

QUADRO DI SINTESI

TITOLO DEL LAVORO	PROGETTO ESECUTIVO DELLO "SCHEMA N. 45-49 N. P.R.G.A. SULCIS NORD- SUD CONDOTTA DORSALE LOTTO 1"		
COMMITTENTE	Apulia srl (appalto integrato)		
STAZIONE APPALTANTE	Abbanoa		
PROFESSIONISTI INCARICATI	PROGETTISTI	DOTT. ING. EMANUELE BOTTAZZI DOTT. ING. GIUSEPPE FLOREALE DOTT. ING. ANDREA MACONI IN COLLABORAZIONE CON ALTRI PROFESSIONISTI	
SERVIZI PRESTATI	OFFERTA IN FASE DI GARA PROGETTO ESECUTIVO	STATO DELLE OPERE	PROGETTI APPROVATI
PERIODO DI SVOLGIMENTO	2013-2017		
IMPORTO DEI LAVORI	TOTALE COMPLESSIVO PROGETTO ESECUTIVO: € 18.131.117,91		



DESCRIZIONE DEL PROGETTO

I servizi si riferiscono ad interventi che costituiscono il I lotto delle opere finalizzate al potenziamento dell'ossatura principale dello schema n° 31 del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti revisione 2006 (già schemi n° 45-49 "Sulcis Nord – Sud" del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti rev. 1981), con l'obiettivo l'opera di recupero della vasta rete di adduzione di consistenza insufficiente e che oggi versa in precario stato di conservazione.

Le opere previste nel I lotto consistono nella realizzazione della dorsale principale che collega la vasca di accumulo dell'acqua potabilizzata nell'impianto di Bau Pressiu alla galleria esistente presso Serbariu, in cui si prevede il ricongiungimento con l'esistente dorsale tuttora in esercizio, della quale la suddetta galleria costituisce parte.

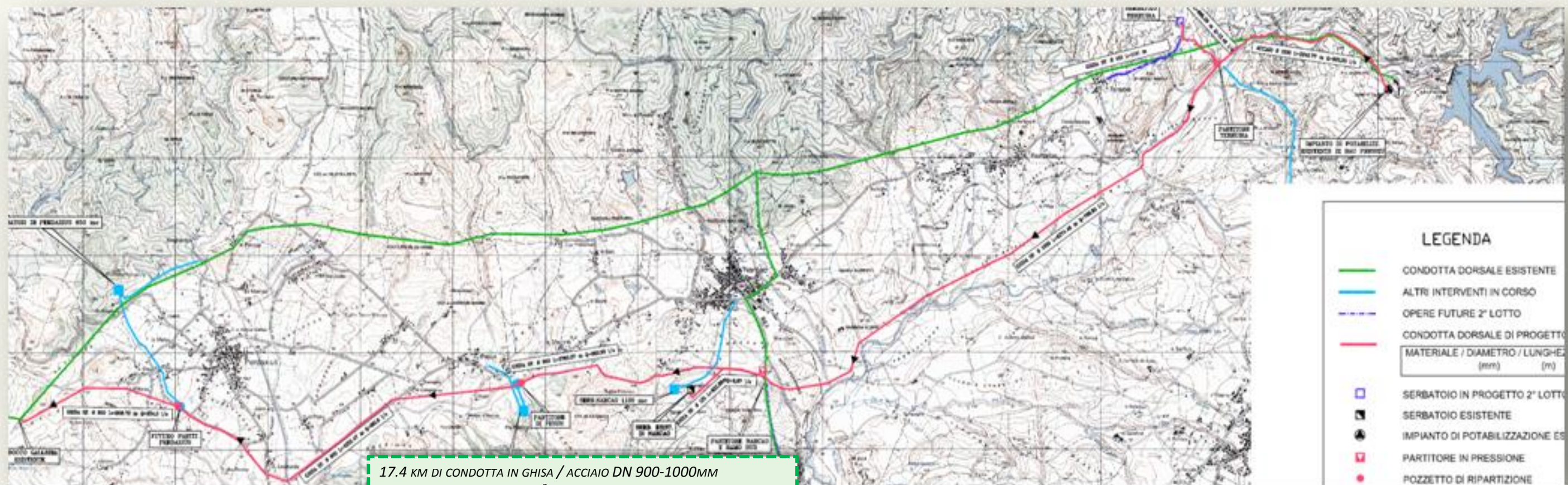
L'intervento oggetto della presente scheda prevede:

- La realizzazione della **condotta dorsale di lunghezza complessiva di circa 17.4 km**, di cui 2.3 km circa in acciaio con rivestimento antiroccia DN 1000 mm, 6.3 km circa in ghisa sferoidale DN 1000 mm e i restanti 8.8 km circa in ghisa sferoidale DN 900 mm;
- La parte interrata dei **partitori in pressione di Terrubia-Rio Murtas e ramo Sud-Narcao**;
- le **diramazioni dai due partitori ai serbatoi a servizio dei centri abitati di Terrubia-Rio Murtas e Narcao**;
- il **raddoppio della vasca di accumulo dell'acqua potabilizzata** nell'impianto di Bau Pressiu;
- Il **manufatto di collegamento alla galleria di Serbariu**.



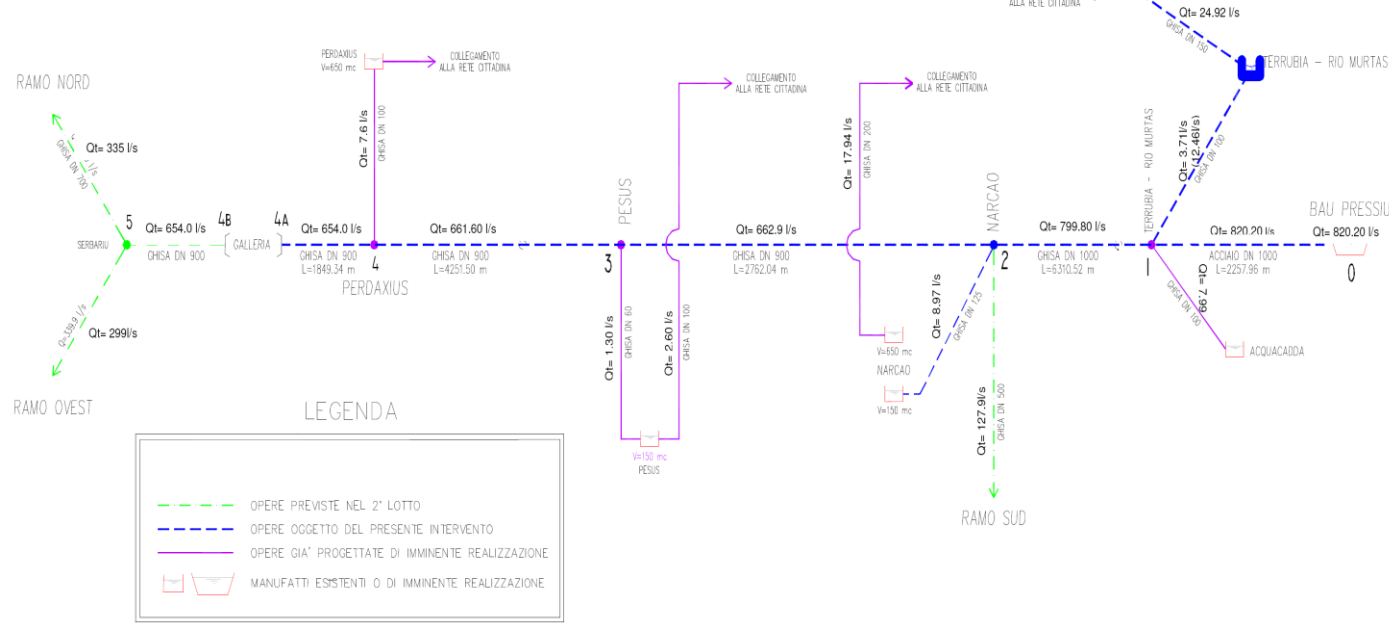
Premessa

Altene Ingegneri Associati ha partecipato, come progettista indicato dall'impresa Apulia srl, risultata aggiudicataria dell'appalto, alla procedura di affidamento della progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori, proponendo una serie di migliorie al progetto definitivo a base di gara. A seguito dell'aggiudicazione dell'appalto integrato Altene ha sviluppato la progettazione esecutiva, a cui sono state apportate modifiche nel corso del 2016-2017 per richieste di vari enti coinvolti.



