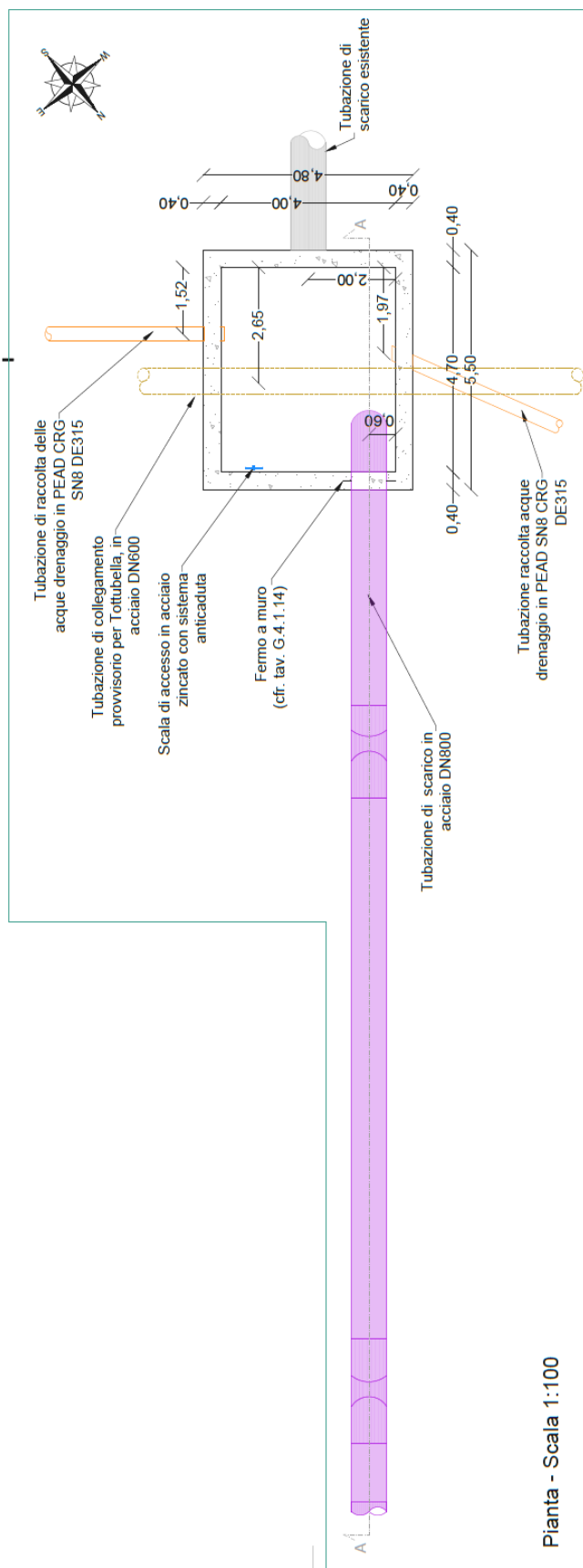
Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.4.1.23.

Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.4.2.n.

Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto



*"Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale"*
Progetto esecutivo





6.3.3.8 Piastra di supporto delle tubazioni in ingresso alla vasca

Il nuovo schema idraulico prevede che l'ingresso da Porto Torres a Truncu Reale avvenga in testa alle vasche. Per tale motivo, come descritto nella presente relazione, si è previsto un nuovo tratto di condotta che dal nodo idraulico di Porto Torres arrivi in testa alle esistenti vasche. La nuova condotta si immette ciascuna in entrambe le vasche. In corrispondenza degli ingressi della tubazione nelle vasche verrà realizzata una piastra avente spessore pari a 0,30 m e dimensioni in pianta pari a (5,90x9,00) m.

6.3.4 Opere di finitura

Le strutture in c.a da ripristinare e le strutture di nuova realizzazione verranno finite sul pavimento con piastrelle in klincker.

Le pareti, fino ad un'altezza di 1,50 m dal fondo verranno finite con piastrelle in gres di colore bianco.

I cancelli verranno realizzati in acciaio zincato e lavorato, mentre la recinzione verrà realizzata con rete metallica e paletti in ferro. Per i dettagli si rimanda agli elaborati **G.4.1.20 e G.4.1.13.**

L'area esterna verrà finita con uno strato di usura di 3 cm posato al di sopra di uno strato di binder di 7 cm.

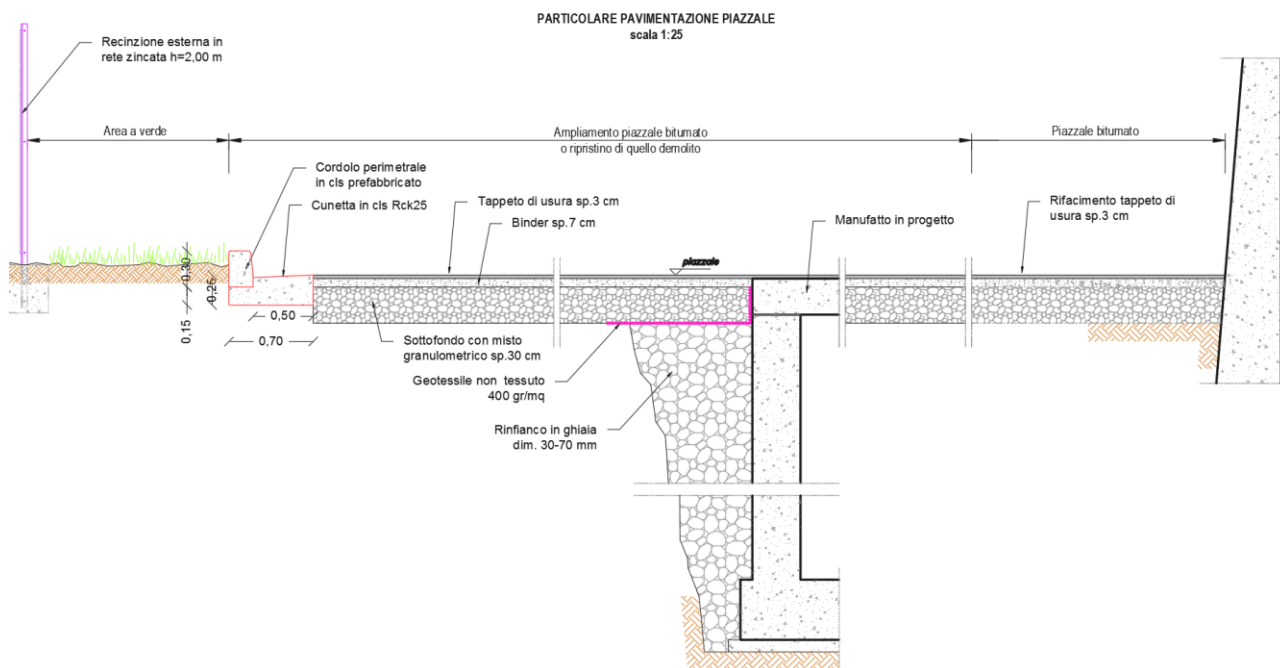
Il sottofondo stradale verrà realizzato con misto granulometrico per uno spessore di 30 cm.

Un telo di geotessuto verrà posato come separazione tra il rinfilanco a tergo dei nuovi manufatti interrati e la struttura stradale.



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*

Progetto esecutivo



Il cordolo perimetrale e la cunetta saranno realizzati in calcestruzzo gettato in opera ed hanno le dimensioni riportate nell'immagine precedente.

La camera di manovra verrà rifinita con intonaco per interni e successivamente tinteggiata.

6.3.5 La organizzazione del lavoro

6.3.5.1 Generalità

La sequenza delle lavorazioni che di seguito sarà illustrata ha lo scopo di limitare la interruzione del servizio di erogazione dalla vasca terminale di Truncu Reale ai limiti temporali imposti di circa otto o dieci ore.

Questa è la condizione di base posta dal Gestore, data l'importanza strategica che l'opera riveste nel contesto del sistema nord-occidentale della Sardegna: condizione necessaria che richiede, non solo un accurato studio delle fasi esecutive, ma anche la stima dell'incidenza economica di lavorazioni temporanee che ne possano consentire l'esecuzione.

Rispetto a queste condizioni a base di gara, durante la fase preliminare di verifica del progetto esecutivo, successiva alla consegna, l'Ente ha modificato le esigenze proprie di gestione come segue:

- *“in merito alla possibilità di alimentazione delle vasche con portate provenienti dall'invaso del Cuga, tramite infrastrutture della rete gestita dal Consorzio di*



Bonifica della Nurra che le recapitano alla vasca ENAS di Tottubella, si è appreso che risulta in corso di approvazione finale, da parte della RAS, un intervento del Consorzio finalizzato all'immissione, nella predetta rete consortile, delle acque reflue della città di Sassari, depurate nell'impianto di Caniga; alla conclusione di tale intervento non sarà quindi più consentita la suddetta modalità di alimentazione, per il vigente divieto normativa di commistione tra le opere veicolanti acque depurate e quelle veicolanti acque destinate al consumo umano. Di conseguenza, si fornisce l'indicazione di stralciare dal progetto le opere specificamente destinate a tale scopo.....;

- durante tutto il periodo dei lavori, non risulta necessario consentire la possibilità di alimentare la vasca di Porto Torres da Truncu Reale. Infatti, tale modalità di funzionamento del sistema è molto rara (solo qualora si verifiche una rottura dell'acquedotto Coghinas 1 a valle di Punta Tramontana), e comunque ad oggi è impedita dall'interruzione (causa pregressa alluvione) della condotta Porto Torres - Truncu Reale presso l'attraversamento del Rio Mannu di Porto Torres, attraversamento la cui ricostruzione è ancora in corso di progettazione.*

Pertanto, durante i lavori risulta necessario assicurare la sola alimentazione della zona industriale di Truncu Reale, le cui attuali esigenze massime potenziali sono nell'ordine di 25 l/s. In proposito si ritiene che tale alimentazione possa essere effettuata tramite un collegamento provvisorio in carico, di diametro molto limitato (DN 150 mm, probabilmente), da derivare dal by-pass della esistente valvola a fuso posta sull'ingresso alla semivasca lato nord-ovest, in destra idraulica

Per quanto sopra, con l'inserimento nel progetto della realizzazione di tale collegamento provvisorio risulta possibile stralciare dal progetto la presa provvisoria dalla semivasca in sinistra idraulica (lato sud-est) per Porto Torres Truncu Reale, e la relativa condotta provvisoria sino al ricongiungimento alla prevista condotta definitiva di presa

- Riguardo alla possibilità di alimentare la vasca di Tottubella da Truncu Reale nel periodo dei lavori (peraltro, situazione non frequente) va considerato che la portata massima destinabile sarebbe nell'ordine di 200 l/s, essendo pari alla differenza tra la portata massima in arrivo a Truncu Reale (circa 1500 l/s) e le alimentazioni per Truncu reale e Monte Agnese (per un totale di circa 1300 l/s). Pertanto, si ritiene che tale alimentazione possa essere realizzata con un collegamento provvisorio DN 600 mm tra la condotta in partenza per Tottubella*



e quella in partenza per Monte Agnese, da realizzarsi entro apposito nuovo pozzetto di alloggiamento delle necessarie apparecchiature di intercettazione.

Per quanto sopra, con l'inserimento nel progetto della realizzazione del suddetto collegamento provvisorio risulta possibile stralciare dal progetto la presa provvisoria dalla semivasca in sinistra idraulica (lato sud-est) per Tottubella, e la relativa condotta provvisoria sino al ricongiungimento alla prevista condotta definitiva di presa.

Lo schema sopradescritto consentirà anche di tenere in esercizio la sola vasca lato nord- ovest durante il periodo di realizzazione di tutte le nuove opere di derivazione dalle vasche, tenendo chiusa l'attuale uscita con paratoia. In proposito si segnala però che la suddetta paratoia non garantisce la tenuta in caso di chiusura con carico lato valle e vasca vuota (così come la gemella posta in uscita, fatto che rende ulteriormente preferibile la modifica progettuale sopraesposta). Di conseguenza, risulta necessario prevedere in progetto anche la realizzazione di un'opera provvisoria aggiuntiva di tenuta lato vasca, immediatamente a monte della paratoia, per consentire l'esecuzione dei lavori all'interno della vasca.”

Alla luce di queste nuove esigenze si è proceduto a rivedere la sequenza lavorativa per garantire la continuità del servizio durante le lavorazioni.

Generalmente, nel settore delle costruzioni, le soluzioni ad un problema tecnico non sono mai uniche: si tratta di trovare, tra quelle possibili, quella che meglio risponde alle esigenze di programmazione, di costo e di tutte le particolari esigenze del Gestore.

La programmazione temporale delle opere che riguardano la vasca terminale di Truncu Reale, che qui si presenta, rappresenta, a parere del RTP, quella che meglio soddisfa tutte le esigenze fin qui espresse dal Gestore.

La pianificazione delle attività è stata effettuata secondo una sequenza logica e funzionale che garantisca la continuità di funzionamento del sistema della vasca terminale di Truncu Reale, secondo le volontà ed esigenze del Gestore.

La definizione dei nodi idraulici ha tenuto conto delle criticità e dei vincoli plano-altimetrici che la loro ubicazione comporta.

I vincoli altimetrici sono determinati (i) dal fondo delle vasche di accumulo e stoccaggio, (ii) dal fondo della condotta di presa attuale (-2,18 m rispetto al fondo



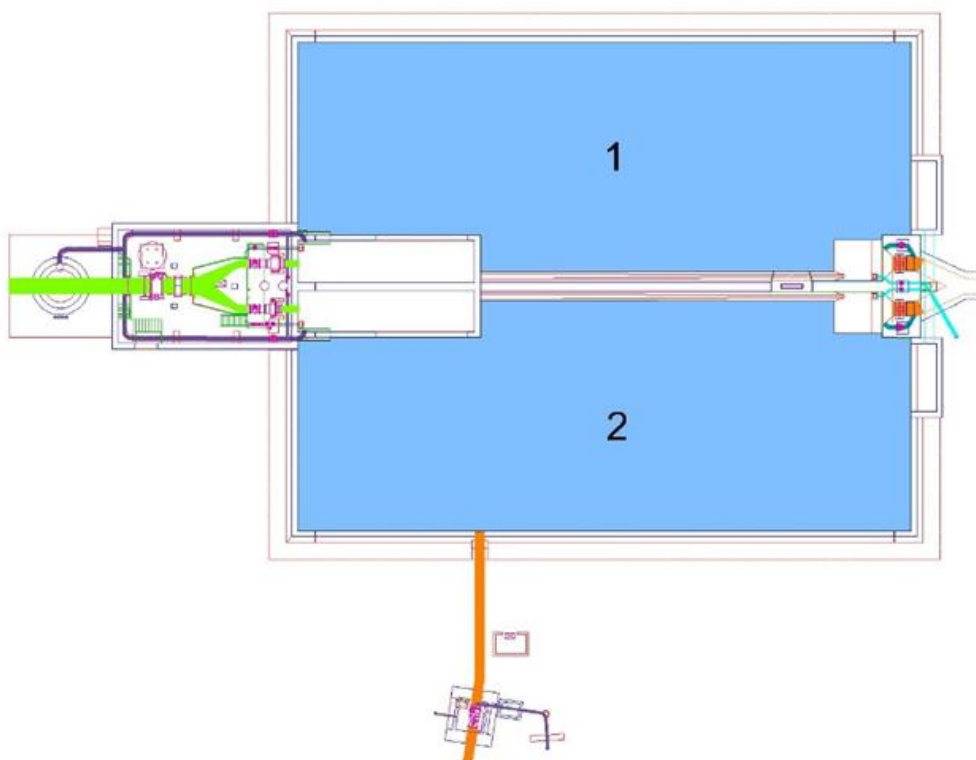
vasca), (iii) dal fondo della nuova vasca di distribuzione, (iv) dalle quote delle generatrici inferiori delle tubazioni di presa.

La scelta progettuale prevede che la quota di fondo della nuova vasca di distribuzione sia a -50,00 cm da quella della generatrice inferiore della condotta di presa.

Da questa scelta conseguono alcune scelte tecniche di posizionamento dei pezzi speciali e delle condotte di derivazione.

La pianificazione delle attività, sia temporanee che definitive, richiede la esecuzione di alcuni lavori preparatori senza i quali non potrà essere attuata la pianificazione delle opere.

Per facilità di comprensione si riporta di seguito una planimetria delle vasche con la denominazione delle stesse, richiamata nell’articolazione dell’illustrazione.



6.3.5.2 Lavori preparatori

Appartengono a questa categoria tutte le lavorazioni che possono essere eseguite senza intaccare l’attuale sistema di arrivo, accumulo ed erogazione.



Tra queste quelle più significative riguardano (i) la predisposizione del nodo idraulico che attualmente serve Porto Torres e la Z.I. di Truncu Reale e (ii) la predisposizione delle opere necessarie alla realizzazione del by-pass generale dell'impianto. Quest'ultima parte di opere riguarda la posa della condotta in acciaio del DN 1400 che a valle della futura diramazione a Y dalla condotta di ingresso arrivi fino in prossimità della futura vasca di distribuzione, senza disturbare la costruzione della nuova vasca di distribuzione.

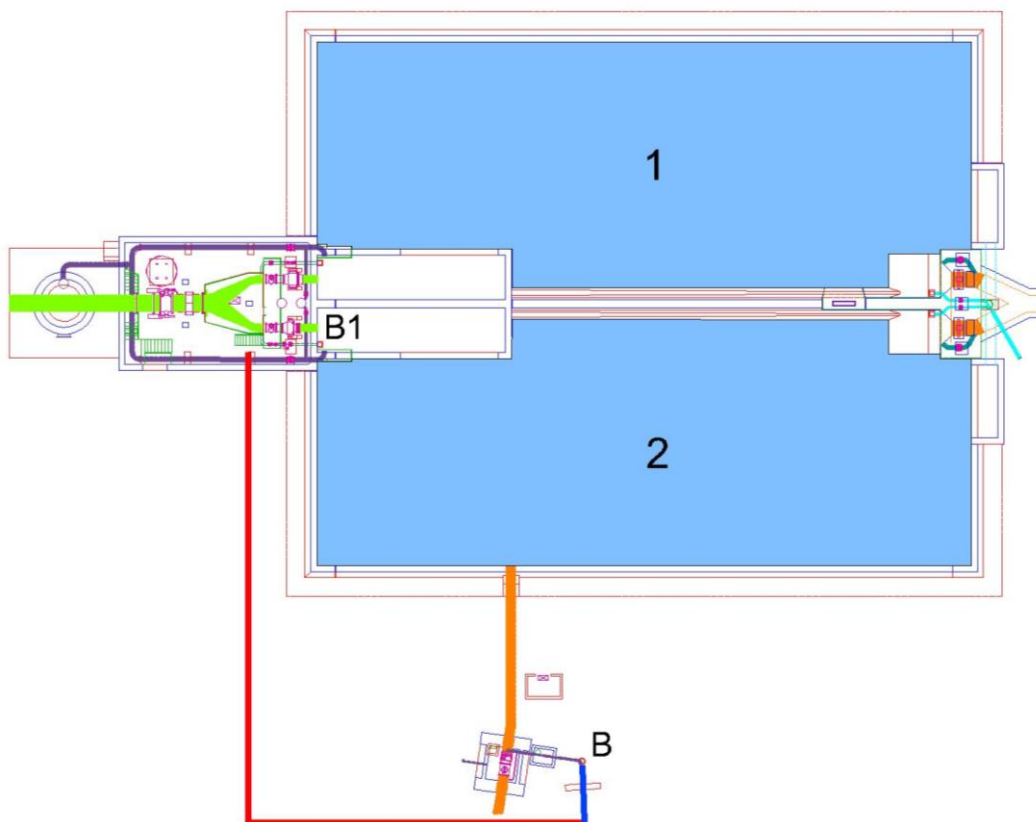
Poiché durante “tutto il periodo dei lavori, non è necessario consentire la possibilità di alimentare la vasca di Porto Torres da Truncu Reale”, la nuova programmazione terrà conto di questa esigenza.

La prima fase costruttiva deve riguardare l'attuale nodo idraulico che serve la vasca terminale di Porto Torres (o che può ricevere da Porto Torres) e la Z.I. di Truncu Reale.

Stante le richieste sopra riportate, la esigenza di continuità di servizio riguarda esclusivamente la Zona Industriale di Truncu Reale.

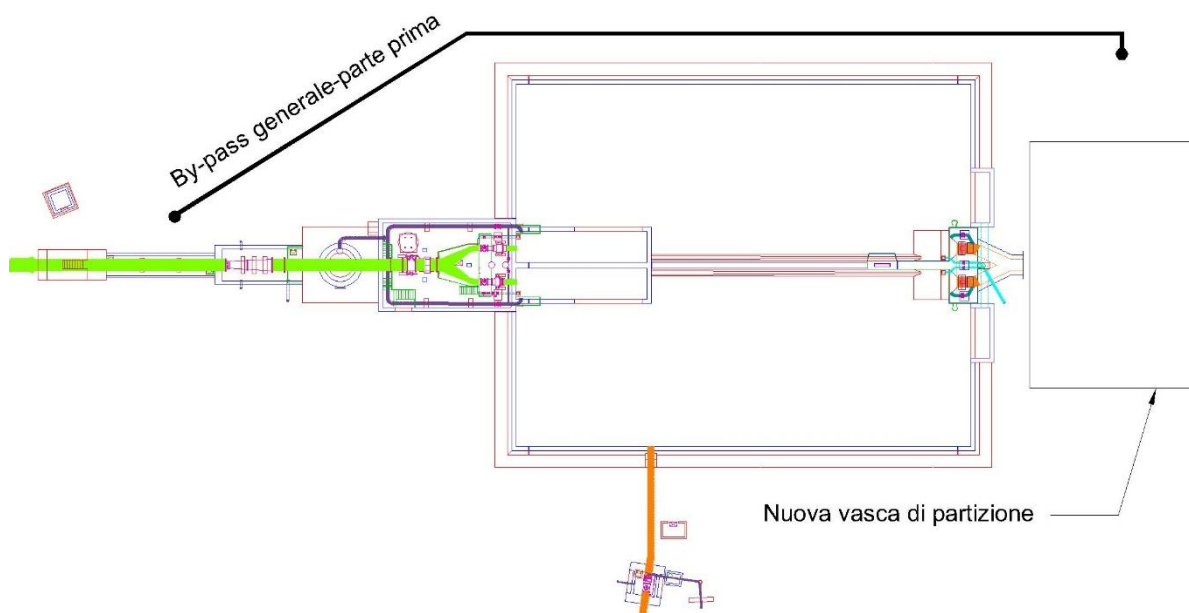
Chiarito il presupposto pratico che ne obbliga la priorità, di seguito si illustra il contenuto tecnico di tale attività preliminare.

