

CONSORZIO DI BONIFICA 2 - PALERMO

UTILIZZAZIONE INTEGRALE DELLE ACQUE INVASATE NEL
SERBATOIO DI GARCIA SUL FIUME BELICE SINISTRO

OPERE DI DISTRIBUZIONE IRRIGUA
SOLLEVAMENTO E DISTRIBUZIONE ZONA IVa
I LOTTO FUNZIONALE
STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo:

RELAZIONE TECNICA GENERALE

All.

R.1

Data

REV. APRILE 2024

Scala

Codice

143-E-GAR

I PROGETTISTI Dott. Ing. LUIGI DE BOM

Dott. Ing. MICHELE ANGELO CUCCARO

IL RESPONSABILE UNICO
DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore Marino

COLLABORATORE Dott. Ing. POUL ERIK NIELSEN



s.i.a. studio ingegneri associati
MILANO

STUDIO CUCCARO - ECOMAR s.r.l.
ROMA

RELAZIONE TECNICA GENERALE

1 Sommario

1. Premessa	3
2. Generalità	4
2 Caratteristiche generali del comprensorio alimentato dalla diga di Garcia di competenza del Consorzio di Bonifica 2 Palermo	7
3 La distribuzione irrigua nella Zona IV	9
4 Studio Geologico e Sismico.....	12
5 Descrizione dell'intervento.....	14
5.1 Interventi alla torre di presa dal lago alla vasca Renelli.....	15
5.2 Interventi all'edificio trasformazione e comandi	18
5.2.1 Apparecchiature di trasformazione e quadri	18
5.2.2 Opere civili	20
5.2.3 Calcoli Strutturali	21
5.2.4 Impianto di illuminazione.....	21
5.3 Rifacimento condotta premente	22
5.4 Interventi alla camera di manovra vasca Renelli	24
5.5 Interventi di rifacimento del sistema di alimentazione di parte delle aree irrigue della Zona IVa (Dagale- Renelli)	24
5.5.1 Zone consortili servite dal presente stralcio	26
5.5.1.1 - Reti Principali e Secondarie	26
5.5.1.2 Opere d'arte	27
5.5.1.3 Consegne comiziali.....	27
5.5.1.4 – Scelta dei materiali costituenti le condotte.....	28
5.5.2 La distribuzione comiziale.....	30
5.5.2.1 Il gruppo di consegna comiziale	30
5.5.3 Blocchi di ancoraggio.....	31
5.5.4 Attraversamenti	32
5.5.4.1 Attraversamenti stradali	32
5.5.4.2 Attraversamenti di corsi d'acqua	32
6 Disposizioni per posa ed esercizio delle condotte	33
7 Piano di Manutenzione, Piano di Sicurezza e Coordinamento, Fascicolo dell'Opera e Quadro di Incidenza della Mano d'Opera	34
8 Occupazione delle aree	35
9 Modalità di esecuzione, costo delle opere e tempo di esecuzione	35

1. Premessa

Il presente elaborato è stato redatto nel maggio 2021, aggiornato nel marzo 2023 in relazione all'emissione del nuovo prezzario regionale, di cui al D.A. n. 17 Gab del 29/6/2022, rieditato in sede di verifica preventiva della progettazione e, infine, a seguito del finanziamento dell'opera con D.M. MASAF prot. n. 0045069 del 30/01/2024, aggiornato nell'aprile 2024 ai sensi del nuovo Codice degli Appalti, di cui al Dlgs 36/2023.

A seguito dell'aggiornamento dei prezzi e in aderenza alle richieste dell'Ente, al fine di contenere l'intervento nei limiti di spesa di € 13.000.000 fissati dalla Delibera CIPE 1/8/2019 (GURI n. 303 del 28/12/2019) che prevede il finanziamento delle opere in questione, si è reso necessario stralciare gli interventi di rifacimento dei 5 comizi (per ha 103.08), il relining di m 434.08 del tratto pensile della condotta premente tra la torre di presa e l'edificio di sollevamento alla vasca Renelli inizialmente ricompresi nell'oggetto: ciò non altera la sostanziale finalità dell'opera che è mirata al riattamento del sollevamento dal Garcia delle fluenze necessarie al fabbisogno irriguo delle zone IVa (ha 1077) e IVb (ha 1592), della condotta premente per m 978.62, di un tratto di condotta di distribuzione principale e secondaria del comprensorio IVa per m 3468, come dettagliatamente esposto nei paragrafi che seguono.