17.4 KM DI CONDOTTA IN GHISA / ACCIAIO DN 900-1000MM
 VOLUME SERBATOIO :2500 M³
 POPOLAZIONE SERVITA: 180'000 ABITANTI
 MAPPALI ESPROPRIO: 331

Corografia dell'intervento



Soluzioni costruttive e innovazioni tecnologiche adottate

Numerose sono state le migliorie apportate al progetto definitivo a base di gara introdotte nel progetto esecutivo a seguito di offerta in fase di gara per l'assegnazione dell'appalto. Ad esempio è stata prevista la risoluzione mediante tecniche di **ingegneria naturalistica** degli attraversamenti dei corsi d'acqua, con particolare attenzione al tema dell'erosione del terreno soprastante la condotta. Tale attenzione è stata poi ulteriormente dettagliata a seguito delle richieste di STOICA durante l'approvazione del progetto.

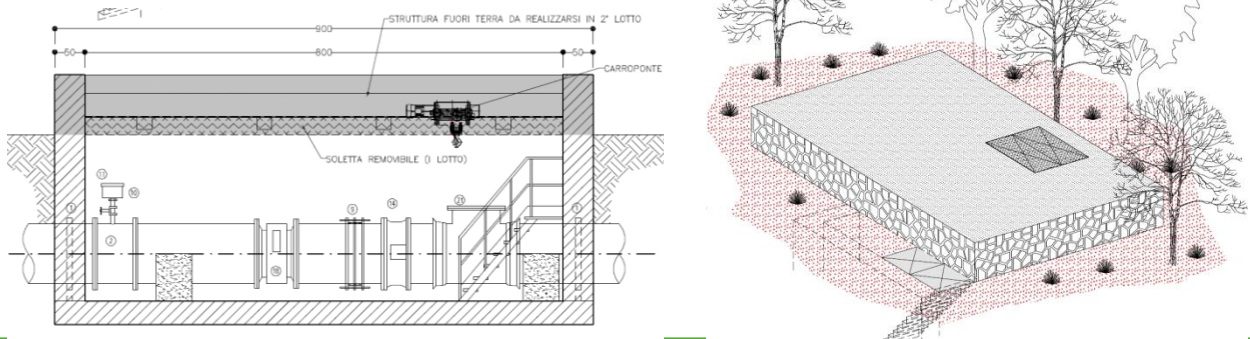
Per quanto riguarda le tubazioni, le approfondite indagini svolte dagli scriventi, grazie all'accurata campagna di indagini descritta al precedente paragrafo, hanno identificato alcune aree dove era opportuno prevedere dei rivestimenti diversi delle condotte in ghisa:

- **Rivestimento in zinco alluminio** con peso minimo di 400 g/m² con finitura in vernice epossidica al posto del rivestimento in zinco con peso minimo 200g/m²;
- Protezione aggiuntiva con **guaina in polietilene**;
- **Rivestimento esterno in poliuretano**.

Oltre allo studio del rivestimento delle condotte, sono stati **ottimizzati anche il numero e posizione delle valvole**, sia lungo la linea principale, sia in corrispondenza dei serbatoi esistenti o di prossima realizzazione, prevedendo la motorizzazione delle valvole di sezionamento della condotta in corrispondenza degli scarichi principali e delle valvole di scarico. Relativamente al tratto in acciaio, è stato studiato, a difesa della condotta, un **impianto di protezione catodica** a corrente impressa, interfacciato con l'impianto di telecontrollo per consentire un controllo continuo della sua efficienza.