L'alimentazione temporanea della Zona Industriale di Truncu Reale potrà essere garantita con un appresamento dalla condotta di arrivo e con una condotta in acciaio DN 150 collegarla alla condotta attuale che alimenta tale utenza.



Il collegamento temporaneo potrà essere realizzato posando sul terreno la condotta in acciaio e provvedendo alla esecuzione dei due collegamenti, di presa e di connessione.

Completata questa fase, e messo in esercizio il nuovo nodo, si potrà procedere con l'altra attività preparatoria che riguarda la predisposizione delle opere necessarie alla realizzazione del by-pass generale dell'impianto. Quest'ultima parte di opere riguarda la posa della condotta in acciaio del DN 1400 che a valle della futura diramazione a Y dalla condotta di ingresso arrivi fino in prossimità della futura vasca di distribuzione: la distanza sarà tale da non disturbare la costruzione della nuova vasca di distribuzione.

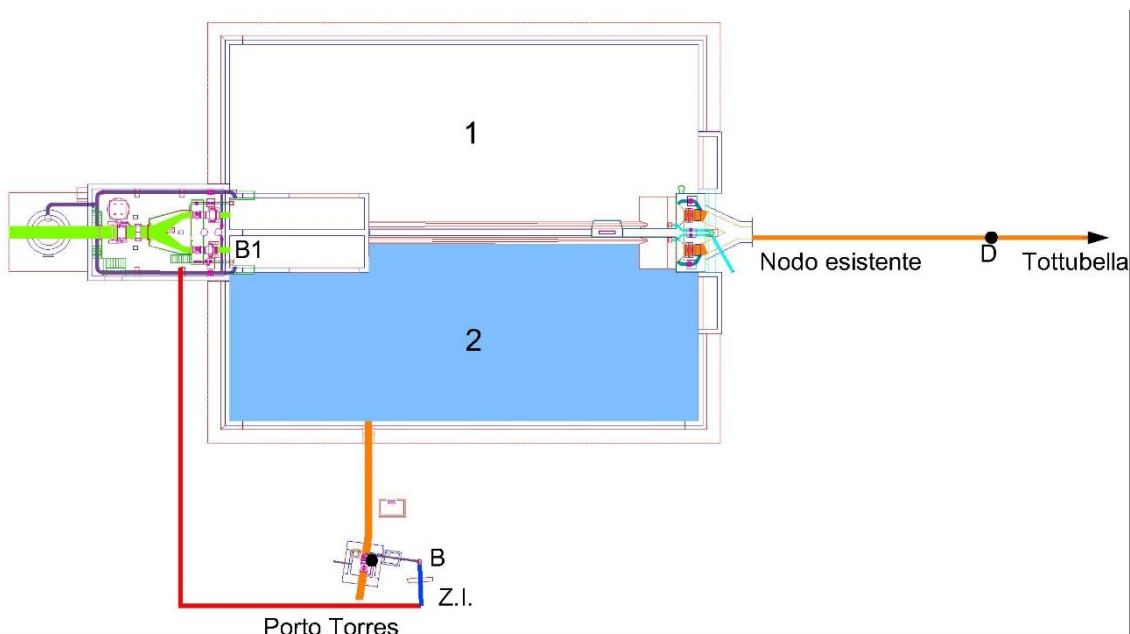


Portate a termine le due attività preparatorie, si potrà procedere con le fasi successive come di seguito illustrate.

6.3.5.3 Fase 1

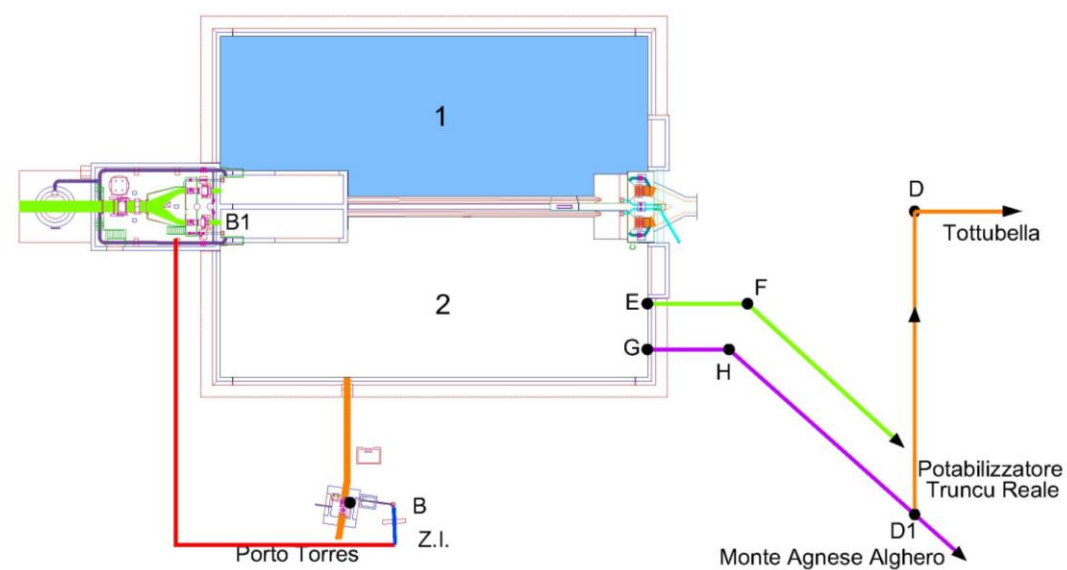
Svuotamento della vasca n. 1 ed esecuzione di tutti i lavori che interessano la vasca.

Durante tale attività tutte le altre utenze continueranno ad essere servite dal sistema di distribuzione esistente.



6.3.5.4 Fase 2

- Svuotamento della vasca n. 2 ed esecuzione dei nodi E e G
- Costruzione delle condotte di collegamento ai nodi idraulici H e F
- Esecuzione dei nodi idraulici H e F
- Esecuzione del nodo D e D1 per il collegamento temporaneo di Tottubella
- Riempimento anche della vasca n.2 ed erogazione di tutte le utenze dai collegamenti provvisori E, G e chiusura della paratoia della vasca n. 2

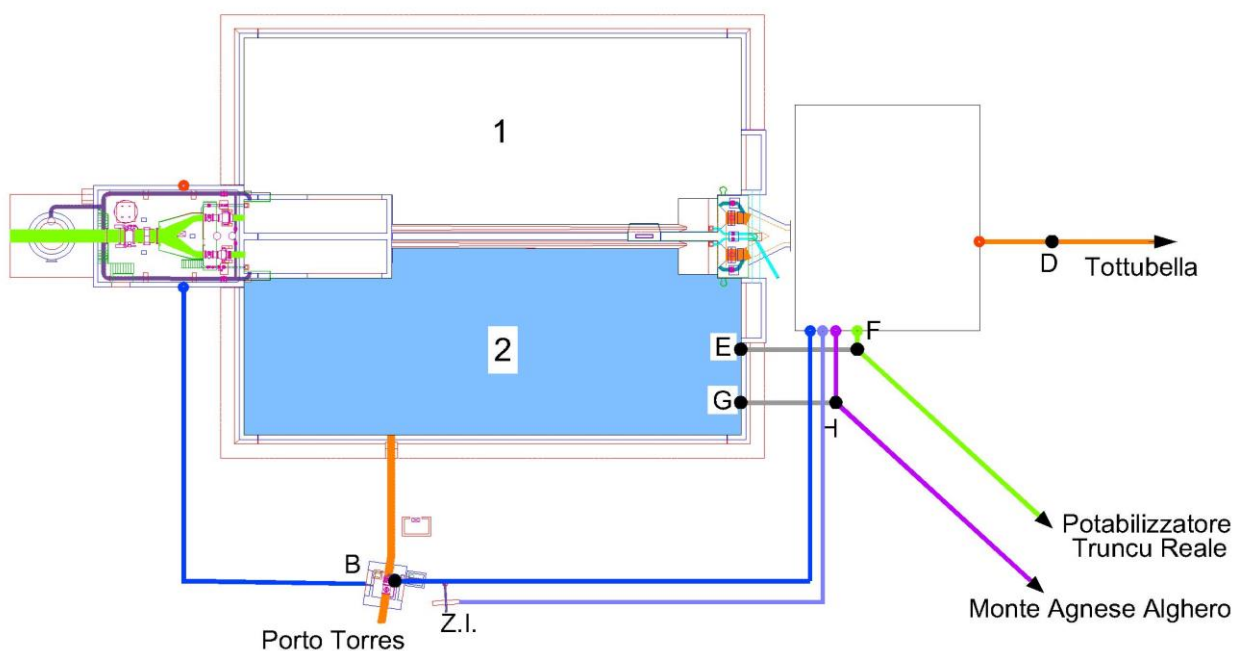




6.3.5.5 Fase 3

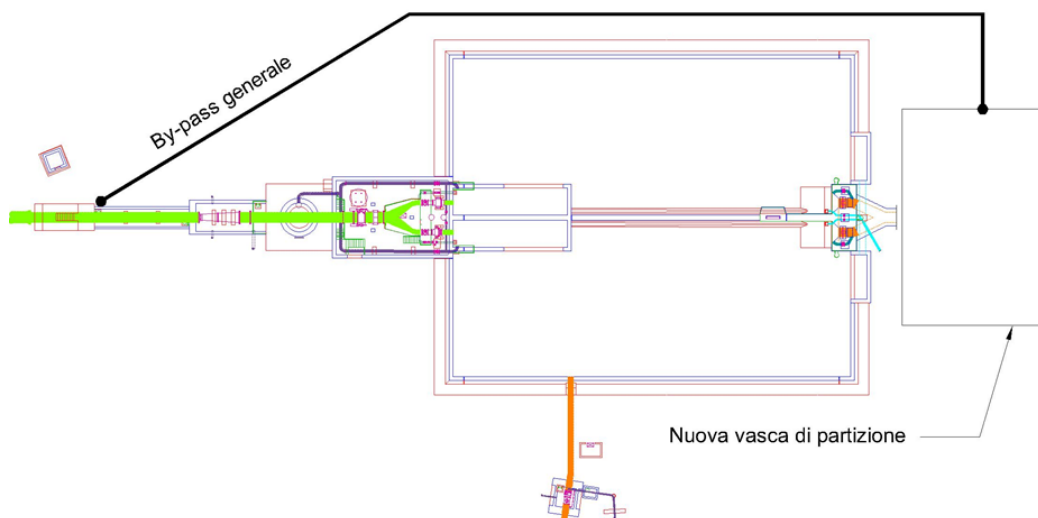
Una volta raggiunta la possibilità di servire tutte le utenze dai collegamenti provvisori, con entrambe le vasche piene, si potranno avviare:

- le demolizioni del nodo idraulico esistente: il blocco di ancoraggio in cls, il pezzo speciale a Y e lo smontaggio di tutte le apparecchiature idrauliche esistenti.
- Costruzione della nuova vasca di distribuzione completa del piping per il successivo allacciamento delle utenze.
- Esecuzione di tutti i collegamenti nuovi dalla vasca di distribuzione alle utenze: nodi C1, D, B, H e F.
- Completamento del BY-PASS generale e collegamento alla nuova vasca di distribuzione
- Svuotamento, alternativamente, delle vasche, e costruzione delle nuove condotte di collegamento delle vasche e la vasca di distribuzione.



Nelle 8 ore disponibili, sarà realizzato il collegamento del by-pass alla condotta principale di ingresso con la conseguente alimentazione della nuova vasca di distribuzione direttamente dal nuovo by-pass generale dell'impianto.

Allo stesso tempo, si sarà isolato il tratto iniziale dell'ingresso su cui potere iniziare i lavori di sostituzione.



Nella programmazione temporale dei nodi idraulici alcuni di essi hanno una funzione solo in fase di esecuzione altri, invece, hanno funzione solo negli schemi di funzionamento finale di progetto.

Esistono, poi, alcuni nodi che funzionano nella fase costruttiva ma che mantengono anche piena funzionalità negli schemi finali, ancorché con qualche adattamento.

Lo sforzo progettuale è stato quello di ridurre al minimo i nodi con funzione temporanea alla fase costruttiva e ottimizzare quei nodi che hanno trovato una loro collocazione negli schemi finali.

6.4 Vasca terminale di Porto Torres

Gli interventi previsti nella vasca terminale di Porto Torres hanno lo scopo di dare efficienza funzionale alle opere esistenti, migliorare la gestione delle opere ed allungare la vita utile della importante infrastruttura idraulica.

Questi obiettivi si raggiungono intervenendo sui seguenti componenti:

- ripristino delle superfici in conglomerato cementizio armato danneggiate, in parte di tipo Strutturale ed, in parte, di tipo Corticale;
- ripristino di tutti i giunti di dilatazione strutturali sia verticali che orizzontali;
- rifacimento del piping in modo efficiente ed in grado di soddisfare le attuali esigenze gestionali, sia in ingresso che in uscita dalle vasche;
- previsione di un nuovo sistema di distribuzione alle utenze con vasca in c.a.;



- rifacimento dei sistemi di misura e sezionamento con relativo by-pass delle vasche;
- rifacimento del sistema di protezione dal colpo d'ariete;
- rifacimento di tutte le opere di corredo e di finitura delle opere;
- previsione di adeguato sistema di tele-controllo di tutte le principali funzioni della camera di manovra.

6.4.1 Il ripristino strutturale

Le strutture esistenti su cui è previsto l'intervento di ripristino strutturale sono le seguenti:

- vasche di accumulo dell'acqua proveniente dall'acquedotto Coghinas I;

L'intervento è stato differenziato in funzione della profondità di ammaloramento in cui si trova il calcestruzzo sia sulle pareti, interne ed esterne, che sul fondo. Gli interventi previsti sono:

- di tipo corticale, con profondità d'intervento fino a 1 cm., previa idroscarifica; saranno eseguiti a protezione di tutti i paramenti interni ed esterni, con finitura anticarbonatazione o impermeabilizzante in relazione al tipo di contatto o agli agenti atmosferici o all'acqua;
- di tipo strutturale, con profondità d'intervento fino a 4 cm. (3+1), da eseguirsi sulle superfici rilevate fortemente ammalorate, tipicamente a contatto con gli agenti atmosferici e, per una quota stimata, anche su quelle sottobattente; le superfici interessate da ripristino strutturale saranno inoltre completate con un intervento di ripristino Corticale e relativa finitura superficiale.

Nella tabella che segue sono riportate le superfici interessate da ciascuna tipologia di intervento.

	Ripristino corticale [m²]	Ripristino strutturale [m²]
Pareti vasche	3.438,56	1.169,48
Fondo vasche	1.822,07	182,21
Totale	5.260,63	1.351,69

6.4.2 Il nuovo sistema idraulico in ingresso e in uscita

L'idraulica a servizio delle vasche di Porto Torres è caratterizzata da un sistema in ingresso, che ha proprie peculiarità, e da un sistema in uscita a servizio delle



diverse utenze. Per facilità di esposizione i due schemi saranno trattati separatamente.

Prima dell'illustrazione delle soluzioni progettuali, si ritiene utile ricordare che il vincolo di eseguire i lavori e le opere di progetto mantenendo in esercizio l'erogazione di acqua alle utenze, valido anche per questa vasca, ha comportato la previsione di opere temporanee complete delle relative apparecchiature in grado di soddisfare tale vincolo.

6.4.2.1 Funzionamento idraulico in ingresso

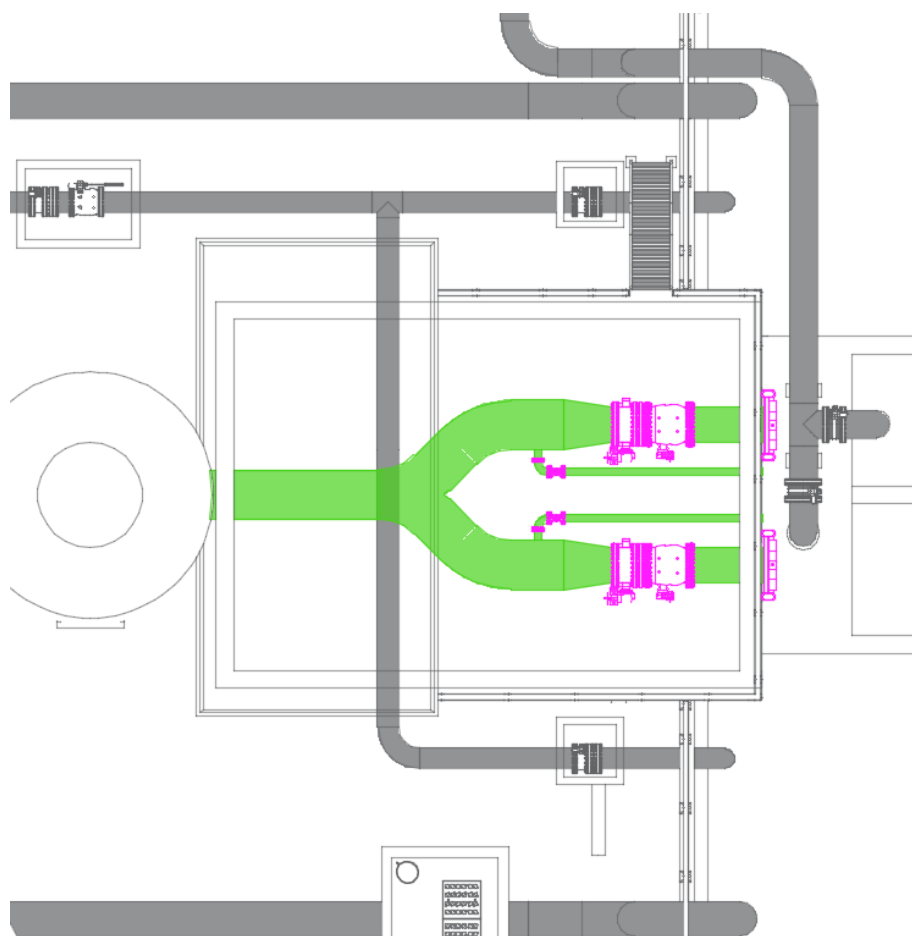
Lo schema idraulico in ingresso alle vasche è stato radicalmente rivisto per soddisfare le attuali esigenze gestionali e semplificare la conduzione delle opere.

La prima modifica significativa riguarda la sostituzione della funzione idraulica assegnata al torrino piezometrico con un sistema di apparecchiature anticipatrici del colpo d'ariete. Questa scelta è stata determinata, principalmente, dalle precarie condizioni statiche del torrino stesso che non ne consigliano il ripristino strutturale. In tal senso, come disposto dalla stazione appaltante, è stata prevista la messa in opera di una idonea rete anticaduta, da posizionarsi preliminarmente all'avvio delle lavorazioni. Si rimanda al paragrafo 6.9 della presente relazione per le modalità esecutive relative alla messa fuori servizio del torrino.

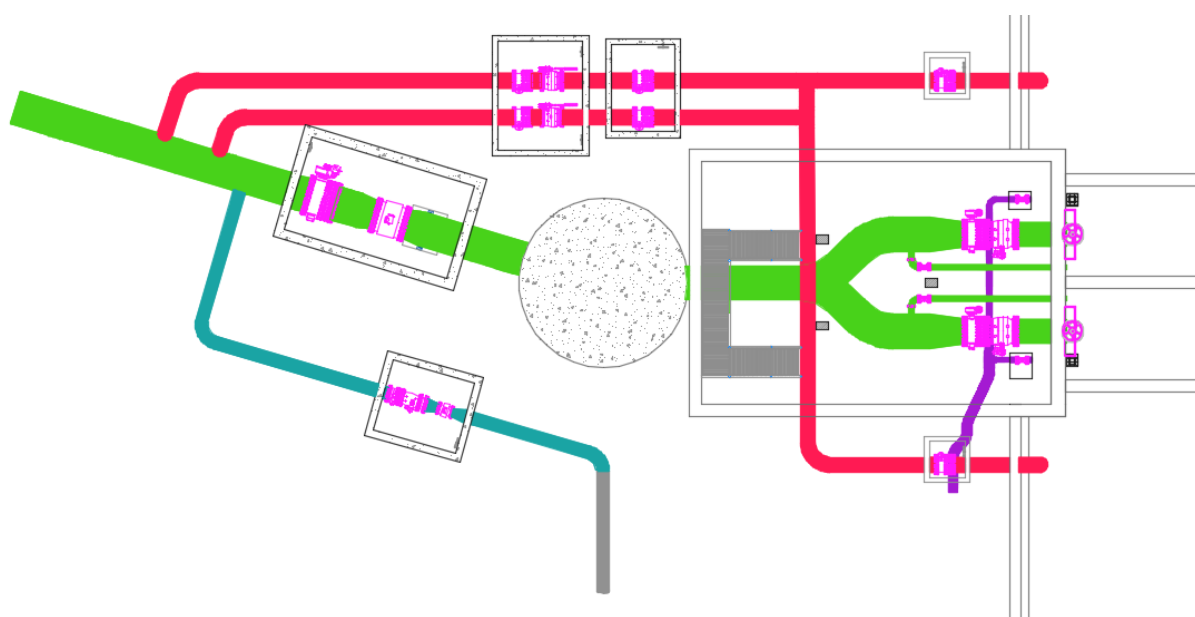
La seconda modifica, altrettanto significativa, riguarda il pezzo speciale a Y che dal DN 1400 riduce, adesso, le condotte a due rami del DN 1000, completi di valvole di regolazione di portate, come riportato nella specifica relazione, dove si dà conto dei relativi calcoli idraulici.