In conseguenza dell'aggiornamento dei prezzi e dello stralcio sono stati adeguati i seguenti elaborati

1	Relazione tecnica generale	
5	Computo metrico estimativo	
6	Stima dei lavori	
7	Elenco dei prezzi unitari	
8	Analisi nuovi prezzi	
9	Quadro economico	
10.1	Schema di Contratto	
10.2	Capitolato Speciale d'Appalto	
13	Piano di Sicurezza e Coordinamento	
13.c	Piano di Sicurezza e Coordinamento - Costi della sicurezza	
15	Quadro di incidenza della manodopera	
16	Piani particellari di occupazione - determinazione delle indennità	
2	Corografia	1:25.000
3	Planimetria generale	1:10.000
18.1	Planimetria reti di distribuzione - tav. 1 (foglio 134)	1:2.000

18.2	Planimetria reti di distribuzione - tav. 2 (foglio 141)	1:2.000
18.3	Planimetria reti di distribuzione - tav. 3 (foglio 142)	1:2.000
18.4	Planimetria reti di distribuzione - tav. 4 (foglio 146)	1:2.000
18.5	Planimetria reti di distribuzione - tav. 5 (foglio 151)	1:2.000
31.1	Piani particellari di occupazione	1:2.000
31.2	Piani particellari di occupazione	1:2.000
31.3	Piani particellari di occupazione	1:2.000
31.4	Piani particellari di occupazione	1:2.000
31.5	Piani particellari di occupazione	1:2.000

In conseguenza dell'adeguamento al vigente Codice dei Contatti sono stati infine aggiornati i seguenti elaborati in data marzo 2024

- 1 Relazione tecnica generale
- 10.1 Schema di Contratto
- 10.2 Capitolato Speciale d'Appalto

2. Generalità

Il progetto proposto concerne il proseguo del completamento dei lavori relativi alle opere di distribuzione irrigua delle acque invase nel serbatoio di Garcia, riferite ai territori compresi nelle zone di competenza del Consorzio di Bonifica 2 - Palermo, già Consorzio di Bonifica dell'Alto e Medio Belice.

I territori in questione sono quelli denominati come di seguito:

- Distribuzione irrigua "Fondovalle Belice" – zone III a - III b - III c (ha 1.310 SAU)
- Distribuzione irrigua "Dagale - Renelli" – zona IV a (ha 1077 SAU)
- Distribuzione irrigua "Borghi" – zona IV b (ha 1592 SAU)

La zona irrigua "Fondovalle Belice"- zona III è servita dall'adduttore da Garcia mentre le zone irrigue "Dagale - Renelli" – zona IV a e "Borghi" – zona IV b, sovrastanti il livello di invaso della diga, sono servite direttamente dal serbatoio Garcia tramite impianto di sollevamento

In particolare con precedenti interventi (anni 75-90) sono state realizzate le seguenti opere:

- Torre di presa e impianto di sollevamento da Garcia a servizio delle Zone IVa e IVb

- Distribuzione irrigua della Zona IV a (compensorio "Dagale-Renelli") per ha 1077 SAU
- Condotta di allacciamento alla Zona IVb (compensorio "Borghi") e vasca "Borghi"
- Estensione del compensorio in destra idraulica comprendente parte della zona irrigua IIIa per ha 63 SAU.
- Sistemazione f. Belice Destro (la parte)

Della residua parte di territorio da attrezzare:

- Distribuzione irrigua "Fondovalle Belice" – zone III a - III b - III c (ha 1.247 SAU)
- Distribuzione irrigua "Borghi" – zona IV b (ha 1592 SAU)

recentemente è stato completato un I° Lotto funzionale delle opere relative alla distribuzione irrigua "Fondovalle Belice" (zona III) per una superficie di ha 281SAU e con altro intervento finanziato con delibera CIPE 28/12/2019 è stato finanziato un II lotto funzionale della stessa zona irrigua "Fondovalle Belice" (zona III) per una superficie di ha 501 SAU

Per il completamento dell'attrezzatura irrigua di competenza del Consorzio di Bonifica 2 Palermo resta quindi da realizzare l'intervento alla residua parte della zona III (ha232 SAU) e la distribuzione irrigua "Borghi" – zona IV b (ha 1592)

Il presente progetto rappresenta invece un primo lotto funzionale di manutenzione straordinaria della Distribuzione irrigua della Zona IVa (compensorio "Dagale-Renelli"), resosi necessario a causa del deterioramento delle infrastrutture irrigue realizzate, la cui estensione è determinata dall'entità del finanziamento dei lavori attualmente resosi disponibile.

Ove utile per fornire un quadro il più possibile completo dell'iniziativa, in questa Relazione Tecnica si troveranno inclusi riferimenti e descrizioni di tutte le opere progettate, comprese quindi anche quelle già realizzate e da realizzarsi.

Con l'accordo dell'autunno 1975 tra i Consorzi di Bonifica dell'Alto e Medio Belice, Basso Belice-Carboi e Delia Nivolelli, interessati all'utilizzazione a scopo irriguo delle acque del fiume Belice accumulate e regolate nell'allora costruendo serbatoio di Garcia, veniva avviato, con il patrocinio e il finanziamento della 'Cassa per il Mezzogiorno', il

razionale sfruttamento di un'imponente e insostituibile risorsa idrica nella Sicilia Occidentale.

Lo sbarramento di Garcia, il cui compimento è avvenuto, secondo i programmi, già dal 1983, determina un invaso utile dichiarato di 60 milioni di m³ a uso irriguo e idropotabile (massimo svaso a quota 178,80 m.s.m., massimo invaso a quota 196,00 m.s.m.) e una notevole capacità di laminazione delle piene con una disponibilità di ulteriori 20 milioni di m³. La capacità destinata all'interrimento, rappresentata da altri 20 milioni di m³, potrà in un primo tempo essere utilizzata almeno parzialmente.

Il Progetto Generale dell'utilizzazione irrigua [Progetto Speciale n°23], affidato agli ingg. Vittor Ugo Cuccaro e Alessandro De Boni [dello Studio Ingegneri Associati s.i.a.], veniva approvato con voto della Delegazione Speciale per la Cassa per il Mezzogiorno nella seduta del 19.05.1978 e successivamente, venivano approntate le Progettazioni Esecutive relative alle opere di comune interesse.

Il programma irriguo complessivo risulta interessare circa 27.300 ha topografici che, al netto di tare territoriali ed aziendali divengono circa 18.350 ha S.A.U.; come sopra detto, il sistema di distribuzione irrigua interessa più Consorzi di Bonifica e conseguentemente deve essere gestito unitariamente in funzione delle rispettive competenze così come stabilite nel piano di concessione delle acque.

Successivamente alla costruzione del serbatoio, i Consorzi di Bonifica interessati hanno proceduto singolarmente nell'iniziativa intesa alla realizzazione delle reti di distribuzione nei comprensori di rispettiva competenza, affidandone i successivi stadi di progettazione agli stessi progettisti cui era stata demandata la predisposizione degli elaborati per le opere di comune interesse.