Per ridurre l'impatto visivo del raddoppio del serbatoio di Bau Pressiu, è stato concepito un **tetto giardino** che, mediante un opportuno pacchetto di geostuoie, permette da un lato il buon attecchimento dell'erba e dall'altro un'ottima impermeabilizzazione della struttura e la separazione dall'apparato radicale della vegetazione che potrebbe inficiare la struttura.

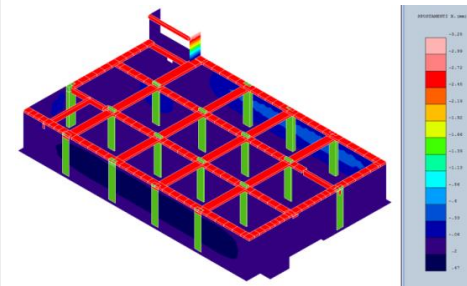
Infine sotto l'aspetto paesaggistico, nel progetto esecutivo sono state previste modifiche alle opere civili dei partitori tali da consentire, nell'ambito delle future opere Il lotto, di evitare la costruzione di un edificio esterno monopiano, risultando sufficiente un sopralzo di circa 1 m dal p.c. garantendo nel contempo una eccellente fruibilità per le operazioni di manutenzione. Il rivestimento in pietra garantisce un **inserimento paesaggistico ottimale**.



Livello di approfondimento delle indagini preliminari e metodologie di calcolo utilizzate

Particolarmente qualificante nell'ambito delle indagini svolte preliminarmente alla progettazione esecutiva è stata l'**analisi di resistività dei terreni** mediante una campagna di sondaggi con il metodo di Wenner sui terreni interessati dal tracciato: i valori di resistività sono stati misurati tramite un georesistivimetro indagando il terreno a diverse profondità.

L'indagine è stata completata con un'approfondita campagna di indagini geoelettiche. La caratterizzazione dei terreni è stata condotta mediante una serie di sondaggi cosiddetti "bidimensionali", ottenendo una sezione di resistività 2D (tomografia elettrica) del sottosuolo. Tale studio ha consentito di individuare i tratti della condotta in ghisa in progetto che necessitassero di un rivestimento idoneo a proteggere la tubazione in



rapporto alla aggressività dei terreni (resistività, presenza di falda). Propedeutica alla progettazione esecutiva è stata l'esecuzione di un **accurato rilievo plano-altimetrico** di una fascia di larghezza media circa 30/40 m a cavallo dell'asse condotta, sia lungo la dorsale che nei tratti secondari in progetto, per una lunghezza totale di circa 18.5 km. aree sono state rilevate e riportate tutte le singolarità incontrate lungo il tracciato quali il tipo di fondo stradale, recinzioni, accessi, manufatti esistenti etc.. I punti sono stati battuti in numero sufficiente a ricostruire la **superficie 3 D all'interno della fascia rilevata** ed il rilievo è stato restituito