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo



Y di ingresso



Sistema in ingresso



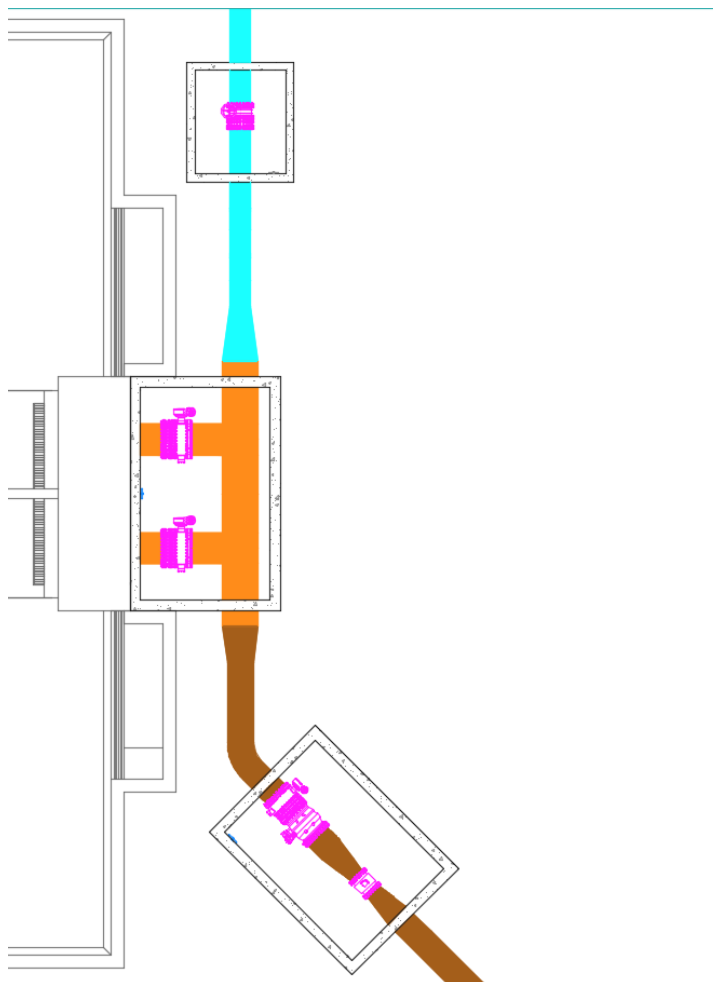
6.4.2.2 Funzionamento idraulico in uscita

Anche il sistema di erogazione delle portate alle utenze è stato sostanzialmente rivisto per migliorarne il funzionamento e adeguarlo alle esigenze gestionali attuali e di un futuro prossimo.

La modifica più importante riguarda il sistema di distribuzione delle portate alle utenze esistente: la T attuale è stata sostituita da un “collettore” di DN 1400 in pressione, da cui verranno servite le due utenze.

Ognuna di queste derivazioni sarà attrezzata con valvole a fuso per la regolazione delle portate in uscita e di tutti gli organi di sezionamento e di misura necessari.

Il nuovo sistema porterà semplicità nello schema funzionale del sistema sia in ingresso che in uscita garantendo anche la applicazione di un adeguato sistema di telecontrollo delle principali funzioni.



Nodo idraulico in uscita



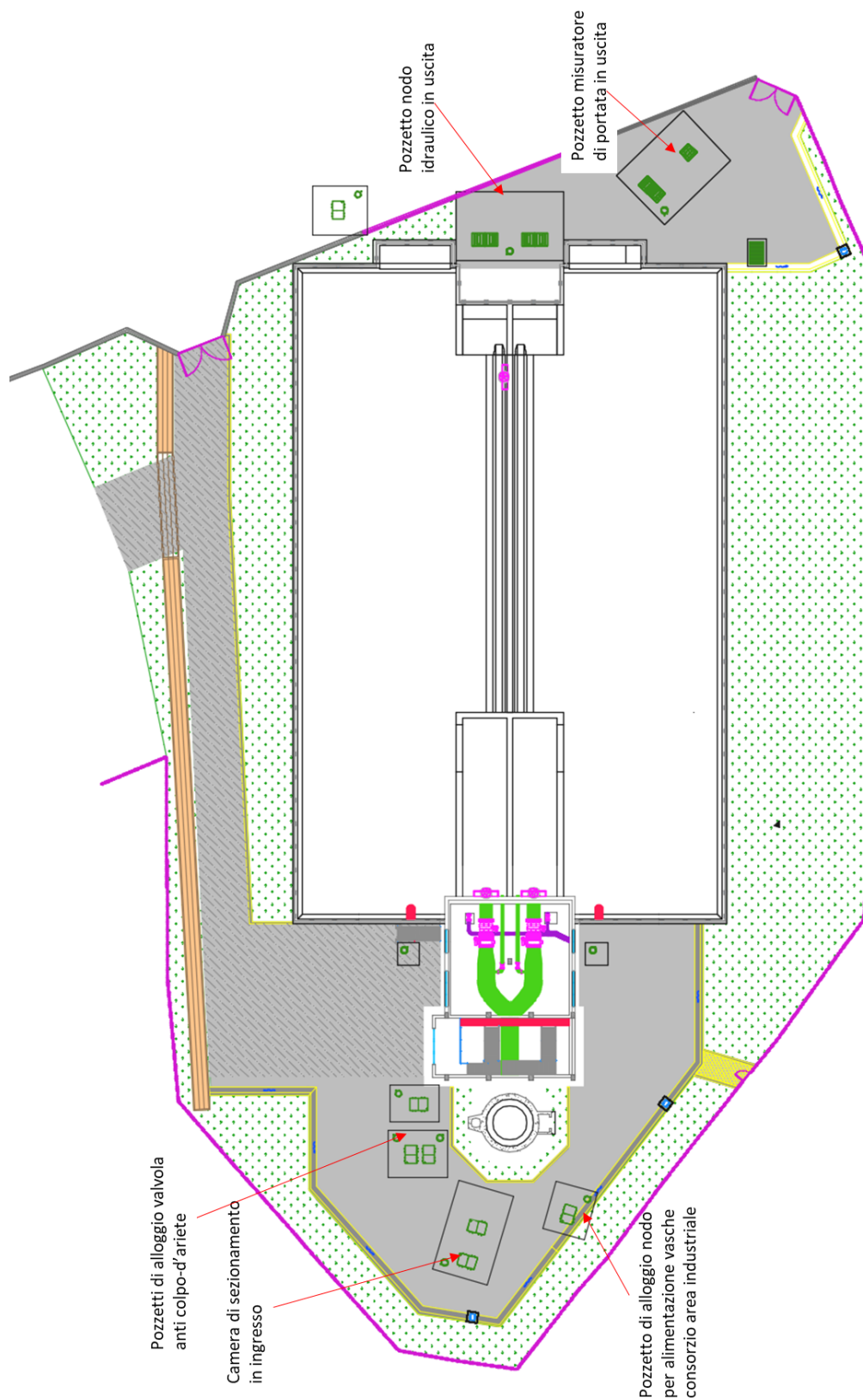
6.4.3 Le opere d’arte

Le principali opere d’arte previste nell’ambito degli interventi dell’area della vasca terminale di Porto Torres sono:

- Pozzetto di alloggio del nodo idraulico in uscita;
- Pozzetto di alloggio del misuratore di portata in uscita;
- Pozzetto di alloggio del nodo idraulico per il sollevamento di Porto Torres;
- Pozzetto di sezionamento e misura in ingresso;
- Pozzetti di alloggio delle valvole anticipatrici del colpo d’ariete;
- Pozzetto per l’alimentazione delle vasche dell’area del consorzio industriale.



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo



Gli elaborati relativi alla vasca di Porto Torres fanno parte del gruppo **G.2.n..**



6.4.3.1 Pozzetto di alloggio del nodo idraulico in uscita

Il pozzetto di alloggio del nodo idraulico in uscita è realizzato all'interno di un pozzetto realizzato in c.a. ed avente dimensioni interne in pianta di (8,20x5,00) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,40 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (9,00x5,80) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 6,80 m. La piastra di base ha spessore pari a 50 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 40 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 7,70 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto, su ciascuna delle due tubazioni di presa dalle vasche è ubicata una valvola di sezionamento a farfalla DN1200.

Il pozzetto è munito di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di aggottaggio il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

L'ingresso è consentito tramite un chiusino in ghisa carrabile classe D400.

Due ulteriori chiusini in ghisa carrabile classe D400 consentono l'estrazione delle apparecchiature in caso di manutenzione.

Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.

Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.2.1.11.

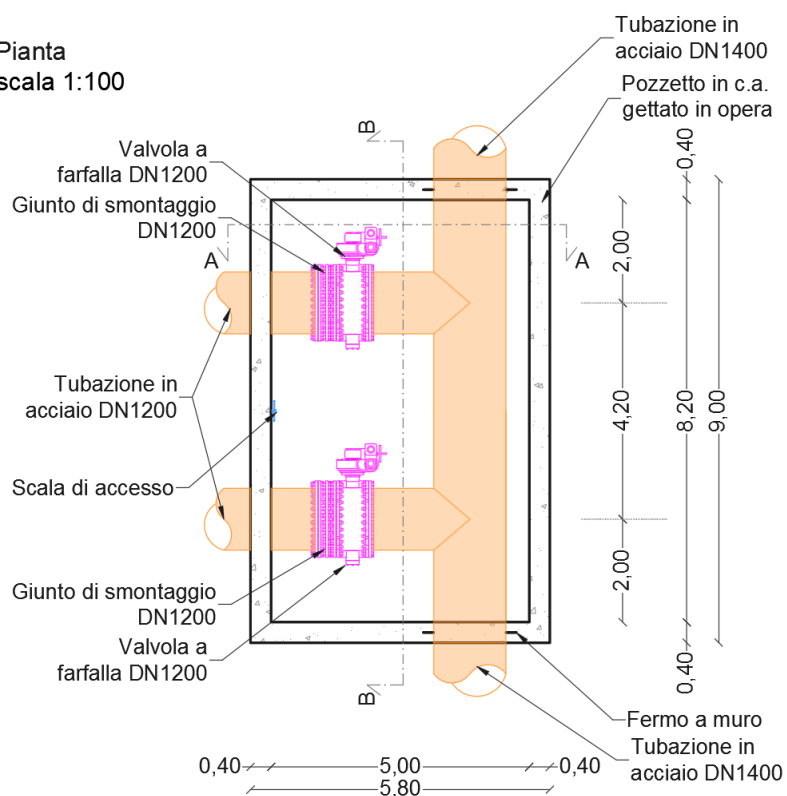
Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.2.2.n.

Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto

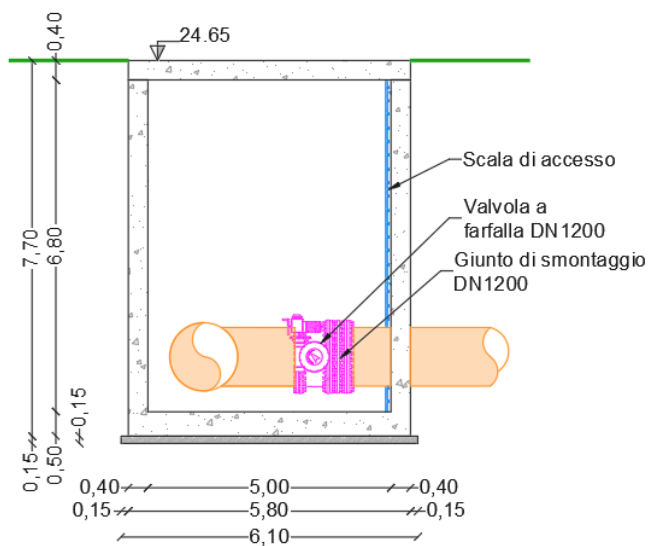


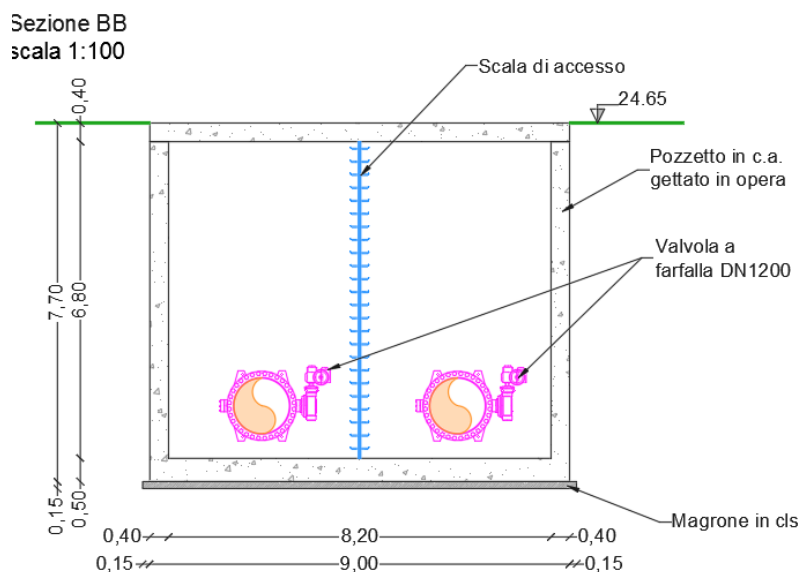
*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo

Pianta
scala 1:100



Sezione AA
scala 1:100





6.4.3.2 Pozzetto di alloggio del misuratore di portata in uscita

Il pozzetto di alloggio del misuratore di portata in uscita è realizzato in c.a. ed ha dimensioni interne in pianta di (7,00x5,00) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,40 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (7,80x5,80) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 6,80 m.

La piastra di base ha spessore pari a 50 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 40 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 7,70 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto, sulla condotta in uscita sono ubicate le seguenti apparecchiature elettromeccaniche:

1. Valvola a farfalla DN1000;
2. Valvola a fuso DN1000;
3. Misuratore di portata DN600.

Il pozzetto è munito di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di aggottaggio il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

L'ingresso è consentito tramite un chiusino in ghisa carrabile classe D400.

Due ulteriori chiusini in ghisa carrabile classe D400 consentono l'estrazione delle apparecchiature in caso di manutenzione.



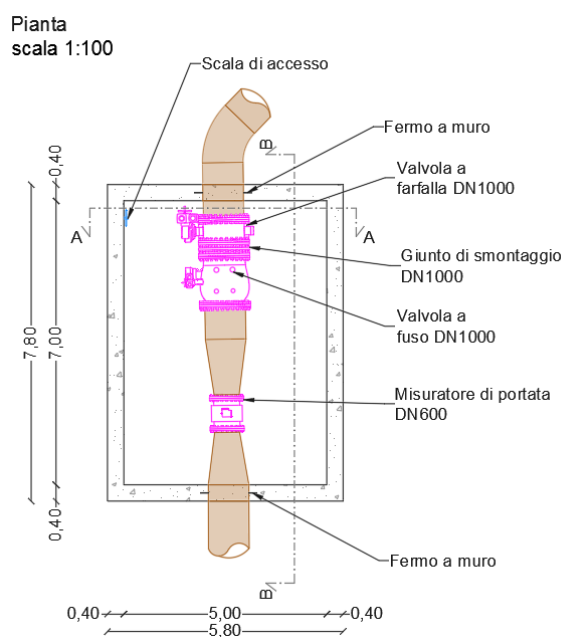
Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.

Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.2.1.12.

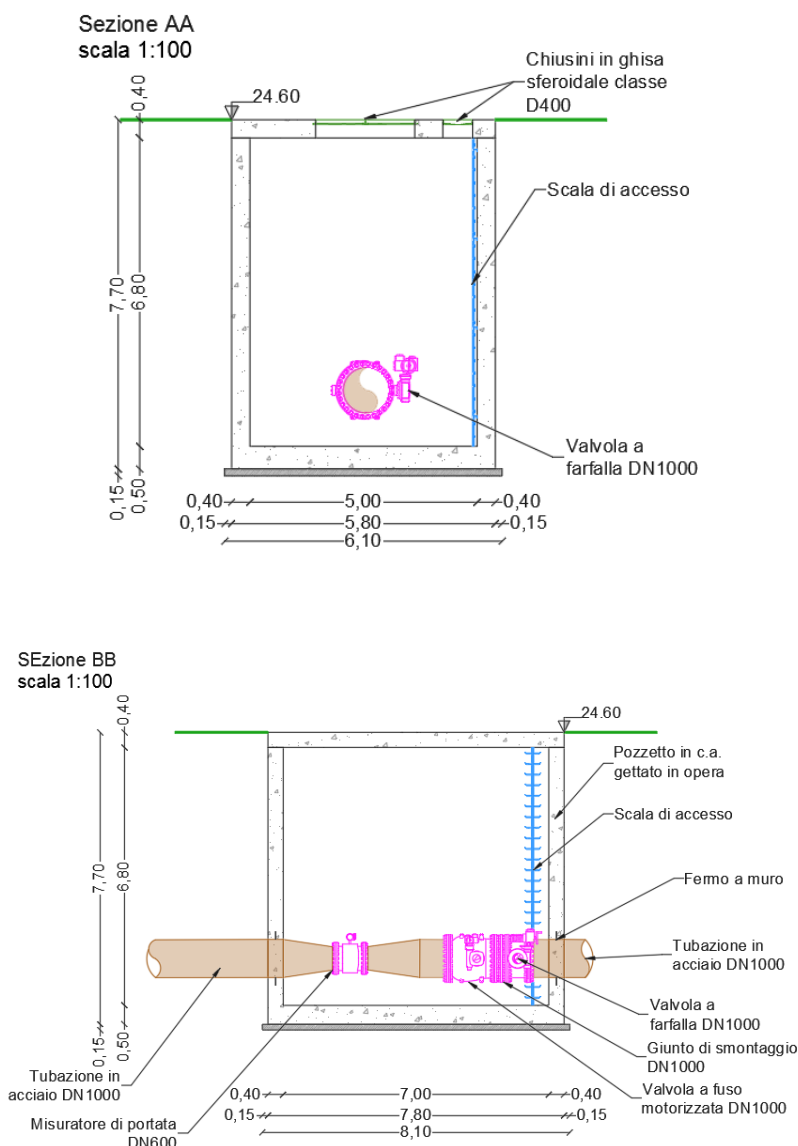
Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.2.2.n.

Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto





*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo



6.4.3.3 Pozzetto di alloggio del nodo idraulico per il sollevamento di Porto Torres

Il presente progetto prevede la realizzazione di un nodo idraulico che consenta di scindere le portate che arrivano a Porto Torres da Truncu Reale o che invece vengono sollevate a Truncu Reale. Il nodo è realizzato con una valvola a farfalla manuale che consente il sezionamento della linea in caso di necessità.

Tale nodo è ubicato all'interno di un pozzetto in c.a. gettato in opera avente dimensioni interne in pianta di (4,00x3,50) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,30 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (4,60x4,10) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 5,00 m.



La piastra di base ha spessore pari a 40 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 30 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 5,70 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto è ubicata una valvola a farfalla manuale DN800.

Il pozzetto è munito di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di aggottaggio il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

L'ingresso è consentito tramite un chiusino in ghisa sferoidale carrabile classe D400.

Un ulteriore chiusino in ghisa sferoidale carrabile classe D400 consente l'estrazione delle apparecchiature in caso di manutenzione.

Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.

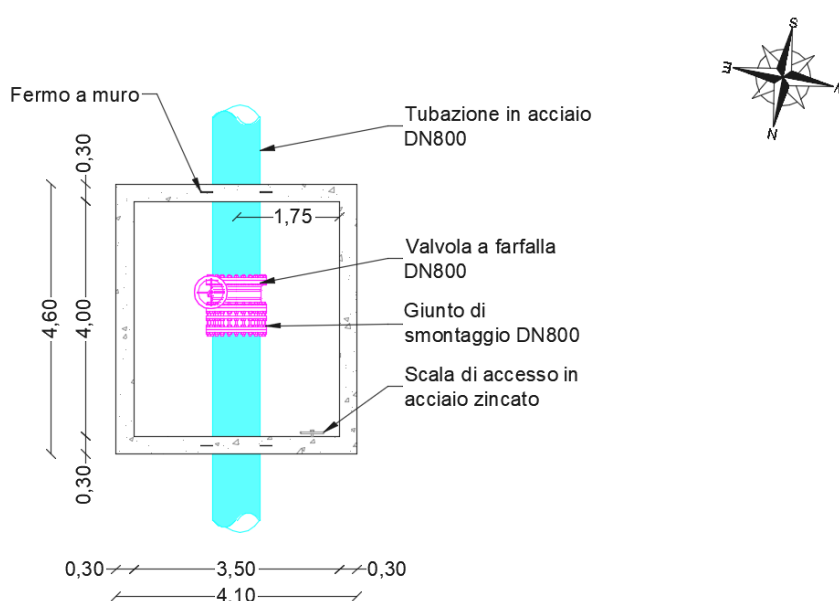
Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.2.1.10.

Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.2.2.n.