Per parte sua il Consorzio 2 – Palermo [già Consorzio di Bonifica dell'Alto e Medio Belice] a suo tempo predispose sia le progettazioni delle reti di distribuzione nei comprensori III° e IV°, sia quelle relative al sollevamento di parte delle acque invase a uso di territori altimetricamente più elevati e quindi non servibili della grande adduttrice sopra citata. Tra le opere realizzate, il presente progetto riguarda essenzialmente:

- il rinnovamento delle apparecchiature elettromeccaniche dell'impianto di sollevamento dal Lago Garcia
- la relativa condotta premente DN 1200
- la sostituzione delle apparecchiature all'interno della camera di manovra della vasca Renelli
- la sostituzione delle condotte principali P e secondaria Pc, alimentate dalla vasca
- il rifacimento dell'attrezzatura irrigua a complessivi ha riferiti a cinque comizi maggiormente deficitari 23 –31 –32 –33 e 34 per complessivi ha 103,80 SAU

2 Caratteristiche generali del comprensorio alimentato dalla diga di Garcia di competenza del Consorzio di Bonifica 2 Palermo

I territori di competenza del Consorzio di Bonifica 2 Palermo, utilizzano le acque invase nel serbatoio di Garcia usufruendo di due separati “impianti”.

Il territorio della zona III, “Fondovalle”, attinge le risorse idriche direttamente della “condotta adduttrice principale”, derivata dal serbatoio, nella quale transitano anche le portate destinate ai comprensori degli ex Consorzi di Bonifica Basso Belice-Carboi e Delia Nivolelli che, secondo le denominazioni attuali, sono detti Consorzio di Bonifica Trapani 1 e Agrigento 3.

L'entità delle portate considerate è caratterizzato da valori relativi ad un servizio “continuo” nelle 24 ore in modo da ottenere un prelievo di minore entità dall'adduttore principale e conseguentemente un dimensionamento più favorevole dello stesso; poiché la distribuzione irrigua viene effettuata su un numero inferiore di ore del giorno si rende però necessario “ricondizionare” dette portate, ogni qual volta sono utilizzate in un determinato territorio, mediante opportune capacità regolatrici.

Così, come previsto per i territori dei Consorzi ora accennati mediante tre grandi vasche di compensazione, anche per il territorio del “Fondovalle” del Belice sono state previste

adeguate capacità, almeno per i due territori più estesi (vasche Cavallaro e Comune), dato che per una prima zona vicinissima al serbatoio e di estensione limitata non si è ritenuto di prevedere una vasca specifica.

Per i territori Dagale - Renelli e Borghi, la distribuzione irrigua presuppone, oltre a due vasche di compenso e carico, anche un impianto di sollevamento che è già stato oggetto di precedente progettazione e successiva realizzazione.

Una torre di presa è situata nei pressi della sponda destra del serbatoio artificiale, in un punto tale da poter utilizzare tutta la prevista oscillazione del lago. Sulla torre sono disposte pompe assiali multistadi.

La condotta premente poggia su una passerella atta anche al percorso di un carrello di servizio per la sala macchine. I trasformatori sono invece collocati a terra, ove è posta anche la sala quadri e comandi. Si prevedono a breve interventi di manutenzione straordinaria del suddetto impianto, stante il lungo periodo trascorso della sua realizzazione.

La citata condotta risale la pendice di "case Renelli" sino a una vasca, della capacità di circa 30.000 m³, atta alla modulazione delle portate sollevate ed a sopperire anche a un certo numero di ore di fuori servizio delle macchine (vasca Renelli). Anche detta vasca fa parte delle opere previste nell'accennato progetto generale e già realizzate.

Dalla vasca Renelli sono serviti direttamente i comprensori "Renelli" e "Dagale di Ravanusa" a essa sottostanti (zona IVa), attrezzati negli anni novanta.

L'alimentazione della zona Borghi è invece assicurata da una condotta dello sviluppo di 7756 m e da un'ulteriore vasca di modulazione (vasca "Borghi") a quota di poco inferiore rispetto alla vasca "Renelli", attuando un sistema interconnesso di vasche che consente condizioni di esercizio soddisfacenti al territorio dei Borghi. Anche queste ultime opere, comprese nel primo stralcio esecutivo della presente progettazione, risultano oggi realizzate, mentre non è stata portata a compimento la distribuzione irrigua di tale zona (zona IVb).

3 La distribuzione irrigua nella Zona IV

La parte di comprensorio irriguo ubicata in destra idraulica del serbatoio di Garcia, di competenza del Consorzio di Bonifica 2 – Palermo, viene denominata, sin dal Progetto Generale, come Zona IV.