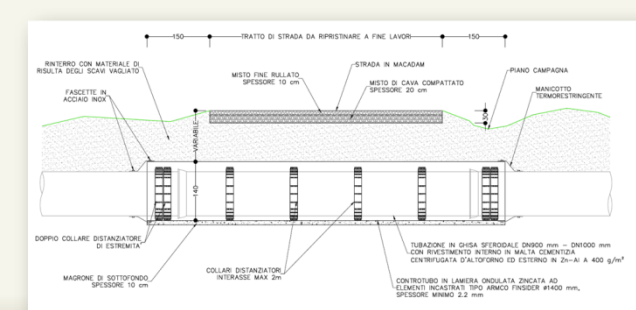
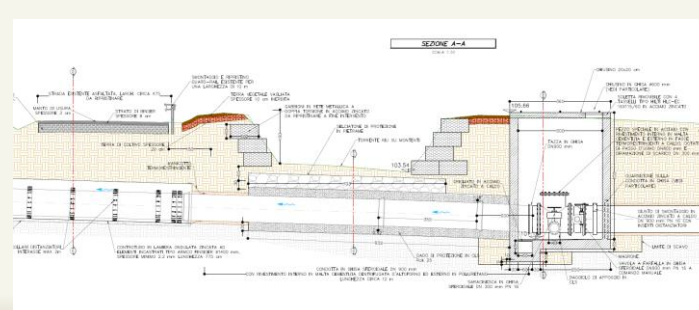
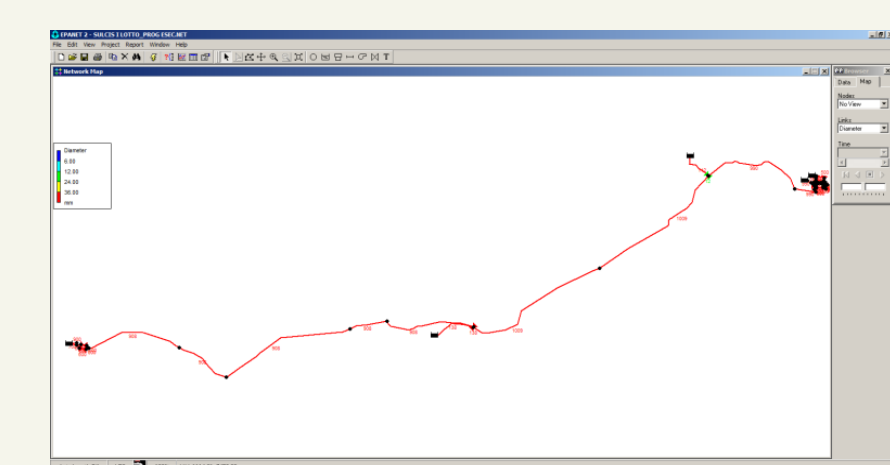
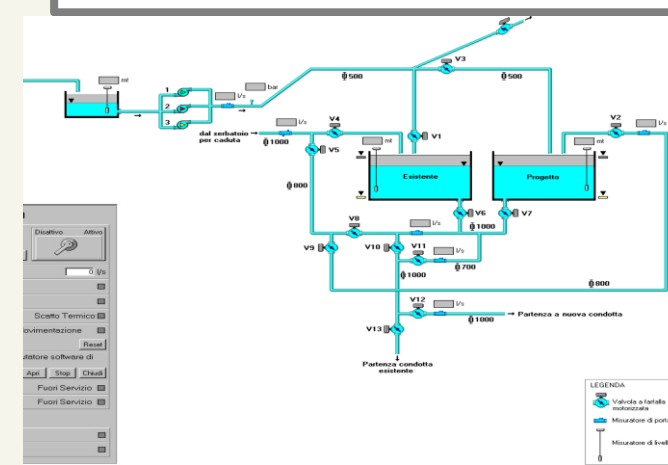
opportunamente georeferenziato.

E' stata effettuata una accurata **analisi plano altimetrica** della posa della condotta (DN 1000 e 900), con l'ubicazione dei pezzi speciali (curve plano-altim., pozzetti di scarico e sfiato) tenendo conto della lunghezza delle barre e della massima deviazione angolare ammessa fra barra e barra.

Il funzionamento idraulico della adduttrice è stato opportunamente calcolato mediante un **modello idraulico costruito con il software Epanet**, per verificare sia le perdite di carico che il funzionamento del sistema e degli scarichi. In funzione dei vari scenari di funzionamento, si è verificata la corretta ubicazione e scelta degli organi di regolazione, in particolare relativamente al complesso sistema di regolazione del serbatoio di Bau Pressiu (oggetto di raddoppio) e al manufatto di collegamento alla galleria di Sebargiu individuando i carichi da dissipare nelle valvole di regolazione previste.

Si è inoltre proceduto all'**ottimizzazione del posizionamento degli sfiati e degli scarichi** in base a rilievo. E' stato effettuato il dimensionamento degli sfiati sulla base di calcoli idraulici specifici.