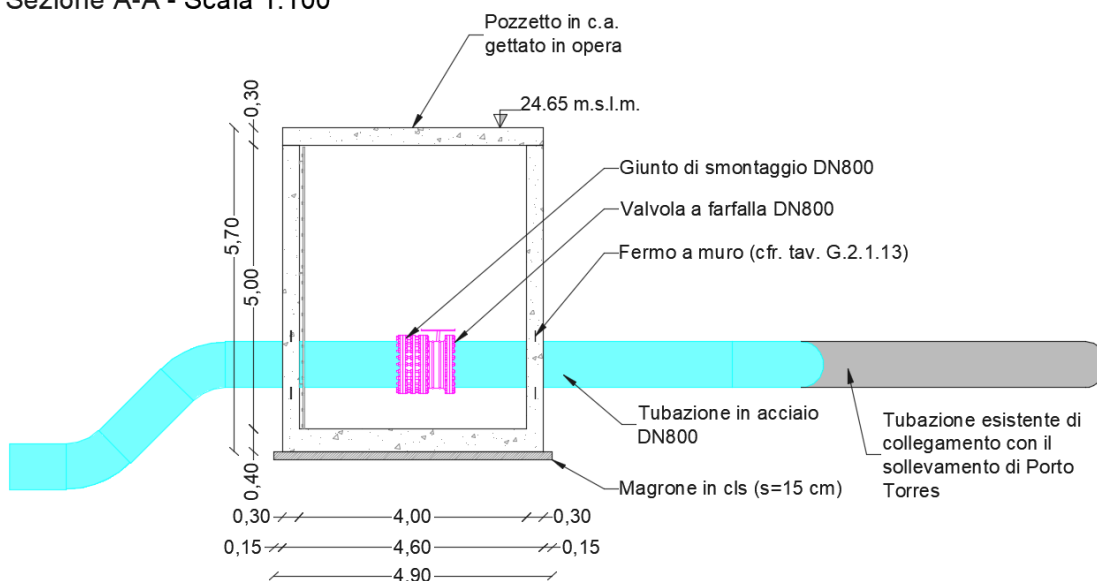
Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto

Pianta - Scala 1:100

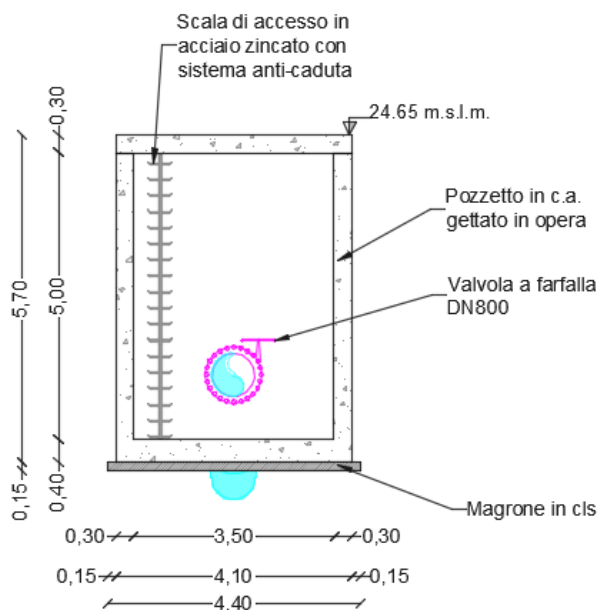




Sezione A-A - Scala 1:100



Sezione B-B- Scala 1:100



6.4.3.4 Pozzetto di sezionamento e misura in ingresso

Il pozzetto di sezionamento e misura in ingresso ha pianta rettangolare ed è realizzato in c.a. gettato in opera. Le dimensioni interne in pianta sono



(7,00x4,00) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,40 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (7,80x4,80) m.

L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 4,00 m. La piastra di base ha spessore pari a 40 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 30 cm. L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 4,70 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto, sulla condotta in ingresso, sono ubicati una valvola a farfalla DN1400 ed un misuratore di portata DN1200.

Il pozzetto è munito di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di aggottaggio il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

L'ingresso è consentito tramite un chiusino in ghisa sferoidale carrabile classe D400.

Ulteriori chiusini in ghisa sferoidale carrabile classe D400 consentono l'estrazione delle apparecchiature in caso di manutenzione.

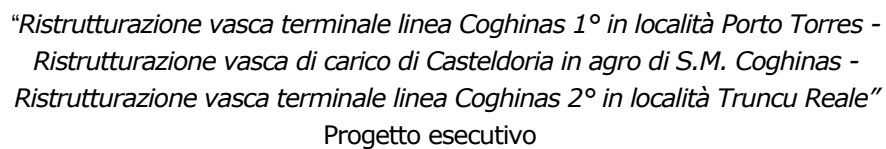
Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.

Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.2.1.7.

Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.2.2.n.

Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto



Technical drawing of a wall-mounted manometer assembly. The drawing shows a side view of the assembly with dimensions and labels.

Dimensions:

- Vertical dimensions (from top to bottom): 4,80, 0,40, 1,65, 2,35, 0,40.
- Horizontal dimensions (from left to right): 0,40, 7,00, 0,40.
- Total horizontal dimension: 7,80.

Labels:

- Scala di accesso in acciaio zincato con sistema anti-caduta
- Tubazione di ingresso in acciaio DN1400
- Fermo a muro (cfr. tav. G.2.1.18)
- Valvola a farfalla con attuatore DN1400
- Giunto di smontaggio DN1400
- Misuratore di portata elettromagnetico DN1200

Chiusino in ghisa sferoidale classe D400, Ø65 cm

24.55 m.s.l.m.

Valvola a farfalla con attuatore DN1400

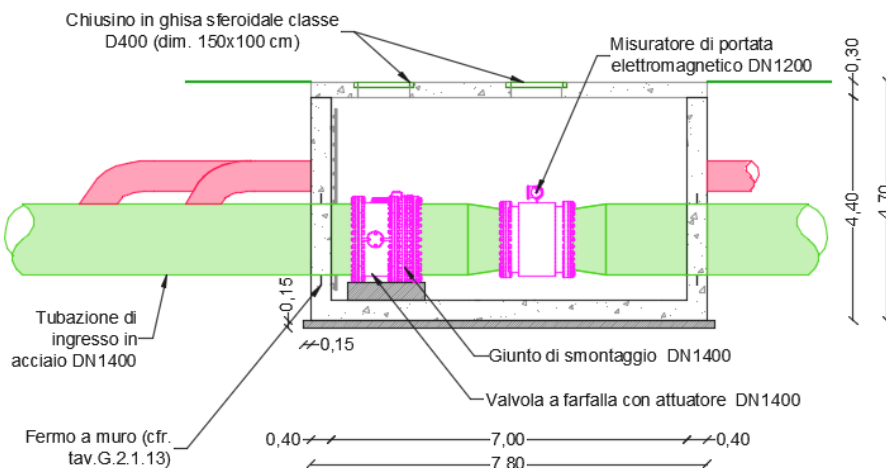
Cis non armato per supporto apparecchiatura

0.40 4.00 0.40 4.80

2.75 2.05 1.60 0.90 0.35 4.00 0.30 4.70



Sezione B-B - Scala 1:100



6.4.3.5 Pozzetto in c.a. per l'alloggiamento della valvola anticipatrice del colpo d'ariete

Lo schema di funzionamento idraulico esistente prevedeva la presenza di un torrino piezometrico per la dissipazione delle sovra-pressioni da colpo d'ariete. Il presente progetto prevede che la dissipazione delle sovrappressioni venga affidato al funzionamento di un sistema costituito da due valvole di regolazione a fuso per la dissipazione delle sovrappressioni da colpo d'ariete. Tali valvole verranno installate ciascuna su una condotta, in acciaio con diametro pari a DN 600 in derivazione alla condotta in ingresso. I due sistemi sono in parallelo. Le valvole verranno ubicate all'interno di un pozzetto realizzato in c.a. avente dimensioni interne in pianta di (3,50x4,50) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,25 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (4,00x5,00) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 2,50 m.

La piastra di base e la soletta di copertura hanno spessore pari a 25 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 2,20 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto sono ubicate due valvole a fuso per il controllo delle sovrappressioni da colpo d'ariete e, a monte di ciascuna sono installate due valvole a farfalla manuali per il sezionamento.



A fianco di tale pozzetto è ubicato un secondo pozzetto anch'esso in c.a. avente dimensioni interne in pianta di (3,60x2,60) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,25 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (4,10x3,10) m. L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 1,70 m.

La piastra di base e la soletta di copertura hanno spessore pari a 25 cm.

L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 2,20 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto sono ubicate due valvole a farfalla manuali per il sezionamento.

I pozzetti sono muniti di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, per ciascun pozzetto, è prevista l'installazione di una pompa di aggotaggio, il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

L'ingresso è consentito tramite chiusini in ghisa sferoidale carrabili classe D400 di diametro $D=700\text{mm}$. Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.

Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

Il sistema di scarico delle sovrappressioni da colpo d'ariete si compone, inoltre, di altre due valvole di sezionamento DN600, una per ciascun ingresso in vasca, ubicate all'interno di pozzetti in calcestruzzo prefabbricati ed aventi dimensioni interne di (1,50x1,50) m. L'ingresso è consentito tramite chiusini in ghisa sferoidale carrabili classe D400 di diametro $D=700\text{mm}$.

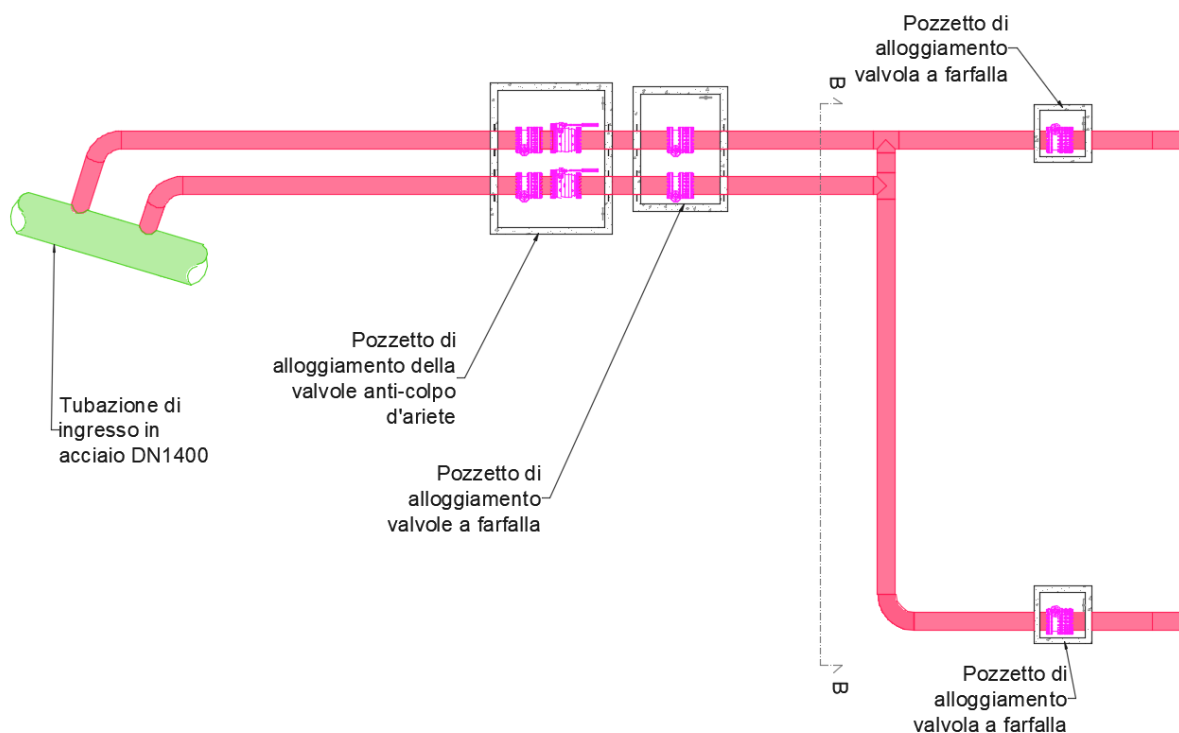
Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.2.1.9.

Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.2.2.n.

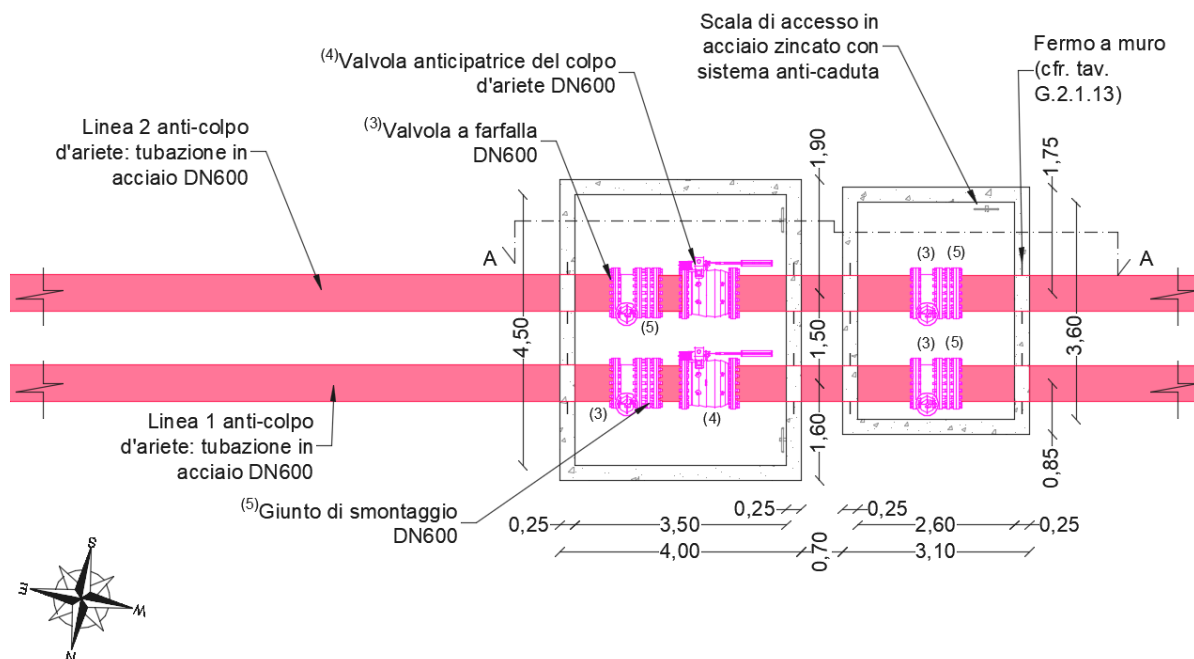
Di seguito si riporta l'immagine del pozzetto in oggetto



Planimetria linea anti-colpo d'ariete - Scala 1:200

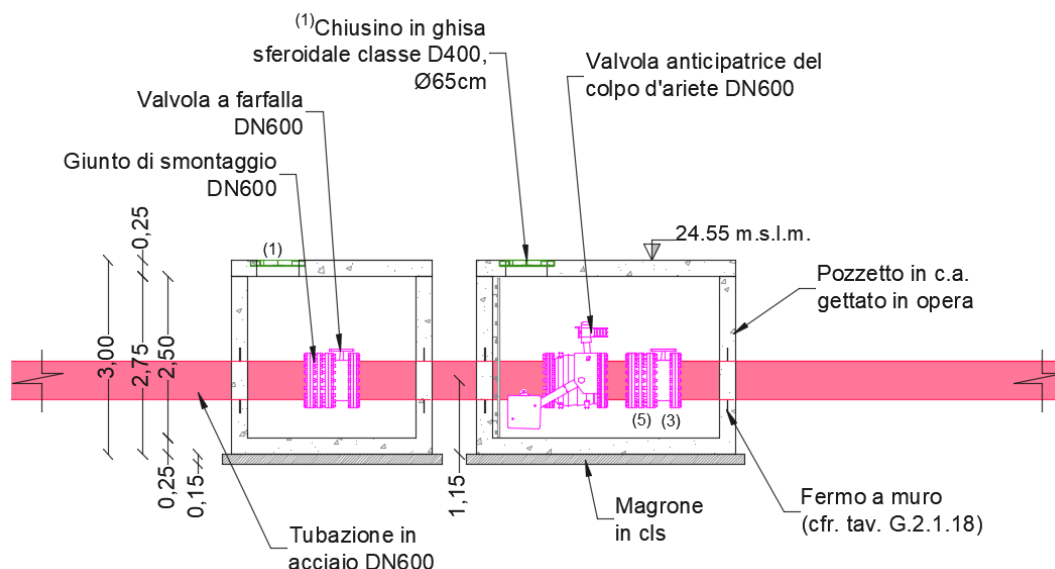


Pianta - Scala 1:100





Sezione A-A - Scala 1:100



6.4.3.6 Realizzazione nuovo solaio camera di manovra

Il presente progetto prevede la demolizione di parte del solaio della camera di manovra e dell'esistente cabina e la realizzazione di un nuovo solaio avente dimensioni pari a (9,20x11,70) m.

Per i dettagli strutturali si rimanda all'elaborato G.2.2.8.

6.4.3.7 Pozzetto per l'alimentazione delle vasche dell'area del consorzio industriale.

Il pozzetto per l'alimentazione delle vasche del consorzio industriale ha pianta rettangolare ed è realizzato in c.a. gettato in opera

Le dimensioni interne in pianta sono (3,00x4,50) m. Lo spessore delle pareti è pari a 0,30 m. Pertanto, le dimensioni esterne in pianta sono pari a (3,60x4,10) m.

L'altezza interna netta del pozzetto è pari a 3,70 m. La piastra di base ha spessore pari a 40 cm mentre la soletta di copertura ha uno spessore di 30 cm. L'altezza totale del pozzetto è pertanto pari a 4,40 m. Il pozzetto è posato al di sopra di uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a 15 cm.

All'interno del pozzetto, sulla condotta in acciaio DN500, sono ubicate una valvola a farfalla DN500 ed una valvola a fuso teleattuatori DN500. In un pozzetto in cls



prefabbricato, posto a fianco, avente dimensioni interne in pianta pari a (1,50x1,50) m, è invece ubicato un misuratore di portata DN500.

Il pozzetto è munito di umidostato per il rilievo dell'umidità e di estrattore d'aria. Inoltre, è prevista l'installazione di una pompa di aggottaggio il cui funzionamento è asservito ad un interruttore di livello.

L'ingresso è consentito tramite un chiusino in ghisa sferoidale carrabile classe D400.

Ulteriori chiusini in ghisa sferoidale carrabile classe D400 consentono l'estrazione delle apparecchiature in caso di manutenzione.

Una scala di accesso con sistema anticaduta consente di raggiungere il fondo del pozzetto.

Il fondo del pozzetto è rifinito con piastrelle in kinkler, mentre le pareti sono rifinite con piastrelle fino ad un'altezza di 1,50 m.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato G.2.1.30.

Per i dettagli sulle strutture si rimanda alla relazione di calcolo strutturale ed agli elaborati del gruppo G.2.2.n.

6.4.4 Opere di finitura

Le strutture in c.a da ripristinare e le strutture di nuova realizzazione verranno finite sul pavimento con piastrelle in klincker.

Le pareti, fino ad un'altezza di 1,50 m dal fondo verranno finite con piastrelle in gres di colore bianco.

I cancelli verranno realizzati in acciaio zincato e lavorato, mentre la recinzione verrà realizzata con rete metallica e paletti in ferro. Per i dettagli si rimanda agli elaborati **G.2.1.6 e G.2.1.17.**

L'area esterna verrà finita con uno strato di usura di 3 cm posato al di sopra di uno strato di binder di 7 cm.

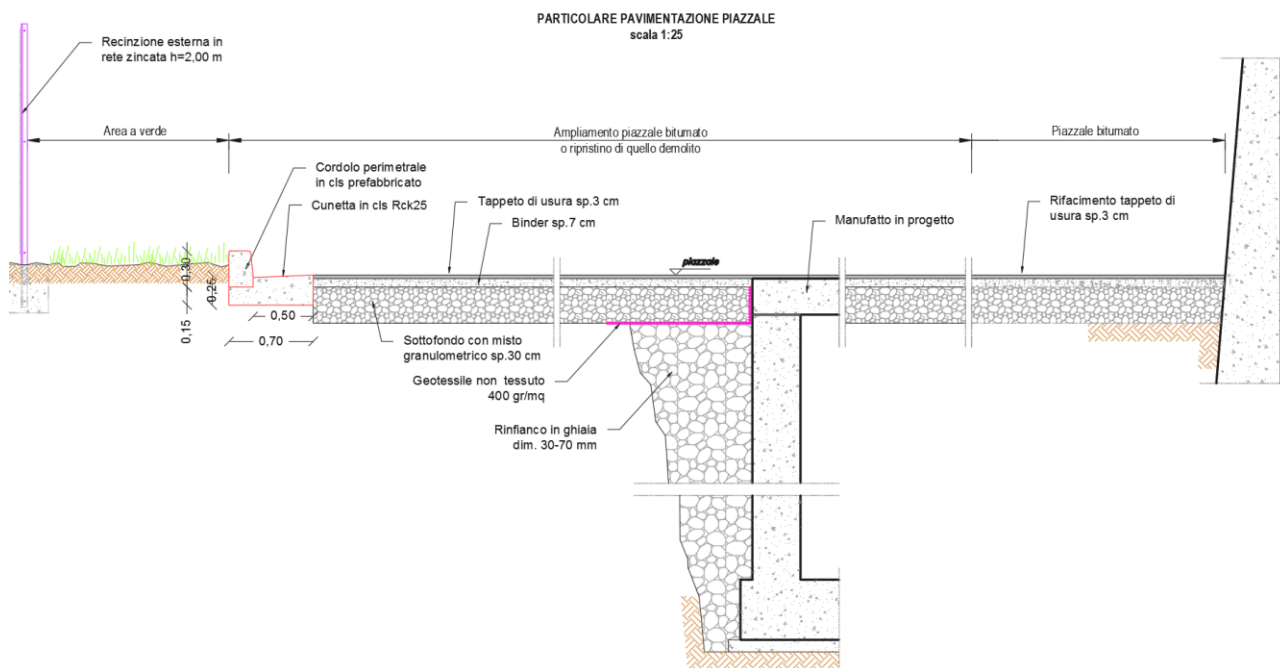
Il sottofondo stradale verrà realizzato con misto granulometrico per uno spessore di 30 cm.

Un telo di geotessuto verrà posato come separazione tra il rinfilanco a tergo dei nuovi manufatti interrati e la struttura stradale.



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*

Progetto esecutivo



Il cordolo perimetrale e la cunetta sono realizzati in calcestruzzo gettato in opera ed hanno le dimensioni riportate nell'immagine precedente.

La camera di manovra verrà rifinita con intonaco per interni e successivamente tinteggiata.

6.4.5 La organizzazione del lavoro

6.4.5.1 Generalità

In seguito alla fase di istruttoria della revisione zero del progetto esecutivo presentato in data 4 marzo 2019, l'ENAS a proposito della vasca terminale di Porto Torres così si esprime:

- *“.... poiché l'alimentazione di Porto Torres da Truncu Reale è una modalità di funzionamento molto rara, non si ritiene necessaria l'integrazione dell'attuale sistema con un nuovo ingresso dedicato in testa alle vasche. Pertanto, si fornisce l'indicazione di stralciare dal progetto le opere specificamente destinate a tale scopo [...];*
- *attualmente, la modalità di funzionamento del sistema è la seguente:
la valvola Ø1400 posta sull'ingresso alle vasche prima della "Y" è chiusa, e la portata in arrivo viene integralmente deviata alle adiacenti vasche del Consorzio*



Industriale, tramite la presa ubicata alla base del torrino e la relativa condotta di collegamento posta fuori terra.

Dalle vasche consortili (peraltro aventi quota leggermente superiore a quelle ENAS) viene alimentata la condotta di avvicinamento alla rete consortile, e le vasche ENAS si riempiono per gravità a ritroso, tramite la presa a "Y".