Estendendosi la Zona IV a quote più elevate rispetto all'invaso, i volumi d'acqua necessari all'irrigazione del comprensorio vengono forniti da una stazione di sollevamento ubicata su una torre di presa posizionata all'interno del lago (anch'essa parte del presente progetto di manutenzione straordinaria) ed accessibile mediante passerella, che solleva parte delle acque del lago artificiale sino ad una vasca di carico e compenso che domina l'intero territorio della zona IV.

Tale vasca, denominata 'Renelli' è caratterizzata dalle seguenti grandezze:

- Volume 30000 mc
- Quota fondo 287.00 m s.m.
- Quota massimo invasore 291.00 m s.m.
- Quota coronamento 292.00 m s.m.

La successiva suddivisione, a suo tempo operata nel progetto Generale, dell'intero comprensorio denominato Zona IV^a in due sottozone [zone IVa – Dagale-Renelli e IVb – Borghi] risulta motivata dalle loro differenti modalità di approvvigionamento della risorsa idrica:

–la Zona IVa [Dagale-Renelli] (di circa 1077 ha S.A.U.) è servita direttamente dalla già citata vasca di carico e compenso denominata Renelli;

–la Zona IVb [Borghi] (circa 1400 ha S.A.U.) è servita da una seconda vasca di compenso e carico, denominata Borghi, con le seguenti caratteristiche:

- Volume 28000 mc
- Quota fondo 281.00 m s.m.
- Quota max invasore 284.50 m s.m.
- Quota coronamento 285.50 m s.m.

Tale vasca è alimentata con una specifica condotta di trasferimento che deriva dalla vasca Renelli e provvede alla duplice funzione di distribuzione irrigua per parte del comprensorio IVa ed alimentazione continua 24/24 ore della suddetta vasca Borghi, per attuare, secondo i piani irrigui 18/24 ore, la distribuzione irrigua nel comprensorio IVb.

Per quanto all'attrezzatura irrigua, negli anni 70' vennero realizzate le opere di distribuzione irrigua dell'intero comprensorio IVa (Dagale-Renelli) mentre, per motivi economici, ad oggi non risulta realizzata, neppure parzialmente, l'attrezzatura irrigua della zona IVb (Borghi).

Le argomentazioni relative all'automazione della turnazione e del relativo prelievo verranno diffusamente trattate nel prosieguo della presente Relazione. Le apparecchiature in commercio, ormai del tutto affidabili e di non eccessivo impegno economico, consentono maggiore controllo, efficienza e flessibilità degli impianti che si traducono, in definitiva, in migliore utilizzo e risparmio delle risorse idriche.

Per i territori Dagale - Renelli e Borghi, la distribuzione irrigua presuppone un impianto di sollevamento che è già stato oggetto di precedente progettazione e successiva realizzazione.

Una torre di presa è situata nei pressi della sponda destra del serbatoio artificiale, in un punto tale da poter utilizzare tutta la prevista oscillazione del lago. Sulla torre sono disposte pompe assiali multistadi.

La condotta premente poggia su una passerella atta anche al percorso di un carrello di servizio per la sala macchine. I trasformatori sono invece collocati a terra, ove è posta anche la sala quadri e comandi.

La citata condotta risale la pendice di "case Renelli" sino a una vasca, della capacità di circa 30.000 m³, atta alla modulazione delle portate sollevate ed a sopperire anche a un certo numero di ore di fuori servizio delle macchine (vasca Renelli). Anche detta vasca fa parte delle opere previste nell'accennato progetto generale e già realizzate.

Dalla vasca Renelli sono serviti direttamente i comprensori "Renelli" e "Dagale di Ravanusa" a essa soggiacenti, già realizzati negli anni novanta.

L'alimentazione della zona Borghi è invece assicurata da una condotta dello sviluppo di 7913 m e da un'ulteriore vasca di modulazione (vasca "Borghi") a quota di poco inferiore rispetto alla vasca "Renelli", attuando un sistema interconnesso di vasche che consente condizioni di esercizio soddisfacenti al territorio dei Borghi. Anche queste ultime opere, comprese nel primo stralcio esecutivo della presente progettazione, risultano oggi realizzate, mentre non è stata portata a compimento la distribuzione irrigua di tale zona (zona IVb).