Le opere in c.a. da realizzare per il progetto in esame sono state calcolate e verificate, per la parte strutturale e la parte geotecnica e delle fondazioni, secondo le vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14/01/2008). Il software di calcolo utilizzato per la modellazione strutturale è il CDS-Win ver. 2013, mentre per la modellazione geotecnica CDG-Win ver. 2013 (www.stsweb.it). E' stata inoltre condotta la verifica strutturale della condotta e il dimensionamento dei blocchi di ancoraggio reggispinta.



Telecontrollo

Una delle migliorie più qualificanti offerta in fase gara, nell'ambito dell'appalto integrato, è stato lo studio per la definizione dei **dettagli funzionali del Telecomando con Automazione e del Telecontrollo** finalizzato alla ottimizzazione tecnica del processo e della gestione, al fine di conseguire una maggiore efficienza e una riduzione dei costi di gestione con l'inserimento di **5 postazioni di telecontrollo** aggiuntive non previste nel progetto a base di gara. In fase di progettazione esecutiva sono stati forniti, tenendo conto delle specifiche esigenze dell'ente gestore e dell'interfaccia con il sistema di telecontrollo complessivo, tutti i dettagli costruttivi e realizzativi sia Hardware che Software.

Il sistema di automazione e telecontrollo è composto da una architettura a due livelli:

- "postazioni periferiche" (quadro di automazione e relative logiche di autoregolazione)
- "centro di controllo" (PC e software SCADA)

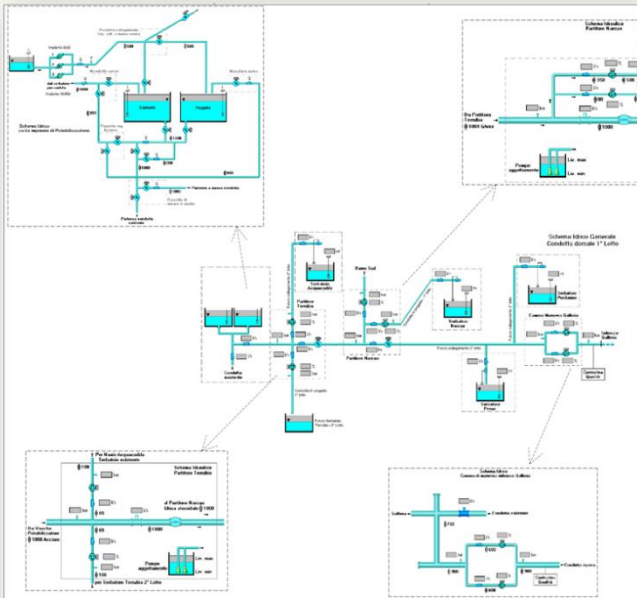
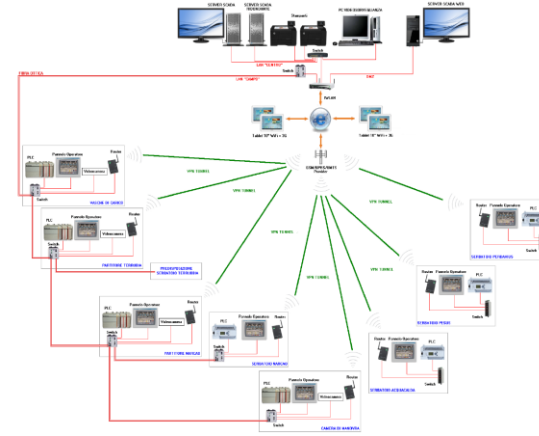
I due livelli dell'architettura di sistema sono interconnessi attraverso due vettori ridondanti, la fibra ottica e la rete cellulare GPRS, per quanto riguarda le postazioni periferiche dislocate lungo l'adduttore oltre al serbatoio Narcao raggiunto dalla fibra ottica. Le postazioni connesse con la Fibra Ottica comunicheranno in modalità continua di tipo "Always On" con il centro di controllo, mentre la comunicazione GPRS (utilizzata in continuità per i serbatoi non raggiunti dalla Fibra Ottica) è previsto sia pronta a supportare le funzionalità del telecontrollo in caso di "out of service" del vettore Fibra Ottica.