In caso di interruzione della portata in arrivo, l'insieme delle vasche consortili e delle vasche ENAS va a costituire il volume complessivo di scorta per il servizio alle utenze.

Pertanto, per consentire i lavori alle proprie vasche, l'Ente si occuperà della preventiva installazione dell'intercettazione necessaria per isolare, lato valle, le vasche ENAS dalle portate erogate alla rete consortile [...]: in tale assetto, con la chiusura della suddetta intercettazione potranno essere eseguite tutte le lavorazioni di ripristino delle vasche e di realizzazione delle nuove prese in uscita e relativi manufatti;

- *per quanto concerne l'esecuzione delle lavorazioni previste a monte delle vasche, il progetto presentato prevede la preventiva predisposizione di una alimentazione alternativa di ciascuna vasca, per by-passare l'attuale pozzetto venturimetro, il torrino e la camera di manovra; in proposito si osserva quanto segue*

- la realizzazione dell'alimentazione alternativa della vasca Nord non appare necessaria, per cui può essere stralciata dal progetto; appare invece necessario realizzare, sullo stesso lato Nord, il collegamento provvisorio (presumibilmente DN 400) per consentire il mantenimento dell'attuale alimentazione delle vasche del Consorzio Industriale;*
- la realizzazione dell'alimentazione alternativa della vasca Sud risulterebbe necessaria al fine di consentire, ad avvenuto risanamento delle vasche e sino alla conclusione dei lavori a monte delle stesse, l'attivazione del sollevamento per Truncu Reale.*

Va però considerato che tale eventualità è ipotizzabile solo qualora si verifichi la necessità di fornire soccorso all'irrigazione della Nurra (per la precisione, ai distretti irrigui serviti dalla vasca di Campanedda) a seguito di grave carenza di risorsa nell'invaso del Cuga, limitatamente ai mesi estivi più caldi di maggior richiesta (luglio - agosto - settembre).

Pertanto, si ritiene ipotizzabile che anche l'alimentazione alternativa della vasca Sud possa essere stralciata dal progetto, previo inserimento in



capitolato della prescrizione per cui l'avvio da parte dell'appaltatore della fase finale dei lavori a Porto Torres, relativa alle opere a monte delle vasche, possa avvenire successivamente al 01.10 e non oltre una data (da valutare, ad esempio il 01.04) tale da consentirne il completamento e la messa in esercizio entro il 30.06. Ciò fermo restando che, nel caso la disponibilità idrica presente nell'invaso del Cuga sia tale da consentirlo, l'ENAS possa autorizzare l'esecuzione di tali lavorazioni anche nel periodo estivo.”

La conseguenza pratica delle nuove disposizioni di ENAS è che non è necessario realizzare alcuna opera temporanea per la esecuzione delle opere in quanto il sistema di Porto Torres è by-passabile già con le opere attualmente presenti. Queste nuove condizioni consentono di soddisfare le esigenze di ENAS di programmare la esecuzione delle opere nel periodo ipotizzabile compreso tra il 1° di ottobre e il 1° di aprile circa. Di questo si dirà nell'elaborato sul cronoprogramma delle lavorazioni.

Con successiva nota del 22 marzo 2019, ENAS disponeva le seguenti modalità esecutive per la realizzazione dei lavori.

“Si condivide l'utile osservazione di codesto RTP in merito alla possibilità di realizzare un unico collegamento all'alimentazione delle vasche del Consorzio Industriale, da attivare già in fase di esecuzione dei lavori.

Anche grazie a tale spunto, si ritiene quindi opportuno fornire a codesto RT l'indicazione di stralciare completamente il by-pass generale dell'impianto, prevedendo al contempo le seguenti modalità e fasi di esecuzione dei lavori:

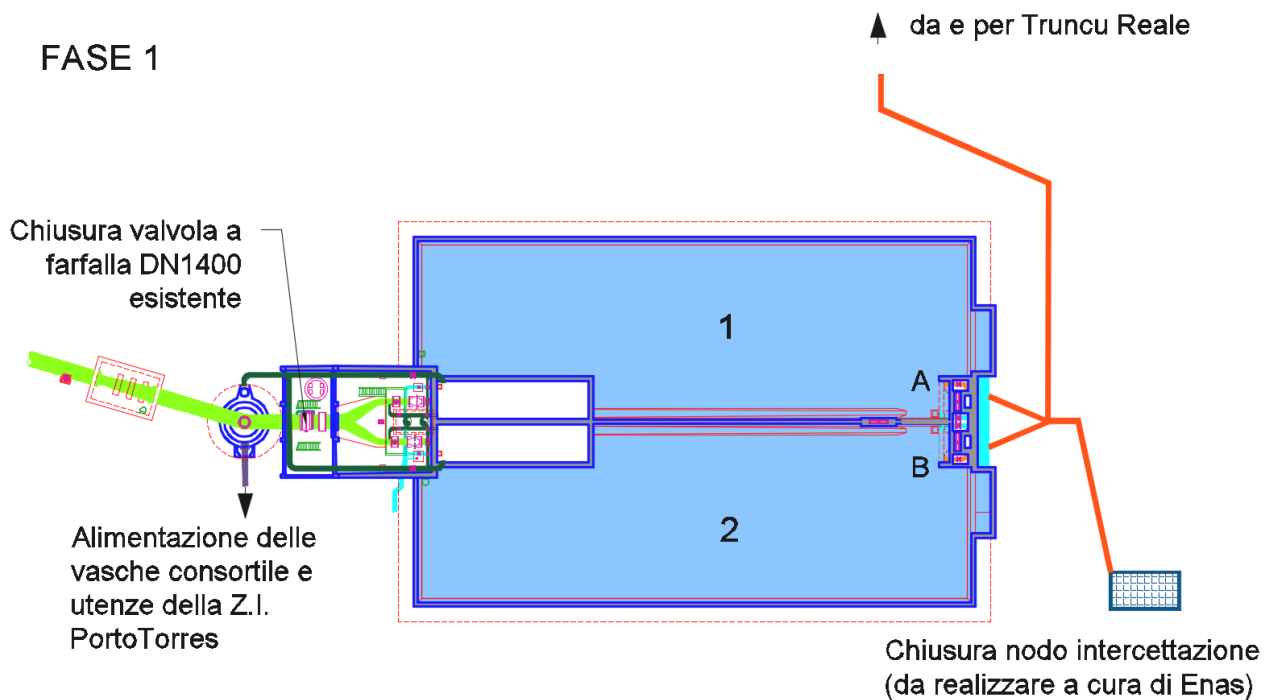
FASE 1

Si tengono chiuse:

- l'attuale valvola a farfalla Ø1400 a valle del torrino, alimentando con l'attuale derivazione ai piedi del torrino le vasche consortili e, tramite queste, le utenze della Z.I. di Porto Torres;*
- l'intercettazione (oggi non esistente, ma che l'ENAS realizzerà prima dell'avvio dei lavori) posta sul tratto di condotta in uscita dalle vasche ENAS, prima dell'innesto con la condotta in uscita dalle vasche consortili.*



In questa fase si realizzano tutti i lavori di rifacimento dell'uscita dalle vasche ENAS e tutti i lavori di ripristino e impermeabilizzazione delle stesse vasche, senza interferenze con le portate in erogazione alle utenze di Porto Torres.



FASE 2

Sempre tenendo chiuse:

- l'attuale valvola a farfalla Ø1400 a valle del torrino, alimentando con l'attuale derivazione ai piedi del torrino le vasche consortili e, tramite queste, le utenze della Z.I. di Porto Torres;*
- l'intercettazione posta sul tratto di condotta in uscita dalle vasche ENAS, prima dell'innesto con la condotta in uscita dalle vasche consortili,*

si realizza quanto segue:

Sulla destra della condotta Ø1400 in arrivo, si predispone il nuovo pozzetto di alloggiamento della nuova derivazione per le vasche consortili, ospitante nell'ordine:

- misura di pressione in arrivo sulla condotta in arrivo DN1400;*
- valvola a farfalla Ø500 motorizzata;*
- giunto di smontaggio a tre flange Ø500;*
- valvola a fuso Ø500 motorizzata;*

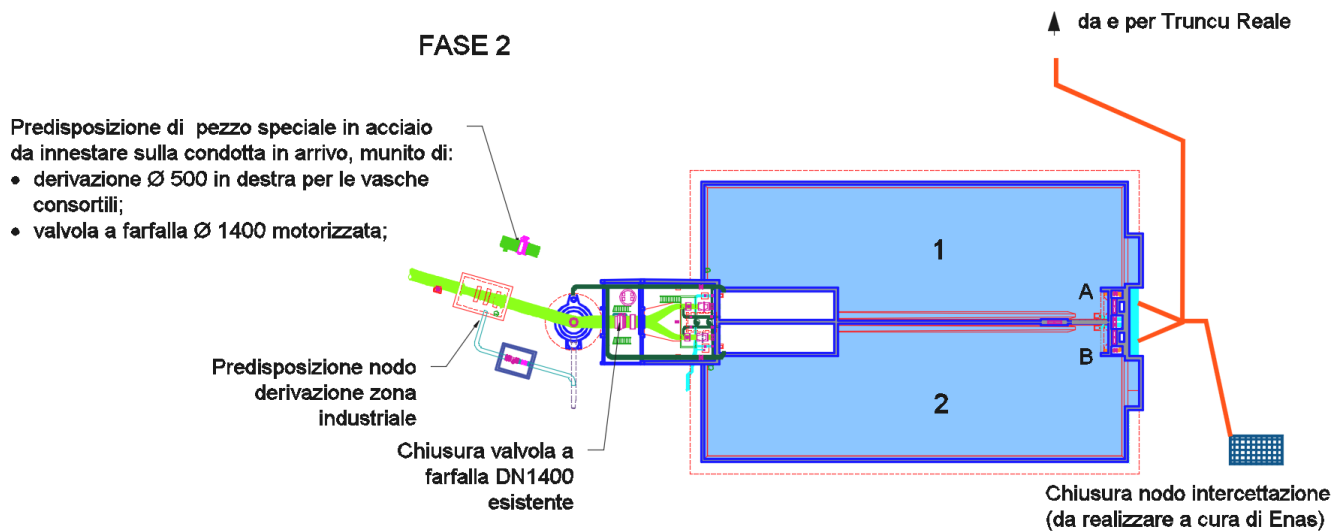


- a distanza adeguata, giunto di smontaggio Ø350 e misuratore di portata elettromagnetico Ø350

A monte di tale pozzetto, la nuova derivazione viene realizzata sino all'interno dell'attuale camera venturimento, pronta per essere collegata all'arrivo Ø1400.

Si predispone inoltre un pezzo speciale in acciaio da innestare sulla condotta in arrivo, immediatamente all'ingresso dell'attuale camera venturimetro, munito nell'ordine di:

- derivazione Ø 500 in destra per le vasche consortili;
- valvola a farfalla Ø 1400 motorizzata, già in posizione di chiusura;
- giunto di smontaggio a tre flange Ø 1400;
- ricollegamento provvisorio in uscita verso il torrino.



FASE 3

Per una durata di 8-10 ore, si interrompe l'arrivo dell'acqua sulla condotta Ø1400.

Durante tale interruzione, si interviene all'interno dell'esistente camera venturimetro, installando il pezzo speciale già predisposto e le apparecchiature ad esso preassemblate, e collegando la nuova derivazione Ø500.

Si riattiva quindi l'alimentazione del Ø1400 in arrivo.

La portata in arrivo trova la nuova valvola Ø1400 chiusa, e viene integralmente derivata alle vasche consortili.



A questo punto, fissata contrattualmente in 4 mesi (ad esempio, da valutare tecnicamente il valore più corretto da assumere) la durata della successiva fase 4, si prevedono in capitolato le seguenti tre alternative:

- 1) qualora ci si trovi in un periodo compreso tra il 1° ottobre e il 28 febbraio, l'appaltatore può direttamente attivare l'esecuzione della fase 4;*
- 2) qualora ci si trovi in un periodo compreso tra il 1° marzo e il 30 settembre, e a giudizio insindacabile dell'ente la situazione delle scorte nell'invaso del Cuga sia giudicata sufficiente per le esigenze irrigue estive della Nurra, l'ente autorizzerà l'appaltatore ad attivare l'esecuzione della fase 4;*
- 3) qualora ci si trovi in un periodo compreso tra il 1° marzo e il 30 settembre, e a giudizio insindacabile dell'ente la situazione delle scorte nell'invaso del Cuga sia giudicata insufficiente per le esigenze irrigue estive della Nurra, l'appaltatore dovrà attendere il successivo 1° ottobre per attivare l'esecuzione della fase 4.*

FASE 4

Si alimentano le vasche consortili tramite la nuova derivazione Ø 500, e si mantengono chiuse:

- la nuova valvola a farfalla Ø1400 sull'arrivo;*
- le nuove valvole a farfalla poste sull'uscita dalle vasche.*

In questa fase si realizzano tutti i lavori previsti a valle della nuova valvola Ø1400 sino all'ingresso alle vasche.

6.5 I particolari costruttivi

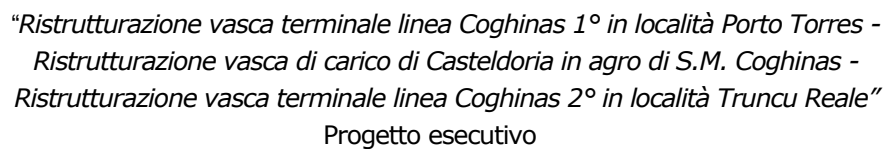
L'intervento progettuale comprende parecchi particolari costruttivi la cui attenta esecuzione contribuirà alla qualità complessiva dell'intervento.

Nel dettaglio, di seguito, si illustreranno le peculiarità di alcuni di essi.

Fermo a muro

Il fermo a muro è un dettaglio molto utile per mantenere stabile il passaggio della tubazione all'interno di una struttura in conglomerato cementizio armato.

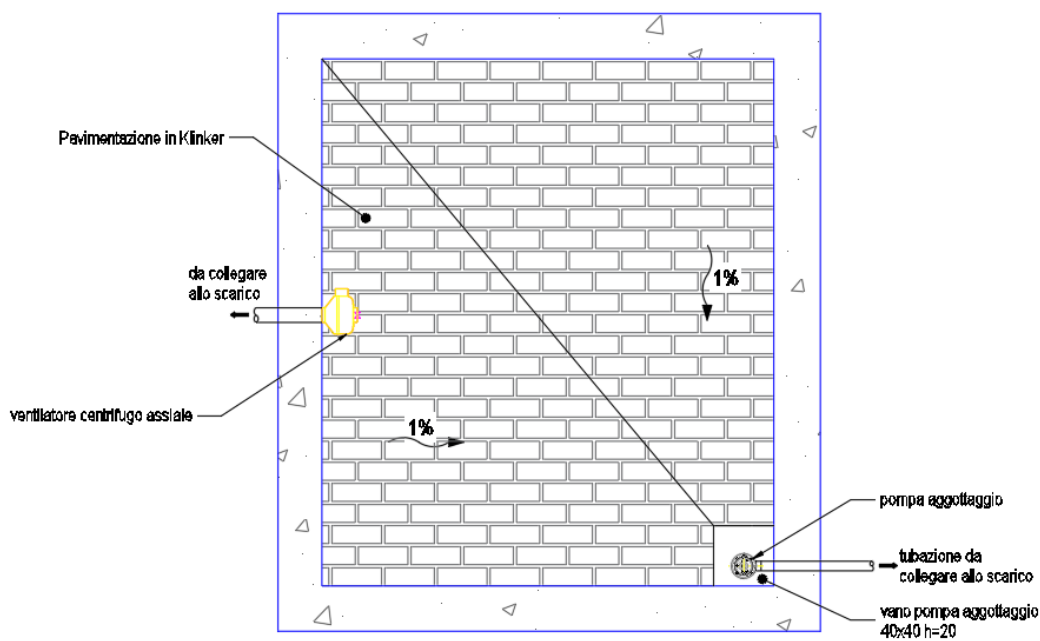
Quando il fermo a muro è inserito in una parete contro terra o a contatto con acqua, al fine di garantire la impermeabilità del passaggio, si inserisce sul lato critico anche un giunto bentonitico come ben rappresentato nella immagine di seguito riportata.



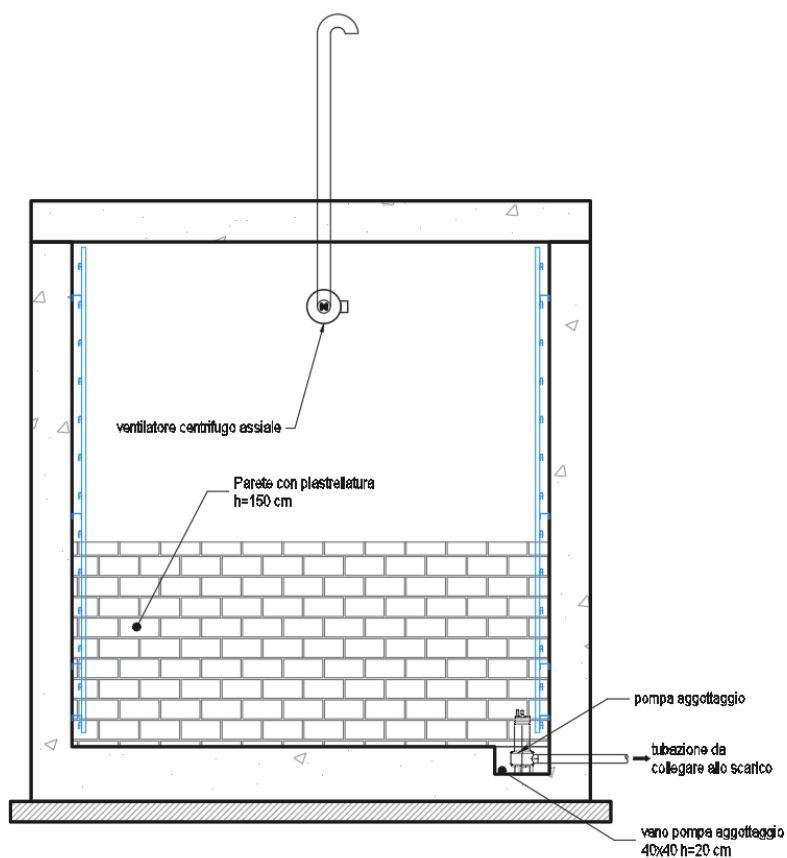
Ad integrazione di questo, si è predisposto un sistema di ventilazione che ha lo scopo di mantenere all'interno del pozzetto condizioni di umidità controllata. Entrambi questi accorgimenti hanno lo scopo di allungare la vita utile delle apparecchiature montate all'interno dei pozzetti.



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo



Pianta



Sezione



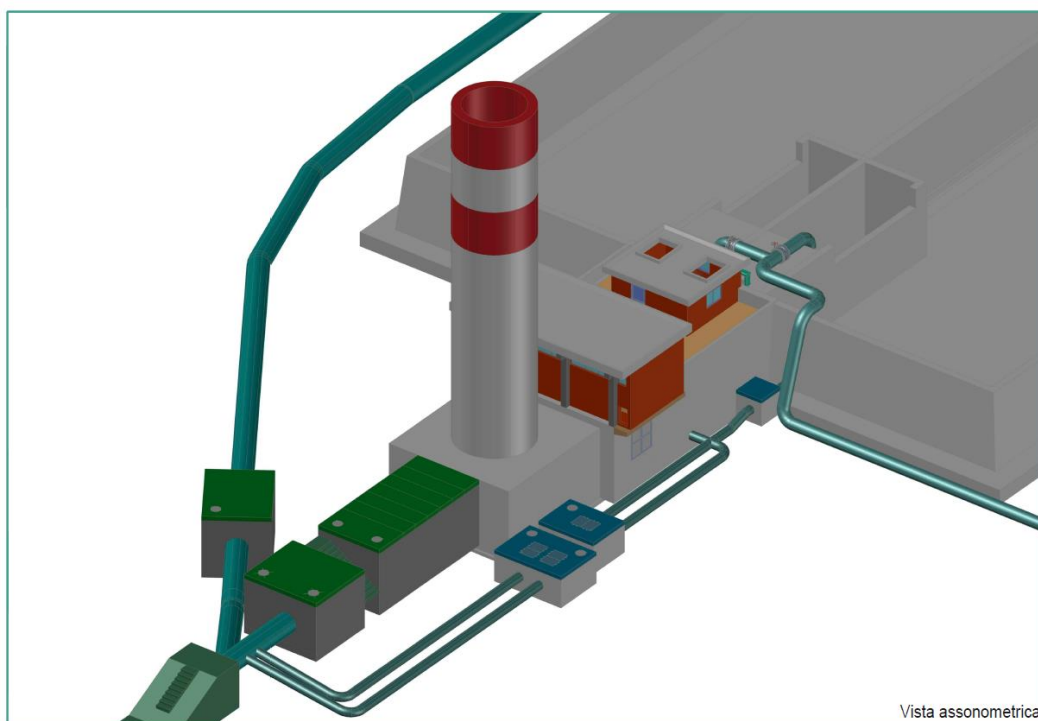
Dettagli delle apparecchiature e dei pezzi speciali