La rete irrigua realizzata per assicurare il servizio irriguo consta di un complesso di condotte in pressione, per complessivi ha 3.640, di cui ha 1.263,5 costituiti dalla zona III, ha 783,5 dalla zona IVa ed ha 1593 dalla zona IVb.

Dalla torre di presa sul Serbatoio di Garcia diparte la condotta di mandata esistente DN 1200 in acciaio che alimenta la vasca Renelli con una portata continua sollevata da elettropompe a linea d'asse verticale pari a 1336.5 l/s. La quota minima della vasca è pari a 287,0 m.s.m., e lo sfioro è a quota 291,0 m.s.m.

La citata vasca Renelli, con volume utile pari a circa 32.000 mc, assicura il servizio in pressione alla zona Dagale-Renelli denominata IVa, mediante n. 2 condotte, una detta Primaria P, DN da 700 a 150, atta ad alimentare i comizi dal 12 al 38 per complessivi 462 l/s, e l'altra detta Renelli-Borghi, DN 1100-1000-900, atta a servire i comizi dall'1 all'11 (200 l/s) e ad alimentare la zona Borghi denominata IVb per complessivi 1140 l/s. Ad alimentare la zona IVb è stata realizzata inoltre la vasca Borghi con quota minima pari a 280,0 m.s.m. e sfioro a quota 284,5 m.s.m., con volume utile pari a circa 29.000 mc. Questa vasca viene alimentata durante il periodo notturno dalla condotta Renelli-Borghi, mentre durante il periodo diurno contribuisce all'alimentazione del comprensorio irriguo.

Il complesso irriguo è quindi servito mediante una rete primaria di condotte in acciaio e PRFV (Condotte Primaria P, di mandata e Renelli-Borghi e loro diramazioni), con diametri variabili da 1.200 mm a 160 mm; tramite la necessaria rete di distribuzione secondaria e terziaria, realizzata parte in PEAD e PVC (DN 500 mm – DN 90 mm), fornisce il servizio in tutto a n. 814 idranti con azionamento manuale.

Lo schema di alimentazione e distribuzione irrigua prevede, per quanto riguarda la zona alimentata dalla condotta Renelli-Borghi i seguenti manufatti:

- la torre di presa con relativo impianto di sollevamento
- Vasca Renelli e relativa camera di manovra
- n. 6 manufatti di diramazione che alimentano la zona IVa - Dagale Renelli
- n. 2 manufatti di diramazione che alimentano la zona IVb - Borghi
- n. 11 gruppi di consegna a servizio della zona IVa - Dagale Renelli
- Vasca Borghi e relativa camera di manovra

Tali manufatti sono attrezzati apparecchiature idrauliche di intercettazione e regolazione.

Si rileva altresì la presenza di alcuni tratti oggetto di fenomeni di dissesto del terreno, che necessiteranno quindi di particolari accorgimenti per la posa e protezione delle nuove condotte.

In definitiva, la rete esistente è in esercizio da oltre 30 anni, e risultano necessari una serie di interventi di sostituzione di tratti di condotta e apparecchiature idrauliche in quanto lo stato di usura è tale da non consentire un normale ed efficiente funzionamento.

Pertanto, il presente progetto è volto a ripristinare la funzionalità dell'impianto mediante gli interventi di seguito illustrati.

4 Studio Geologico e Sismico

Il presente progetto è corredato di un accurato Studio Geologico e Sismico, cui si rimanda (all. R 3.2), redatto a cura del Consulente incaricato, sviluppato per l'intera area oggetto di intervento.

Con riferimento a tale studio, si desume che i terreni che compongono tale settore del IV Comprensorio irriguo risultano prevalentemente di natura argillosa, con aspetto tipicamente collinare caratterizzato talora da salti di quota, di modesto interesse, compresi nell'ordine di qualche metro. Laddove le pendenze assumono valori superiori al 12 %, in considerazione della natura dei terreni e della mancanza di regimentazione idraulica adeguata, i terreni assumono un andamento talora irregolare della superficie topografica,

costituito da alternanze di spianate, pendii a diversa inclinazione e scarpate di altezza variabile e discontinue lungo il pendio.