Il software HMI residente nel pannello operatore è previsto sia sviluppato utilizzando la **piattaforma FT View Studio della Rockwell Automation** e organizzato in pagine video richiamabili dai tasti presenti nelle stesse.

Nel sistema di telecontrollo si è inserita la possibilità per l'effettuazione, in continuo e da remoto, del bilancio idrico funzionale all'immediata e puntuale individuazione e quantificazione di eventuali perdite idriche. Come offerto in fase di gara con il progetto esecutivo si è provveduto ad estendere il sistema di Telecontrollo a tutte le postazioni idrauliche che sono interessate dal progetto, ovvero, rispetto al progetto a base di gara 5 postazioni in più quali la camera di manovra presso l'imbocco della galleria e i serbatoi esistenti di: Acquacadda, Narcao, Pesus, e Perdaxius.

Inoltre è stato previsto come miglioria, l'inserimento di una **centralina per il monitoraggio in continuo della qualità dell'acqua**, interfacciata con il previsto impianto di telecontrollo, al fine di individuare immediatamente eventuali anomalie. Anche le eventuali problematiche sull'impianto di protezione catodica del tratto di tubazione in acciaio sono state inserite nell'impianto di telecontrollo.

E' infine previsto che il sistema sia completato con n. 4 apparati smartphone che opportunamente dotati di SIM per la connessione a Internet consentiranno al personale addetto di esercitare il telecontrollo mobile dell'adduttore attraverso il WEB-Server personalizzato per la supervisione mobile.



Interferenze principali

Infrastrutture maggiori

Le opere previste dal I lotto presentano diverse interferenze con strade. Tre di queste sono strade provinciali per le quali è stato previsto un attraversamento mediante **tecnologia no dig con tubo guaina dello spingitubo in c.a.** a ulteriore garanzia di protezione dalla degradazione nell'arco del tempo. Sono stati dettagliati anche con particolare cura i punti di raccordo tra la tubazione e le camerette a garanzia della tenuta idraulica.

Attraversamenti di corsi idrici

Gli interventi previsti dal progetto hanno interessato **15 corsi d'acqua principali e un considerevole numero di secondari**. Tra i principali, quello sicuramente di maggior importanza è il Riu Mannu, che viene attraversato ben due volte e in un tratto presenta un ulteriore affiancamento. Alla luce della posizione planimetrica determinata dal progetto definitivo, nell'esecutivo sono state dettagliate sul piano altimetrico le condotte in maniera tale da ridurre la possibilità di erosione del terreno. Per gli attraversamenti dei corsi d'acqua, sono state utilizzate tecniche di ingegneria naturalistica, facendo riferimento allo "Studio generale per la definizione delle Linee Guida regionali per la realizzazione degli interventi di riassetto idrogeologico con tecniche di Ingegneria Naturalistica" redatto dalla Regione Sardegna. Per evitare l'erosione del fondo è stato previsto generalmente un selciatoone in massi con un taglione all'estremo di monte ad ulteriore protezione della condotta. Infine per un corso d'acqua arginato (Rio Su Piroi) l'attraversamento è stato previsto, come da progetto, con un argine di protezione per evitare di interagire negativamente con gli argini presenti.

Aree a parco, aree PAI

Le aree interessate dall'intervento del I lotto hanno interessato il territorio del **Parco del Sulcis**. Gli interventi, a seguito dello screening, sono stati considerati ammissibili.

Le opere in progetto interagiscono con alcune zone perimetrate dal **PAI con pericolosità H1-H3** (sito B1TC004 a Narcao). Il piano di caratterizzazione dei terreni in corrispondenza della condotta acquedottistica ha evidenziato inoltre la presenza nel sottosuolo, per un breve tratto, di inquinanti aventi concentrazioni superiori ai limiti di legge del DLgs 152/2006: è previsto che le terre risultanti dalle operazioni di scavo (sino alla quota di posa della condotta) nelle aree in corrispondenza dei sondaggi che hanno evidenziato dei parametri al di sopra delle CSC, verranno conferite a discarica speciale.



La vallata dove verrà posata la tubazione DN1000 mm in acciaio.