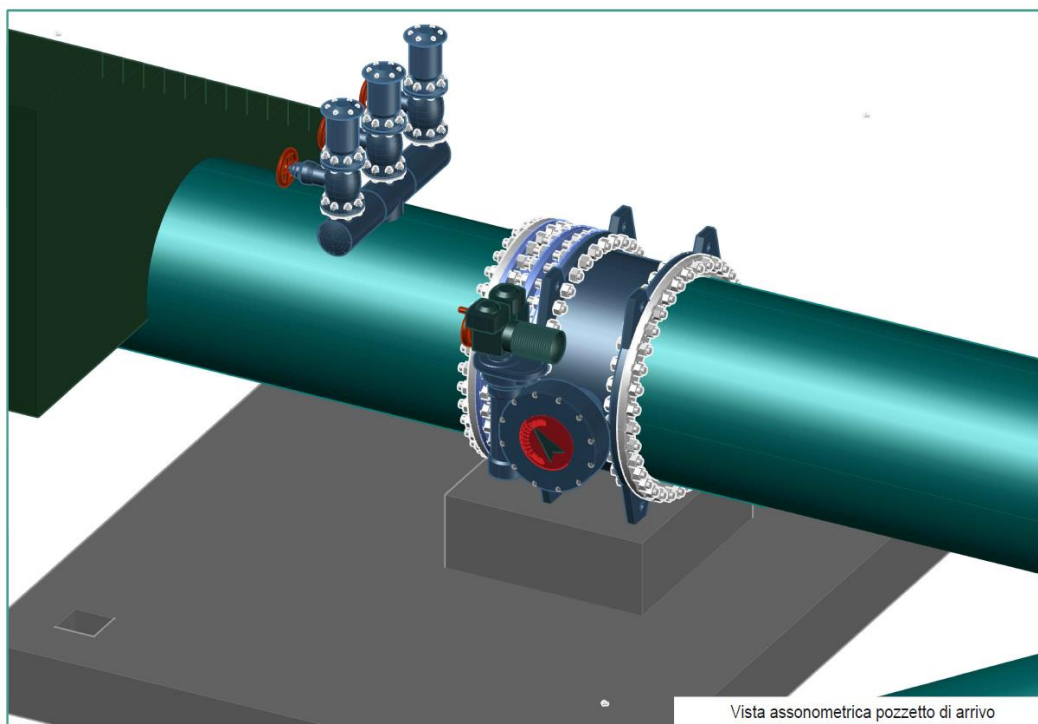
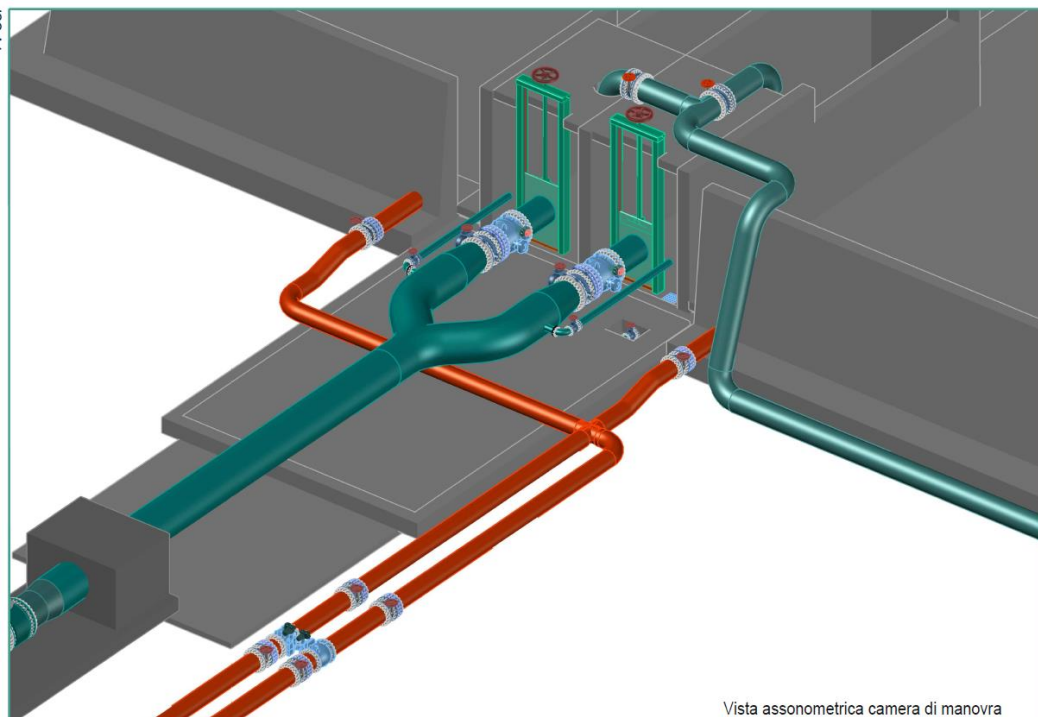
Il rilievo con il laser scanner della camera di manovra e dei pozzetti, in uno con la progettazione 3D, ha consentito di individuare la corretta posizione reciproca dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche da posizionare in ambiti ristretti come i pozzetti o la camera di manovra stessa.

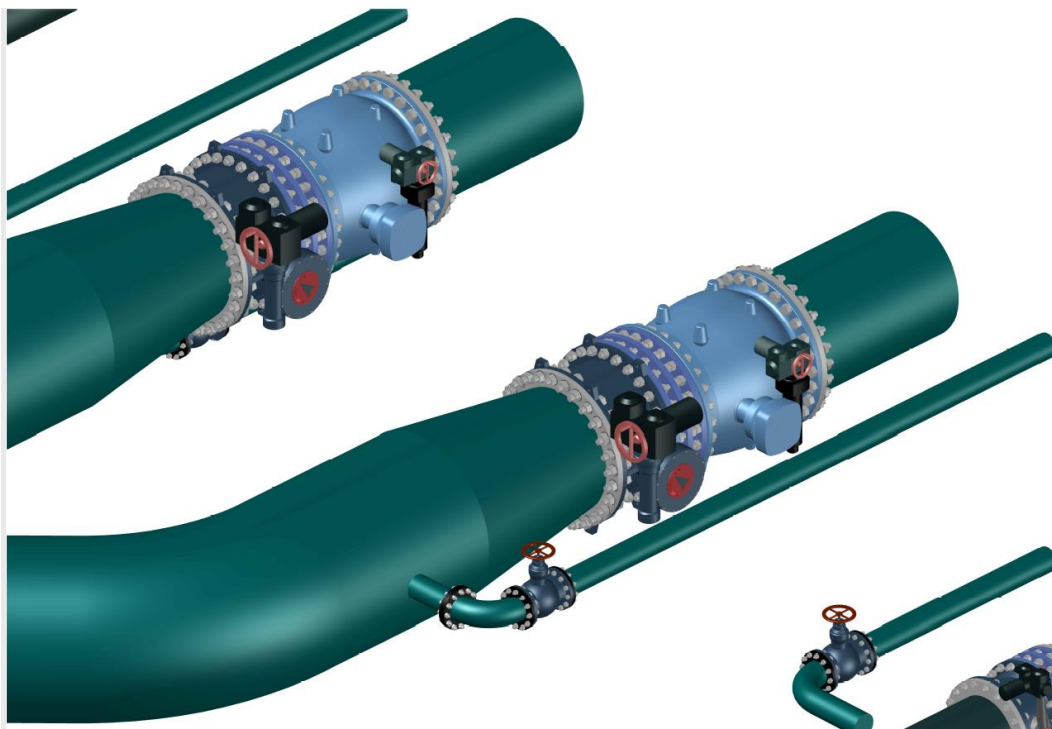
Gli spazi necessari alla loro manutenzione, smontaggio e complanarità sono stati così ben evidenziati ed analizzati nelle soluzioni progettuali.

Di seguito si riportano alcune immagini 3D di quanto appena detto.

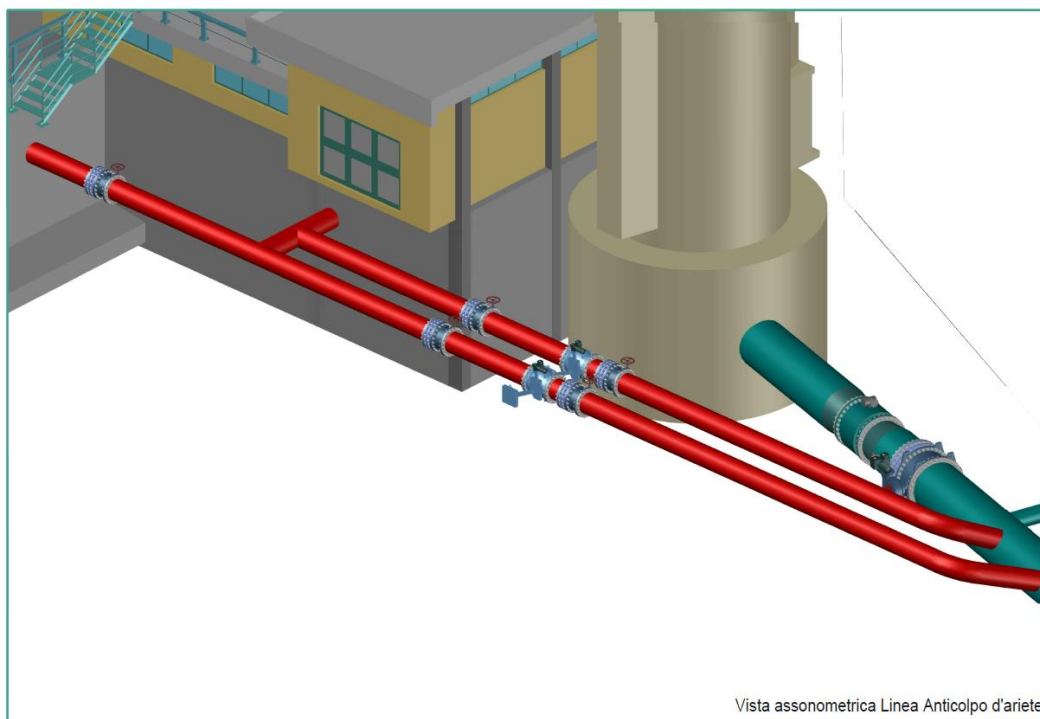
Truncu Reale

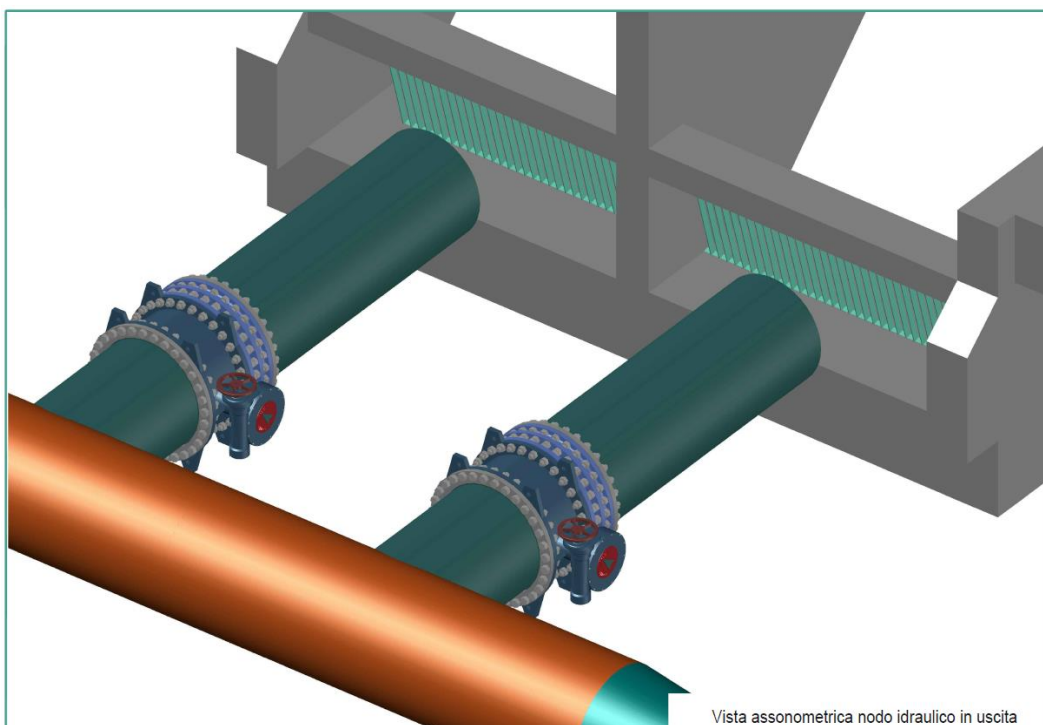
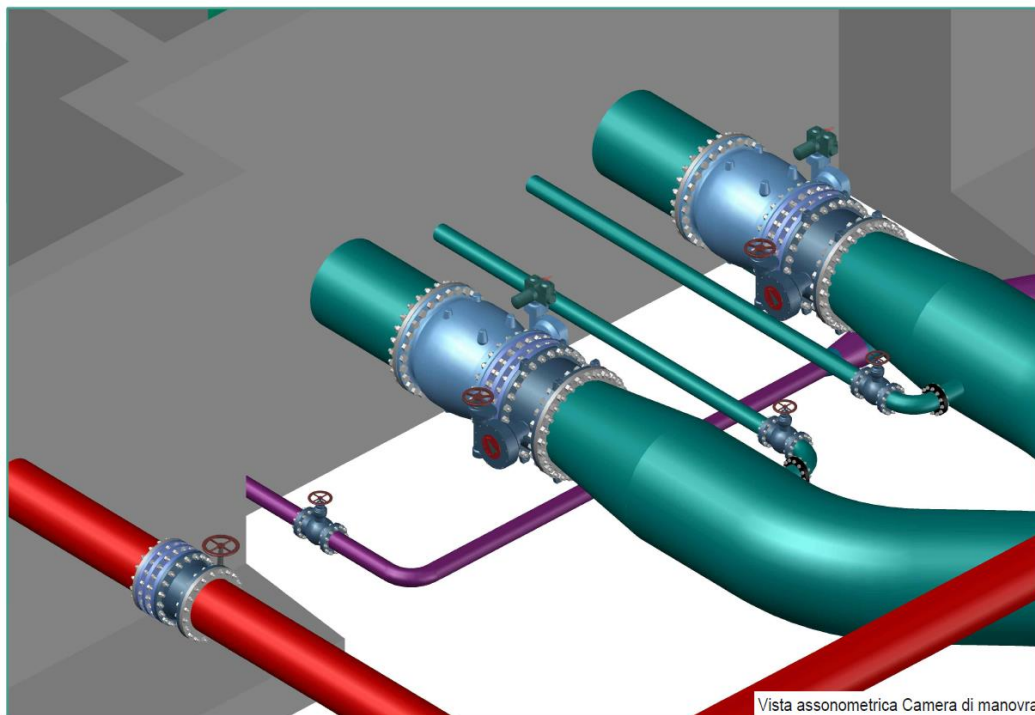


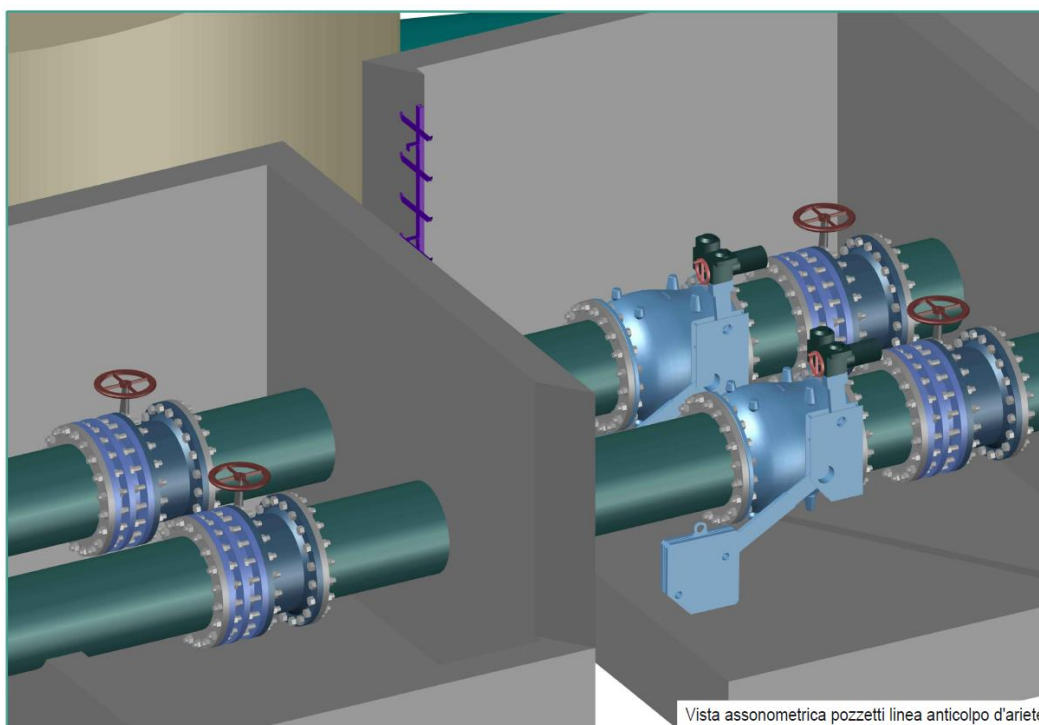




Porto Torres



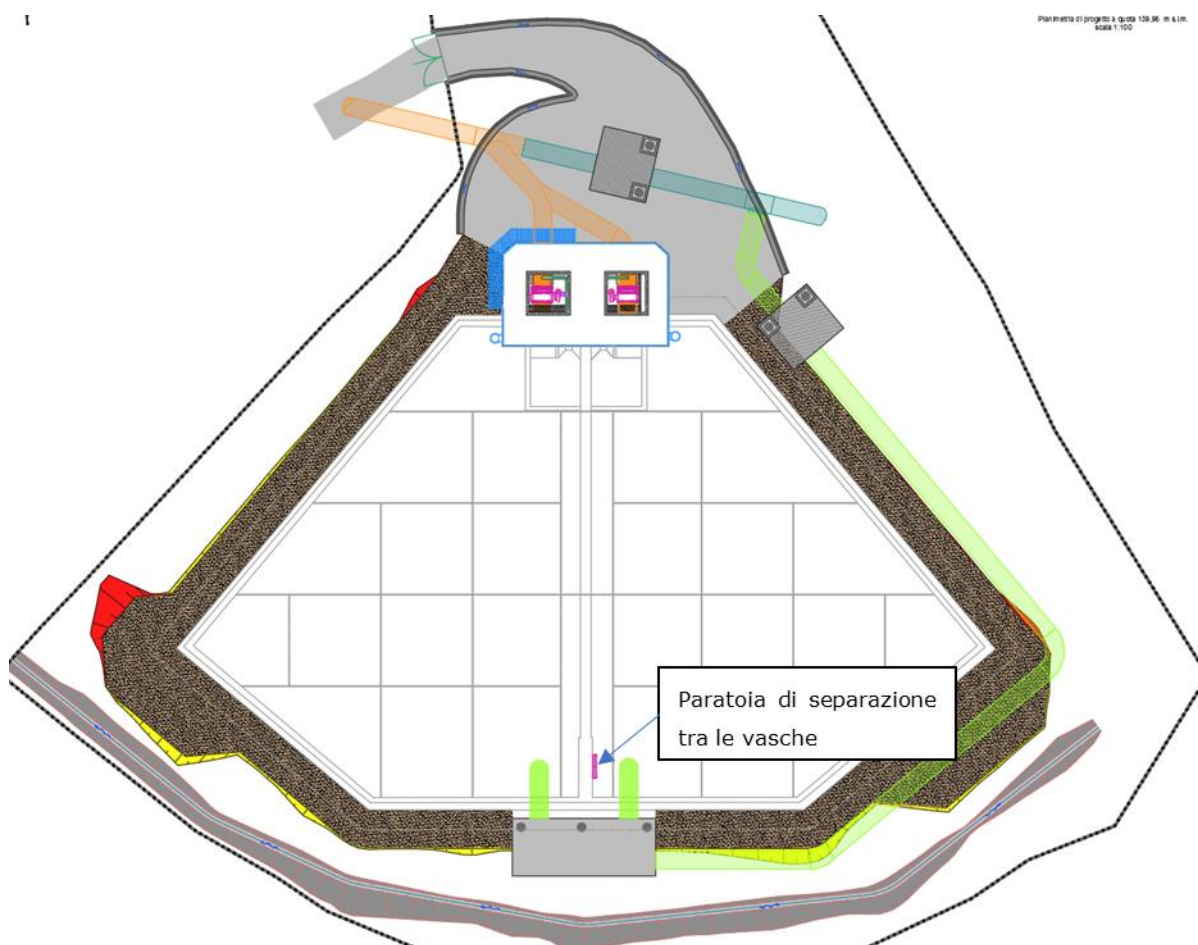




Paratoia di sezionamento delle due vasche di Casteldoria

L'attuale paratoia di collegamento delle due vasche in cui è sezionata la vasca di carico è collocata in un setto all'interno dello spessore della parete divisoria le due vasche. Tale collocazione fa sì che è quasi impossibile effettuare le normali manutenzioni. Per consentire una facile gestione e manutenzione, ed evitare che si verifichi quanto oggi riscontrato, la paratoia di sezionamento sarà posizionata su un lato del muro divisorio ed al suo esterno.

La paratoia di tenuta su 4 lati ha dimensioni di (1,50x1,50) m, con un'altezza totale di 6,25 m.



Paratoia di sezionamento delle due vasche e paratoie in ingresso in vasca nella vasca di Truncu Reale

L'attuale paratoia di collegamento delle due vasche in cui è sezionata la vasca di carico è collocata in un setto all'interno dello spessore della parete divisoria le due vasche. Tale collocazione fa sì che è quasi impossibile effettuare le normali manutenzioni. Per consentire una facile gestione e manutenzione, ed evitare che si verifichino quanto oggi riscontrato, la paratoia di sezionamento sarà posizionata su un lato del muro divisorio ed al suo esterno.

La paratoia separazione tra le vasche è del tipo a tenuta su 4 lati ha dimensioni di (1,60x1,90) m, con un'altezza totale di 6,25 m.

Le paratoie sulle tubazioni in ingresso in vasca, necessarie per la manutenzione degli organi di sezionamento all'interno della camera di manovra, sono due e sono



del tipo a tenuta su 4 lati ha dimensioni di (1,60x2,40) m, con un'altezza totale di 6,25 m.

Paratoia di sezionamento delle due vasche e paratoie in ingresso in vasca di Porto Torres

L'attuale paratoia di collegamento delle due vasche in cui è sezionata la vasca di carico è collocata in un setto all'interno dello spessore della parete divisoria le due vasche. Tale collocazione fa sì che è quasi impossibile effettuare le normali manutenzioni. Per consentire una facile gestione e manutenzione, ed evitare che si verifichi quanto oggi riscontrato, la paratoia di sezionamento sarà posizionata su un lato del muro divisorio ed al suo esterno.

La paratoia separazione tra le vasche è del tipo a tenuta su 4 lati ha dimensioni di (1,60x1,90) m, con un'altezza totale di 6,25 m.