Tali settori, sovente sono interessati da movimenti gravitativi ad intensità crescente che vanno dal semplice soliflusso superficiale a veri e propri movimenti gravitativi caratterizzati da una meccanica che va dal semplice colamento a quello più complesso costituito dal movimento roto-traslazionale.

Dal punto di vista litologico, l'area del bacino del Fiume Belice costituisce un settore molto complesso ed articolato della Sicilia, sia dal punto di vista stratigrafico che strutturale.

La serie litostratigrafica in sito si compone dal basso verso l'alto dai seguenti litotipi:

1. Calcarei di Rocca del Signore, costituiti da calcari arenacei verdastri e marne, alternati a calcareniti e calcilutiti massive con frammenti di rudiste ed orbitoidi, passanti verso l'alto a marne verdastre e calcilutiti policrome con radiolariti e plancton calcareo. Lo spessore di detta Formazione risulta variabile tra 20 e 80 m e l'età è Cretaceo inferiore;

2. Argille e calcari di case Sepia, costituite da argille verdastre e biancastre a foraminiferi planctonici enannofossili calcarei intercalati a biocalcareni a macroforaminiferi e frammenti di coralli. Gli spessori risultano essere variabili tra 30 e 50 m e l'età è Eocene superiore - Oligocene inferiore;

3. Arenarie ed argille di Casalotto, costituite da arenarie quarzose giallastre con intercalazioni di argille marnose brune fossilifere contenenti rari foraminiferi planctonici, marne color nocciola e biocalcareni con macroforaminiferi rimaneggiati. Lo spessore risulta superiore ai 100 m e l'età è Oligocene superiore-Miocene inferiore;

4. Formazione Castellana Sicula, costituita da argille giallo-rossastre e peliti sabbiose con rari foraminiferi planctonici e frequenti foraminiferi bentonici, con intercalazione di arenarie e microconglomerati fango sostenuti generalmente sterili. Gli spessori sono variabili tra 20 e 250 m e l'età è Serravalliano superiore - Tortonianiano inferiore;

5. Formazione "Terravecchia", costituita da conglomerati, sabbie e peliti, passanti a marne argillose. Nell'area in esame è presente la facies pelitico-argillosa, costituita da argille

e marne grigio-nocciola con livelli o lenti di sabbie giallastre. Lo spessore risulta variare tra 100 e 200 m e l'età Tortoniano superiore- Messiniano inferiore;

6. Depositi di fondo valle alluvioni antiche e recenti. Nella fattispecie si rilevano depositi fluviali del Fiume Belice e quelli definiti di Capo Plaia, consistenti in accumuli di materiale fluviale e colluviale. L'età risulta essere Pleistocene superiore - Olocene. Nella loro generalità sono costituiti da "alluvioni antiche e recenti" rappresentate da un'abbondante sedimento sabbioso-ghiaioso-ciottoloso a granulometria variabile sia in senso verticale, sia orizzontale immerso in abbondante matrice limoso-argillosa di colore variabile dal bruno al rossastro. Le sabbie si presentano generalmente rossastre a brune e con diverso grado di addensamento. I granuli sono prevalentemente quarzosi e associati a frammenti litici di calcite. Frequenti risultano i passaggi a sabbie limose in forme di lenti o livelletti variamente disposti. Gli elementi grossolani costituenti tali depositi, si presentano per lo più subsferoidali (fluviali) e la struttura risulta generalmente senza nessuna classazione né gradazione, se non per rari livelli discontinui di sabbie fini e silt. Circa gli spessori di tali sedimenti occorre rilevare che da quanto investigato in sondaggi eseguiti nelle vicinanze questi risultano non superiori ai tre/quattro metri in relazione all'originaria superficie topografica e all'energia delle acque scorrenti del Fiume Belice e dei suoi affluenti che le hanno di fatto deposte. In particolare l'area oggetto dell'intervento risulta interessata da omogeneità litologica con interessamento sostanziale delle sole litologie riferite ai depositi terrigeni e a depositi di fondo valle. Sondaggi meccanici a carotaggio continuo, scavi a sezione obbligata e indagini geofisiche sono state supporto di quanto sopra. Sulle risultanze di tale studio sono stati basati i necessari calcoli strutturali in aderenza alla vigente normativa.