Le paratoie sulle tubazioni in ingresso in vasca, necessarie per la manutenzione degli organi di sezionamento all'interno della camera di manovra, sono due e sono del tipo a tenuta su 4 lati ha dimensioni di (1,60x2,40) m, con un'altezza totale di 6,25 m.

Appoggi fissi in acciaio

Al fine di contrastare le spinte orizzontali in alcuni punti singolari (confluenze/diramazioni) si è previsto un sistema di appoggi in acciaio.

L'appoggio sarà realizzato mediante profili UPN280 calandrati, di acciaio del tipo S275. I profilati saranno calandrati in modo da aderire alla circonferenza esterna che delimita la tubazione, e saranno dotati di n°2 profilati verticali UPN280 di sostegno.

Ciascun profilato verticale di sostegno sarà dotato nella parte inferiore di una piastra di ancoraggio in acciaio S275 di dimensioni (580x300) mm di spessore pari a 20 mm, saldata con una doppia saldatura a cordone d'angolo di spessore pari a 11 mm sulle ali e 8 mm sull'anima centrale, irrigidita con dei piatti dello spessore di 10 mm saldati sulla piastra stessa e sulle ali della colonna con una doppia saldatura a cordone d'angolo spessore 8 mm.

Ogni piastra sarà connessa alla piastra di base mediante n°4 ancoraggi tipo chimico ad iniezione della fischer "FIS EM Plus 390 S", con elemento di fissaggio a



bussola filettata internamente RG 28 x 200 M 20 I in Acciaio zincato, dotato di Vite M 20 in Acciaio zincato con classe di resistenza 8.8.

Per i dettagli si rimanda alla specifica relazione R.18.

Blocchi di ancoraggio

I blocchi di ancoraggio hanno lo scopo di assorbire le azioni che il fluido trasmette alle condotte in pressione in punti singolari e di distribuirle in modo opportuno sul terreno circostante.

Nel presente progetto i blocchi di ancoraggio verranno collocati in corrispondenza delle tubazioni in ingresso/arrivo alle vasche di Truncu Reale, Porto Torres e Casteldoria. Tali blocchi sono previsti in calcestruzzo.

Per i dettagli sul dimensionamento, i particolari costruttivi, le dimensioni e l'ubicazione esatta di tali manufatti si vedano gli elaborati **R.18, G.2.1.32, G.3.1.11, G.4.1.38.**

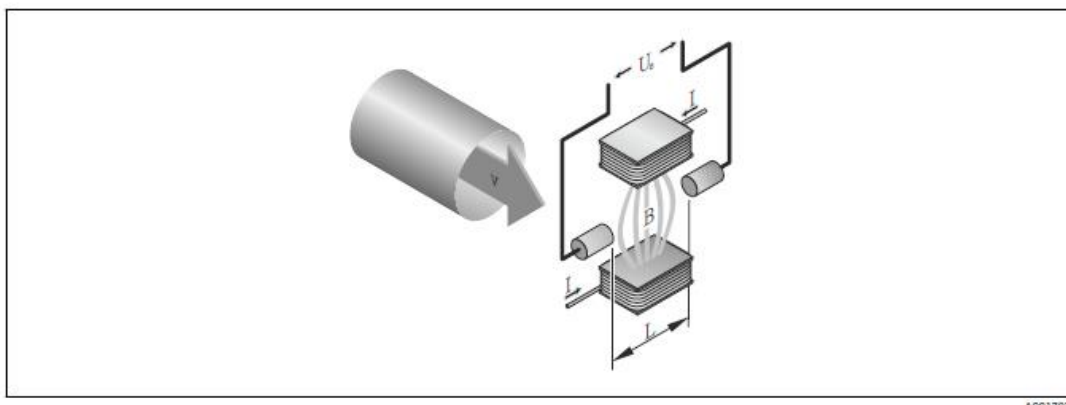
6.6 Gli strumenti di misura

Il presente progetto prevede l'installazione di misuratori di portata di tipo elettromagnetico per il controllo delle portate in ingresso ed in uscita dalle vasche.

Il misuratore di portata elettromagnetico è uno strumento idoneo per portate volumetriche di qualunque liquido purché conduttore come la maggior parte delle acque industriali, potabili o comunque ad uso civile.

Il principio di funzionamento si basa sulla Legge di Faraday sull'Elettromagnetismo conosciuta anche come legge dell'induzione elettromagnetica: in questo misuratore viene generato un campo magnetico ed incanalato nel liquido che scorre all'interno del corpo.

Secondo la legge sull'induzione magnetica di Faraday, in un conduttore che si muove in un campo magnetico viene indotta una tensione.



- U_e Tensione indotta
- B Induzione magnetica (campo magnetico)
- L Distanza tra gli elettrodi
- I Corrente
- v Velocità di deflusso

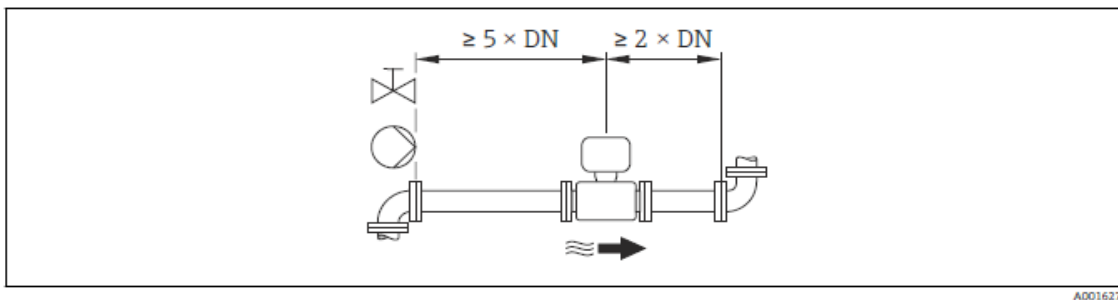
Nel principio di misura elettromagnetica, il fluido che defluisce è il conduttore in movimento. La tensione indotta (U_e) è proporzionale alla velocità di deflusso (v) ed è fornita all'amplificatore tramite due elettrodi di misura. La portata volumetrica (Q) è calcolata mediante la sezione del tubo (A). Il campo magnetico in corrente continua è generato da due bobine alimentate in corrente continua, a polarità alternata.

Formule di calcolo

- Tensione indotta $U_e = B \cdot L \cdot v$
- Portata volumetrica $Q = A \cdot v$

6.6.1 Posizionamento

In generale, per la corretta misura della portata è opportuno installare il misuratore di portata in tratti rettilinei di lunghezza pari 5 DN a monte e 2 DN a valle del misuratore.



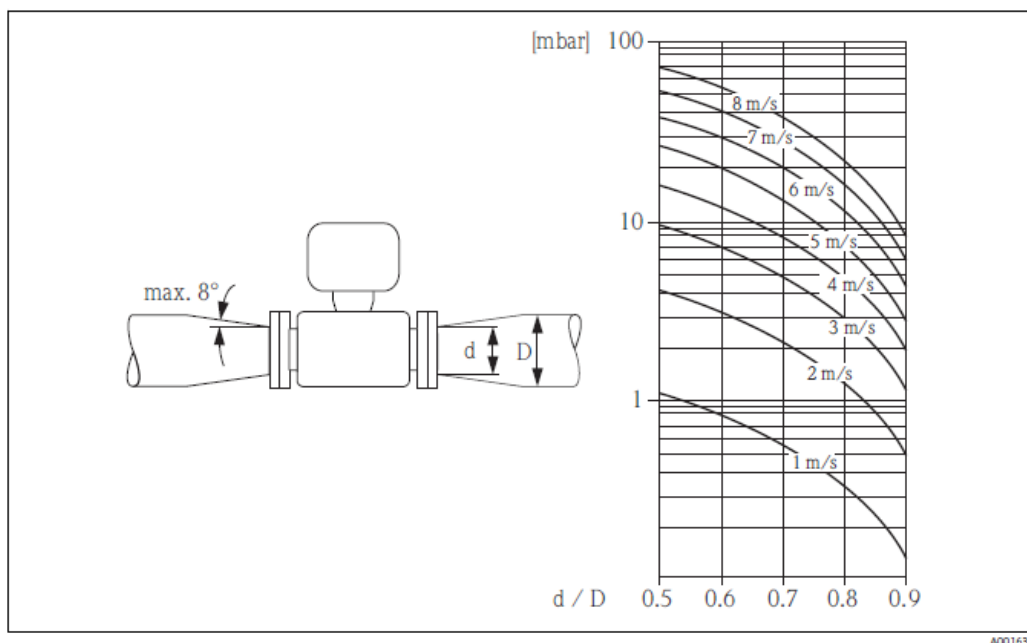
A0016275

Tuttavia, in casi particolari, come ad esempio tubazioni di grande diametro dove le suddette distanze implicherebbero tratti rettilinei abbastanza lunghi, è possibile utilizzare adattatori specifici in accordo alle norme DIN EN 545 (riduzioni coniche flangiate). Secondo tali norme la precisione della misura si mantiene per raccordi con deviazioni angolari pari a 8°.

Il nomogramma qui rappresentato può servire per calcolare la perdita di carico causata da riduzioni ed espansioni:

- Calcolare il rapporto tra i diametri d/D .
- Dal nomogramma, leggere la perdita di carico in funzione della velocità di deflusso (a valle della riduzione) e il rapporto d/D .

Il nomogramma vale solo per liquidi con viscosità simile a quella dell'acqua



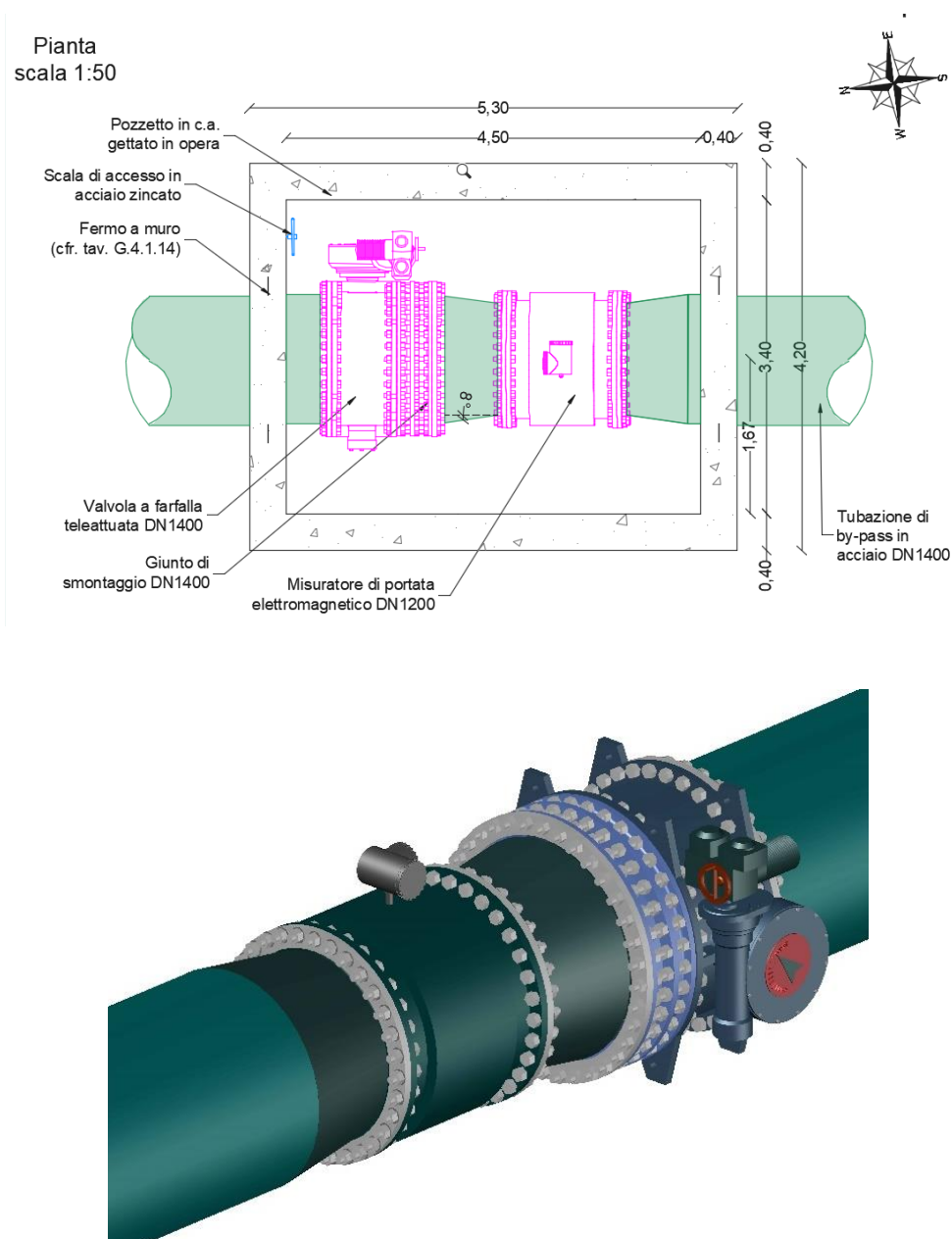
A0016359



Poiché in tutte e tre le vasche le condotte sono di grande diametro, con lo scopo di contenere gli spazi, non perdendo precisione nella misura, si è adottato il criterio sopra esposto.

6.6.2 Esempio applicativo

A solo titolo esemplificativo di seguito si riporta la installazione di un misuratore di portata ad induzione elettromagnetica sul By-Pass generale della vasca terminale di Truncu Reale.





6.7 Sistemi di telecontrollo

Con il presente progetto si prevede la realizzazione di un sistema automatizzato per la gestione del sistema idrico costituito dalle vasche terminali linea Coghinas 1° in località Porto Torres, dalla vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas e dalla vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale.

Il sistema di telecontrollo consentirà di gestire, da remoto e da locale, sia la misura dei parametri idraulici in campo, che l'operatività delle apparecchiature motorizzate di linea.

La veicolazione dei dati e dei comandi avverrà per mezzo della rete internet, mediante tre distinte stazioni di trasmissione dotate di router 3G, installate presso i tre distinti siti oggetto dei lavori.

Coerentemente con la natura dell'intero progetto, le opere previste si configurano come un ammodernamento del complesso sistema idrico costituito dalle vasche oggetto dei lavori e dalla rete di collegamento esistente.

Allo stato attuale, come si dirà meglio nel paragrafo successivo, presso uno dei tre siti oggetto di intervento risulta esistente un impianto di telecontrollo, che verrà mantenuto ed interfacciato con il nuovo sistema in progetto.

Con le opere previste dal presente progetto esecutivo, il sistema di telecontrollo sarà costituito dai seguenti elementi:

- 3 stazioni di telecontrollo in corrispondenza della vasca terminale di Porto Torres;
- 2 stazioni di telecontrollo in corrispondenza della vasca terminale di Truncu Reale;
- 1 stazione di telecontrollo in corrispondenza della vasca terminale di Casteldoria.

Sarà inoltre realizzato un centro di supervisione (CED), da ubicarsi nei locali tecnici presenti presso il sito di Truncu Reale.

Il CED, attraverso il nuovo sistema di tipo web-server in progetto, potrà essere “controllato” direttamente dall'Ufficio Acquedotto o da eventuali postazioni mobili, consentendo così un più agevole ed efficiente controllo del sistema idrico da parte del personale addetto.



6.7.1 Descrizione del sistema esistente

Il sistema idrico oggetto dei lavori di ammodernamento è già in parte dotato di un sistema di telecontrollo, che permette il monitoraggio e il controllo delle vasche terminali di Porto Torres e di Truncu Reale.

Risultano infatti installate, presso i quadri di alimentazione e controllo esistenti presso le due vasche terminali, due stazioni di telecontrollo, ciascuna delle quali risulta costituita da:

- PLC di tipo industriale, composto da unità CPU, moduli di rete, moduli I/O;
- Switch di rete;
- Router satellitare.

Le stazioni esistenti verranno mantenute, e ad esse verranno inviati i segnali in ingresso provenienti dalle nuove apparecchiature in progetto, opportunamente duplicati a mezzo di duplicatori di segnale analogici o relè ausiliari per i segnali digitali.

6.7.2 Il sistema di telecontrollo in progetto

6.7.2.1 Generalità

Nell’ottica di una gestione integrata del sistema idrico oggetto dei lavori, si prevede di implementare nel sistema di telecontrollo tutti gli elementi della rete idrica che dovranno essere realizzati.

Nel resto del capitolo si effettuerà una panoramica del sistema di telecontrollo alla luce dell’ampliamento ed ammodernamento previsto in progetto, mostrando, pertanto, tutte le funzionalità che il nuovo sistema, risultante dall’ammodernamento, dovrà implementare.

6.7.3 Descrizione generale del sistema di telecontrollo

Il sistema idrico in progetto si basa sull’utilizzo di “nodi idraulici” con funzioni di immissione e di regolazione delle portate. I nodi saranno ubicati presso i tre distinti siti di Porto Torres, Coghinas e Truncu Reale, e permetteranno l’interfaccia delle vasche terminali oggetto dei lavori di ristrutturazione con la rete di adduzione.

Il sistema di telecontrollo implementato consentirà il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- conoscere, in tempo reale, il funzionamento dell’impianto idraulico acquisendo i principali parametri idraulici, quali pressioni e portate, nei punti idraulicamente significativi delle condotte e i livelli idrici nei serbatoi (monitoraggio);



- avere informazioni tempestive delle situazioni anomale di funzionamento che si dovessero verificare in alcune parti dell'impianto (allarmi);
- comandare da remoto le apparecchiature motorizzate, con precipue funzioni idrauliche, al fine di modificare il regime di funzionamento del sistema idrico.

In questo modo, i vantaggi più importanti offerti dal telecontrollo di un sistema idrico saranno:

- la migliore qualità del servizio, per la celerità con cui vengono soddisfatte le esigenze che man mano si manifestano;
- la limitazione dei più ricorrenti disservizi che riducono l'efficienza di un sistema di approvvigionamento idrico, dipendenti prevalentemente da perdite nelle condotte e dalla manualità delle operazioni di ispezione e di gestione ordinaria;
- la possibilità di attuazione di programmi complessi o coordinati di funzionamento del sistema, difficilmente attuabili con la conduzione manuale.

I nodi idraulici telecontrollati sono, dal punto di vista del controllo e dell'automazione, raggruppati in **“Stazioni di telecontrollo”**, denominate **Tnn**; ciascuna stazione di Telecontrollo avrà il compito di gestire le apparecchiature elettromeccaniche e la strumentazione elettronica presente in ciascuna vasca terminale.

Saranno pertanto presenti tre distinte stazioni di telecontrollo. Per i dettagli si rimanda all'elaborato R.17.

6.8 Sistema elettrico

6.8.1 Porto Torres

Con il presente progetto sono stati progettati tutti gli impianti elettrici e di automazione a servizio dell'impianto di Porto Torres. Rimandando per tutti i necessari approfondimenti agli specifici Elaborati del gruppo G.2.3.n, si sintetizzano di seguito i diversi interventi previsti, più precisamente:

- Rimozione e/o revisione degli impianti elettrici ed elettromeccanici esistenti;
- Impianto elettrico esterno e di automazione e supervisione;
- Impianto elettrico, di automazione e di supervisione a servizio della: Camera di sezionamento in ingresso; pozzetto di regolazione e misura per le vasche del *consorzio area industriale*; pozzetto di alloggiamento valvola



colpo d'ariete; nodo idraulico sollevamento Porto Torres; nodo idraulico in uscita; pozzetto alloggiamento misuratore di portata in uscita, per una potenza complessiva di circa 18 kW.

Sono state valutate ed introdotte tutte le necessarie prescrizioni della Sicurezza quali le Protezioni contro i contatti Diretti e Indiretti e contro le Sovracorrenti. Le linee di alimentazione e di segnale degli utilizzatori si dirameranno dal quadro generale (QCM) attraverso cavidotti interrati PT61, con geometrie di posa a norma. Lo smistamento avverrà con l'utilizzo di cassette di derivazione, mentre le derivazioni verranno eseguite esclusivamente con morsetti del tipo a vite.

All'interno dei manufatti, le condutture avranno una posa del tipo PT3A o 13. Le linee terminali dirette alle plafoniere saranno realizzate con cavi unipolari del tipo FS17, quella dorsale con cavo multipolare del tipo FG16OM16 e, la linea segnali, con cavo multipolare tipo FG16OH2M16.

Per quanto riguarda il dimensionamento Illuminotecnico, gli impianti di illuminazione interna dovranno essere in grado di fornire un illuminamento, secondo la Norma UNI 12464-1 (livello di illuminamento medio ≥ 200 lux). L'impianto di illuminazione sarà costituito da corpi illuminanti con lampada fluorescente con fascio di emissione adatto all'impiego. Il collegamento degli apparecchi alla linea di alimentazione sarà realizzato mediante scatola di derivazione (IP65). Il circuito di accensione farà capo ad un interruttore/deviatore/invertitore unipolare IP65 posto all'ingresso dei manufatti. L'illuminazione di emergenza è riferita solo a quella di sicurezza: allo scopo saranno utilizzati gli stessi apparecchi per l'illuminazione ordinaria, ma dotati di gruppo autonomo di emergenza capace di soddisfare i livelli di illuminamento minimi prescritti dalla norma UNI 1838.

Per quanto attiene l'impianto di terra, sarà realizzato in conformità alle prescrizioni dimensionali e funzionali descritte nelle norme specifiche (Norme CEI 64-8); Tutte le masse estranee presenti, gli utilizzatori e i loro involucri saranno collegati al collettore di terra tramite conduttori equipotenziali principali e secondari.

6.8.2 Truncu Reale

Con il presente progetto sono stati progettati tutti gli impianti elettrici e di automazione a servizio della vasca di Truncu Reale. Rimandando per tutti i necessari approfondimenti agli specifici elaborati del gruppo G.4.3.n, si sintetizzano di seguito i diversi interventi previsti; nello specifico:



- Rimozione e/o revisione degli impianti elettrici ed elettromeccanici esistenti;
- Impianto elettrico esterno e di automazione e supervisione;
- Impianto elettrico, di automazione e di supervisione a servizio della:
Camera di sezionamento in ingresso; camera di misura portata in by-pass;
pozzetto di alloggiamento valvola anticipatrice del colpo di ariete; Vasca di erogazione e Camera di manovra; Camera di misura portata Tottubella;
nodo B per Porto Torres e Camera di misura portata in ingresso.

per una potenza complessiva di circa 16.5 kW.

Sono state valutate ed introdotte tutte le necessarie prescrizioni della sicurezza quali le protezioni contro i contatti diretti e indiretti e contro le sovracorrenti. Le linee di alimentazione e di segnale degli utilizzatori si dirameranno dal quadro generale (QCM) attraverso cavidotti interrati PT61, con geometrie di posa a norma. Lo smistamento avverrà con l'utilizzo di cassette di derivazione, mentre le derivazioni verranno eseguite esclusivamente con morsetti del tipo a vite.

All'interno dei manufatti, le condutture avranno una posa del tipo PT3A/13. Le linee terminali dirette alle plafoniere saranno realizzate con cavi unipolari del tipo FS17, quella dorsale con cavo multipolare del tipo FG16OM16 e, la linea segnali, con cavo multipolare tipo FG16OH2M16.

Per quanto riguarda il dimensionamento illuminotecnico, gli impianti di illuminazione interna dovranno essere in grado di fornire un illuminamento, secondo la Norma UNI 12464-1 (livello di illuminamento medio ≥ 200 lux). L'impianto di illuminazione sarà costituito da corpi illuminanti con lampada fluorescente con fascio di emissione adatto all'impiego. Il collegamento degli apparecchi alla linea di alimentazione sarà realizzato mediante scatola di derivazione (IP65). Il circuito di accensione farà capo ad un interruttore/deviatore/invertitore unipolare IP65 posto all'ingresso dei manufatti. L'illuminazione di emergenza è riferita solo a quella di sicurezza; allo scopo saranno utilizzati gli stessi apparecchi per l'illuminazione ordinaria, ma dotati di gruppo autonomo di emergenza capace di soddisfare i livelli di illuminamento minimi prescritti dalla norma UNI 1838.

Per quanto attiene l'impianto di terra, esso sarà realizzato in conformità alle prescrizioni dimensionali e funzionali descritte nelle norme specifiche (Norme CEI 64-8). Tutte le masse estranee presenti, gli utilizzatori e i loro involucri saranno collegati al collettore di terra tramite conduttori equipotenziali principali e secondari.



6.8.3 Casteldoria

Con il presente progetto sono progettati tutti gli impianti elettrici e di automazione a servizio della vasca di carico di Casteldoria. Rimandando per tutti i necessari approfondimenti agli specifici elaborati del gruppo G.3.3.n, si sintetizzano di seguito i diversi interventi previsti; in particolare:

- Rimozione degli impianti elettrici ed elettromeccanici esistenti;
- Impianto elettrico esterno e di automazione e supervisione;
- Impianto elettrico e di automazione e supervisione a servizio della: Camera di manovra; pozzetto di by-pass; pozzetto di arrivo; pozzetto di ingresso vasche.

per una potenza complessiva di circa 16.5 kW.

Sono state valutate ed introdotte tutte le necessarie prescrizioni della Sicurezza quali le Protezioni contro i contatti diretti e Indiretti e contro le Sovracorrenti. Le linee di alimentazione e di segnale degli utilizzatori si diramano dal quadro generale (QCM) attraverso cavidotti interrati PT61, con geometrie di posa a norma. Lo smistamento avverrà con l'utilizzo di cassette di derivazione, mentre le derivazioni verranno eseguite esclusivamente con morsetti del tipo a vite.

All'interno dei manufatti, le condutture avranno una posa del tipo PT3A/13. Le linee terminali dirette alle plafoniere saranno realizzate con cavi unipolari del tipo FS17, quella dorsale con cavo multipolare del tipo FG16OM16 e, la linea segnali con cavo multipolare tipo FG16OH2M16.

Per quanto riguarda il dimensionamento Illuminotecnico, gli impianti di illuminazione interna dovranno essere in grado di fornire un illuminamento, secondo la Norma UNI 12464-1 (livello di illuminamento medio ≥ 200 lux). L'impianto di illuminazione sarà costituito da corpi illuminanti con lampada fluorescente con fascio di emissione adatto all'impiego. Il collegamento degli apparecchi alla linea di alimentazione sarà realizzato mediante scatola di derivazione (IP65). Il circuito di accensione farà capo ad un interruttore/deviatore/invertitore unipolare IP65 posto all'ingresso dei manufatti. L'illuminazione di emergenza è riferita solo a quella di sicurezza; allo scopo saranno utilizzati gli stessi apparecchi per l'illuminazione ordinaria, ma dotati di gruppo autonomo di emergenza capace di soddisfare i livelli di illuminamento minimi prescritti dalla norma UNI 1838.

Per quanto attiene l'impianto di terra, sarà realizzato in conformità alle prescrizioni dimensionali e funzionali descritte nelle norme specifiche (Norme CEI 64-8); tutte



le masse estranee presenti, gli utilizzatori e i loro involucri saranno collegati al collettore di terra tramite conduttori equipotenziali principali e secondari.

6.9 Messa fuori servizio dei due torrini piezometrici

Gli interventi relativi al sezionamento degli ingressi nei due torrini piezometrici di Truncu Reale e di Porto Torres, dato lo stato di consistenza delle due strutture in conglomerato cementizio armato, richiedono degli approfondimenti sulle verifiche di sicurezza che potranno essere condotte esclusivamente al momento in cui essi dovranno essere eseguiti.

La peculiarità degli interventi di messa in fuori servizio dei due torrini piezometrici, in uno con gli aspetti di sicurezza connessi, hanno consigliato gli scriventi a definirne le modalità esecutive solo a fronte di tutti gli approfondimenti conoscitivi di sicurezza e del *know-how* e della organizzazione dell'Appaltatore.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire le verifiche tecniche preventive necessarie e di predisporre il piano degli interventi e un programma operativo di dettaglio che ne definisca gli aspetti tecnici e quelli di sicurezza; tale programma dovrà essere sottoposto all'approvazione preventiva del Direttore dei lavori il quale, a suo insindacabile giudizio, potrà approvarlo oppure richiederne eventuali modifiche e, o integrazioni. Tali lavorazioni, per i motivi sopra riportati, saranno compensate in economia. Le somme per l'intervento sono inserite nel quadro economico generale del progetto tra le somme a disposizione della Stazione Appaltante.



7 Curve e derivazioni

Nelle tubazioni i cambiamenti di direzione nel piano orizzontale e verticale sono realizzati con l’inserimento di curve ottenute dall’unione di elementi di tubo opportunamente sagomati. Le spinte dovute alla pressione interna della condotta devono essere equilibrate dalle forze esterne che agiscono sull'ancoraggio. Il presente progetto prevede un sistema di ancoraggio costituito da blocchi monolitici in calcestruzzo e da corniere in acciaio.

Per i dettagli relativi ai sistemi di ancoraggio, siano essi blocchi in calcestruzzo o corniere in acciaio, si rimanda alla specifica relazione di calcolo R.18.



8 Terre e rocce da scavo

Per la realizzazione delle opere di cui al presente progetto esecutivo, saranno prodotti materiali da scavo e residui da demolizioni superficiali di calcestruzzo e demolizione di strutture in conglomerato cementizio armato. Questi derivano dalle attività di posa in opera di condotte in acciaio all'interno di opportune trincee di scavo nei pressi delle vasche di accumulo e dagli interventi di consolidamento strutturale, come ben si evince dagli elaborati progettuali, cui si rimanda per gli approfondimenti.

I materiali derivanti da attività di demolizione e costruzione sono classificati come rifiuti speciali (cfr. art. 184, co. 3, lett. b) del D. Lgs. 152/2006) e come tali saranno trattati.

Invece, la gestione del materiale delle terre e rocce da scavo sarà effettuata in ossequio al disposto di cui all'art. 22 del D.P.R. 120/2017 dal titolo *Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.*

In particolare, il citato art. 22 è relativo a cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a VIA (Valutazione di Impatto Ambientale) o AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale). Il cantiere in esame è di grandi dimensioni poiché il volume totale escavato è pari a 12.095,08 m³ (superiore a 6.000 m³, quantità discriminante tra cantieri di grandi e piccole dimensioni) come dettagliato dalla seguente tabella:

Parte di progetto	Casteldoria	Porto Torres.	Truncu Reale	Totale
Quantità scavato [m ³]	1.689,94	3.104,11	7.301,03	12.095,08

Inoltre, il progetto in esame non è stato sottoposto a procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, in quanto riguarda opere di manutenzione straordinaria di manufatti esistenti.

Va, altresì, considerato che le attività di scavo previste per la vasca di Porto Torres saranno effettuate in Sito di Interesse Nazionale, SIN. Per tale particolare fattispecie è stata seguita la preventiva caratterizzazione chimico-fisica del



materiale da scavo. Infatti, con nota prot. n. 1635/02/2018 in data 15/02 2018 il Consorzio Industriale Provinciale di Sassari ha trasmesso la Relazione generale del piano di caratterizzazione; per i sondaggi di interesse, le stratigrafie e la tabella dei parametri riscontrati nei campioni di terreno, sono stati ottenuti valori inferiori alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione, CSC, di cui alla tabella 1 col. B dell'Allegato 5 al Titolo V Parte IV D. Lgs. n. 152/2006. Di conseguenza, il riutilizzo in situ dei materiali prodotti dagli scavi è altresì consentito ai sensi del comma 9 dell'art. 34 del D.L. n. 133/2014 convertito dalla Legge n. 164/2014.

La parte di terre e rocce da scavo non riutilizzata sarà trattata come rifiuto ai sensi dell'art. 184 co. 3 lett. b) del D. Lgs. 152/2006.

La tabella che segue mostra il bilancio delle terre e rocce da scavo e il loro reimpiego/conferimento a discarica:

Parte del progetto	Casteldoria	Porto Torres.	Truncu Reale
Quantità scavato [m³]	1.689,94	3.104,11	7.301,03
Quantità di riutilizzare ai sensi del co. 9 dell'art. 34 del D.L. n. 133/2014 [m³]	0,00	549,06	0,00
Quantità da riutilizzare ai sensi dell'art. 22 del DPR 120/2017 [m³]	271,48	0,00	1.177,02
Quantità da conferire a discarica [m³]	1.418,46	2.555,11	6.124,01



9 Cave e discariche

Per quanto riguarda l'individuazione dei siti di approvvigionamento e di conferimento si è fatto riferimento al piano delle attività estrattive della Regione Sardegna. In particolare, si è consultato il Catasto Regionale dei giacimenti che ha permesso di individuare le cave e le discariche prossime ai siti oggetto di intervento.

In particolare, si sono individuati siti di approvvigionamento e di conferimento per le vasche terminali di Porto Torres Truncu Reale, e siti di approvvigionamento e di conferimento per la vasca di carico di Casteldoria.

L'ubicazione di tali siti è mostrata nell'Elaborato **G.1.3.**

In particolare, per le vasche di Porto Torres e Truncu Reale sono state individuate due cave e due discariche: la discarica Scala Erre, la discarica Demol Torres, la cava Monte Rosè e la cava Monte Alvaro.

La tabella seguente riporta, per le cave e le discariche individuate, per le quali è stato possibile reperirne i dati, il numero di autorizzazione, la data, il materiale trattato:

		Autorizzazione n°	Materiale trattato
Discarica	Scala Erre	716/IV	Discarica urbani non pericolosi
	Demol Torres		
	R2		
	Comune	1 del 22/02/2016	Inerti
	Orzieri	Nota prov. SS prot. n. 35901 del 08/09/09	
Cava	Monte Rosè		Inerti per conglomerato
	Monte Alvaro		
	San Rocco		

Per ciascuna cava e discarica la distanza, rispetto alle vasche è riportata nella tabella seguente:



	Discarica		Cava	
	Scala Erre	Demol Torres	Monte Rosè	Monte Alvaro
Truncu Reale	21,2 km	5,2 km	17,7 km	19,3 km
Porto Torres	10,7 km	11,5 km	7,3 km	8,8 km

Per la vasca di Casteldoria è stata individuata una cava e due discariche: la cava di San Rocco e le discariche R2 e Comune Ozieri. Le distanze tra esse e la vasca di Casteldoria sono riportate nella tabella seguente:

	Discarica		Cava
	R2	Comune Ozieri	San Rocco
Casteldoria	58,8 km	59,8 km	19,4 km

Per quanto riguarda lo smaltimento finale dei materiali di risulta provenienti dagli scavi, dalle demolizioni e dalle dismissioni della camera di manovra e dei suoi equipaggiamenti (qualora vetusti o in disuso), è stata condotta un’attenta analisi del territorio circostante l’area di intervento.

Le tipologie di rifiuto che si prevede di produrre e, di conseguenza, smaltire sono le seguenti:

- Terre e rocce da scavo (CER 170504);
- miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 17 01 06 (CER 170107);
- materiali ferrosi (CER 170107).

Di seguito si riporta una tabella, dove, per ciascun sito, sono riportati i volumi da smaltire suddivisi per codice CER:

Quantità da portare a discarica [m³]	Casteldoria	Porto Torres.	Truncu Reale
CER 170504	1.418,46	2.555,11	6124,01
CER 170107	Quantità stimata a corpo		
CER 170106	191,09	467,46	782,65



I materiali approvvigionati da cava sono riportati nella seguente tabella:

	Casteldoria	Porto Torres.	Truncu Reale
Pietrisco	447,26	302,00	1.293,00
Ghiaia – misto granulometrico	272,33	1.131,63	1.184,10



10 Il costo dell'opera

Il contratto di appalto delle opere in oggetto è stipulato “a corpo” ed “a misura”.

L'articolazione del costo complessivo dell'opera tiene conto anche di tale decisione, sulla base delle scelte progettuali effettuate dagli scriventi, previa concertazione con l'Ente Appaltante.

Si osserva che il criterio di differenziazione tra le lavorazioni compensate a corpo e quelle compensate a misura consiste nell'applicazione di quanto previsto dall'art. 43 comma 9 D.P.R. n. 207/2010, che recita:

«Per i lavori il cui corrispettivo è in parte a corpo e in parte a misura, la parte liquidabile a misura riguarda le lavorazioni per le quali in sede di progettazione risulta eccessivamente oneroso individuare in maniera certa e definita le rispettive quantità».

Il contratto stipulato a corpo e a misura è ritenuto dal team di progettisti quello che meglio aderisce alle peculiarità dell'opera in argomento consentendo la gestione della fase di esecuzione con minori difficoltà interpretative.

Nel prosieguo del presente paragrafo si entrerà nel dettaglio delle due grandi componenti il costo complessivo che sono il costo dei lavori e quello delle somme a disposizione della Stazione Appaltante.

Il costo complessivo dell'opera, dunque, è così articolato:

- A. Importo dei lavori a corpo ed a misura, come risultato del computo metrico estimativo, a loro volta suddivisi in importi per l'esecuzione delle lavorazioni, soggetti a ribasso d'asta, ed importi per l'attuazione dei piani di sicurezza, non soggetti a ribasso d'asta.
- B. Fondo posto a disposizione della stazione appaltante: redatto tenendo conto del livello esecutivo della progettazione in oggetto.

I criteri utilizzati per l'individuazione della parte di opera a corpo, predominante rispetto al totale, e di quella a misura provengono dal know-how del R.T.P. e dal confronto con l'Ente Appaltante.

Nel quadro riassuntivo di seguito è riportato l'importo complessivo dei lavori (comma di quelli a corpo ed a misura) suddiviso nei due componenti elementari del costo:



“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
 Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
 Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”
 Progetto esecutivo

Suddivisione del costo complessivo dell'opera a corpo ed a misura					
A	Importo complessivo dei lavori				€ 7.896.323,20
A.1	LAVORI A CORPO				€ 6.724.697,01
	A.1.1	Importo dei lavori a corpo (soggetto a ribasso d'asta):	€ 6.724.697,01		
	A.1.2	Costo complessivo della sicurezza (non soggetto a ribasso d'asta):	€ 0,00		
A.2	LAVORI A MISURA				€ 1.171.626,19
	A.2.1	Importo dei lavori a misura (soggetto a ribasso d'asta):	€ 819.850,91		
	A.2.2	Costo complessivo della sicurezza (non soggetto a ribasso d'asta):	€ 351.775,28		

Raffronto tra i Quadri economici generali del progetto con gli onorari dei servizi posti a base di gara e quelli dopo la gara di servizi							
				1 - Progetto definitivo con le somme dei servizi posti a base di	2 - Progetto esecutivo	Differenze tra 2 e 1, in euro ed in percentuale	
A	IMPORTO COMPLESSIVO DEI LAVORI			€ 7.017.521,22	€ 7.896.323,20	€ 878.801,98	12,52%
B	SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE			€ 3.427.463,93	€ 3.103.676,80	-€ 323.787,13	-9,45%
	IMPORTO GLOBALE DI FINANZIAMENTO			€ 10.444.985,15	€ 11.000.000,00	€ 555.014,85	5,31%



11 Conclusioni

*"La linea Coghinas I è stata realizzata, su progetto della Cassa per il Mezzogiorno (codice archivio SAI/SS/292), **tra il 1969 e il 1975.***

Nasce fundamentalmente per garantire l'approvvigionamento delle utenze afferenti all'Agglomerato industriale di Porto Torres.

*Negli anni compresi **tra il 1977 e il 1982** è stato realizzato, sempre con progetto della Cassa per il Mezzogiorno, l'acquedotto denominato Coghinas II (codice archivio SAI/SS/94), che corre pressoché parallelo al primo, ma a quote più alte, completando il sistema di adduzione per l'approvvigionamento delle utenze civili, irrigue e industriali della Sardegna nord-occidentale.*

*Gli interventi sulle tre opere sono stati definiti nel Progetto Preliminare e sviluppati nella presente Progettazione definitiva per l'appalto, in relazione all'esigenza di ripristinarne la completa funzionalità operativa con l'obiettivo di migliorare la capacità di erogazione dell'intero sistema di approvvigionamento dal Coghinas verso le utenze della Sardegna Nord Occidentale e in considerazione del fatto che, inoltre, **queste opere conserveranno immutata la loro importanza nel sistema dei due acquedotti gemelli anche a seguito di un totale rifacimento di una o entrambe delle due linee.**"*

Quanto sopra esposto, rappresenta il "focus strategico" della decisione di ENAS d'intervenire su tre punti singolari del sistema acquedottistico del Coghinas, attraverso lo sviluppo del Progetto Definitivo quale conseguenza di un processo pianificatorio che, in funzione delle disponibilità finanziarie ha previsto all'interno dei due sistemi acquedottistici, gli interventi mirati alla riorganizzazione strutturale e funzionale delle tre vasche che sono -e continueranno ad essere- elementi imprescindibili del citato sistema acquedottistico.

Gli obiettivi dichiarati che ENAS intende raggiungere, sono quelli di avere **"tutte le possibilità per migliorare l'efficienza gestionale, rendere l'attività degli operatori più sicura e, ovviamente, garantire un allungamento della vita utile delle opere."**

A seguito di una continua e proficua collaborazione con il RUP ed i suoi collaboratori, che hanno esplicitato le reali esigenze gestionali, pensiamo di poter affermare che gli obiettivi posti siano stati raggiunti attraverso una serie di specifici interventi

- in grado di rendere più semplice ed efficiente l'attività gestionale;



- in grado di rendere più sicure le attività di conduzione per gli operatori;
- capaci di garantire l'allungamento della vita utile di tali importanti infrastrutture;
- finalizzati ad assicurare la corretta alimentazione delle utenze, sia civili che industriali.

I miglioramenti funzionali introdotti sugli schemi idraulici, in ingresso ed in uscita dalle vasche, sono tali da garantire un'elasticità gestionale in grado di fare fronte a tutte le possibili combinazioni di richieste di erogazione provenienti dalle utenze ed alle diverse condizioni determinate dalle sempre più marcate variazioni climatiche. Tuttavia, affinché i benefici delle nuove infrastrutture siano pienamente fruibili dalle utenze pubbliche risulterà imprescindibile, da parte del personale preposto, l'acquisizione delle *“necessarie conoscenze”* attraverso una specifica *“formazione”*. Analogamente ad altre positive esperienze, tale formazione dovrà avvenire contemporaneamente alle fasi esecutive di cantiere attraverso l'acquisizione, da parte del personale ENAS addetto alla gestione, delle corrette procedure d'uso e manutentive delle importanti apparecchiature introdotte attraverso il presente progetto, sia di tipo idraulico, che di misura e/o di telecontrollo, nonché di conoscenza dei materiali per il ripristino strutturale.

In tal senso, una particolare annotazione merita il telecontrollo: come per qualsiasi tecnologia più o meno avanzata, il suo utilizzo dovrà essere affidato a personale formato e consapevole che la tecnologia di per se non risolve i problemi ma trova la propria ragion d'essere nel momento in cui viene pensata, strutturata ed utilizzata a servizio delle specifiche esigenze di gestione di ENAS che, tipicamente, saranno di tipo dinamico legate al variare delle stagioni, degli anni e del mutare dei numerosi parametri tecnici e sociali che determinano il suo funzionamento.

Di conseguenza, l'implementazione dei parametri di controllo del software di gestione e comando delle apparecchiature elettroniche dovrà essere necessariamente governata da ENAS sulla base gerarchica delle proprie esigenze così come individuate dal personale responsabile che, come detto, dovrà essere adeguatamente formato allo scopo.

Solo raggiungendo questi obiettivi si potrà affermare di *“governare”* la tecnologia impiegata, attraverso il suo utilizzo consapevole, orientato alle reali esigenze del gestore, capace di generare altresì la soddisfazione del suo personale e dell'utenza, ed a garanzia del corretto impiego dell'investimento fatto.



La componente economica ha subito un leggero aumento rispetto alle previsioni originarie, sia per le modifiche dello stato di consistenza delle strutture in conglomerato cementizio armato, sia per i miglioramenti di efficienza gestionale introdotti negli schemi idraulici in ingresso e uscita dalle vasche.

Il costo complessivo dei lavori è di €. 11.000.000,00=, con un incremento rispetto al progetto definitivo di €. 555.014,85, pari al 5,31% dell'importo originario.

Il costo dei lavori è di €. 7.896.323,20, con un incremento di €. 878.801,98 pari al 12,52%; mentre, le somme a disposizione della stazione appaltante ammontano a €. 3.103.676,80, con una riduzione di €. 323.787,13 pari al 9,45%.