5 Descrizione dell'intervento

In relazione allo stato di esercizio delle opere si rende necessario intervenire con delle opere di manutenzione straordinaria delle opere appresso elencate:

- Interventi alla torre di presa dal lago mediante la sostituzione delle apparecchiature elettromeccaniche della stazione di sollevamento del serbatoio di Garcia
- Interventi all'edificio di trasformazione con rifacimento del gruppo di trasformazione e opere civili connesse
- Rifacimento della condotta premente dal lago Garcia alla vasca Renelli per complessivi m 978,68 tra il vertice V1 e la vasca Renelli
- Interventi alla camera di manovra della Vasca Renelli
- Interventi di rifacimento della condotta P e Pc per complessivi m 3468 nel tratto che alimenta aree irrigue della Zona IVa già attrezzate con rifacimento delle consegne comiziali ai comizi 23 –31 –32 –33 e 34 (ha103,80 SAU) interessati dal tratto oggetto di sostituzione

5.1 Interventi alla torre di presa dal lago alla vasca Renelli

Il fabbisogno idrico dell'impianto irriguo Dagale Renelli viene prelevato dal Lago Garcia per mezzo di apparecchiature di sollevamento ubicate in una torre di presa distante circa 315 m dall'edificio destinato ad alloggiare le apparecchiature elettriche e locali di servizio per il personale di gestione. La condotta premente ha un diametro di 1500 mm ed una lunghezza di circa 1400 m.

Il massimo dislivello geodetico del sollevamento è pari alla differenza della quota massima d'acqua nella vasca Renelli pari a 291msm e la quota minima nel lago Garcia pari 178 (la quota di invaso ordinario è pari a 194,00 m.s.m) risultante pari a 113 m.

La portata massima da sollevare è pari a 1545 l/s con tre elettropompe in funzione ed una di riserva.

Le apparecchiature attualmente installate nella torre di presa (elettropompe ad asse verticale, valvole di ritegno e di intercettazione sulle mandate, organi di protezione dalle sollecitazioni di moto vario) e quelle installate nell'edificio comandi (quadro di media tensione a 20 kV, trasformatori da 20kV a 6kV, trasformatore per servizi da 20 kV a 0,4 kV, quadro di comando e controllo elettropompe a 6kV, quadro di comando e controllo utenze a

0,4 kV e accessori) risultano ormai al termine della vita tecnica e devono essere sostituite unitamente alla condotta premente.

Si è provveduto ad effettuare una analisi delle sollecitazioni di moto vario della condotta premente dalla torre di presa nel Lago Garcia fino alla vasca Renelli.

I calcoli sono stati effettuati utilizzando il codice di calcolo Bentley Hammer V8i, prodotto da Bentley Systems Inc. La condotta premente è prevista in acciaio dalla torre di presa fino all'edificio comandi (in della tratta è ospitata sotto la passerella di servizio e entro un cunicolo per la parte a terra) mentre è prevista in ghisa sferoidale per la parte rimanente interrata.

Con riferimento alle sollecitazioni di moto vario la condizione più gravosa di esercizio è costituita dal distacco brusco delle elettropompe per interruzione nell'alimentazione elettrica.

Infatti nelle condizioni di esercizio ordinario la partenza e l'arresto della elettropompe vengono effettuati rispettivamente con una rampa progressiva di accelerazione e con una rampa di decelerazione utilizzando l'inverter previsto a corredo di ciascuna delle quattro elettropompe. Nella Figura 3 sono riportate le pressioni massime e minime per stacco improvviso delle tre elettropompe per mancanza di energia elettrica.

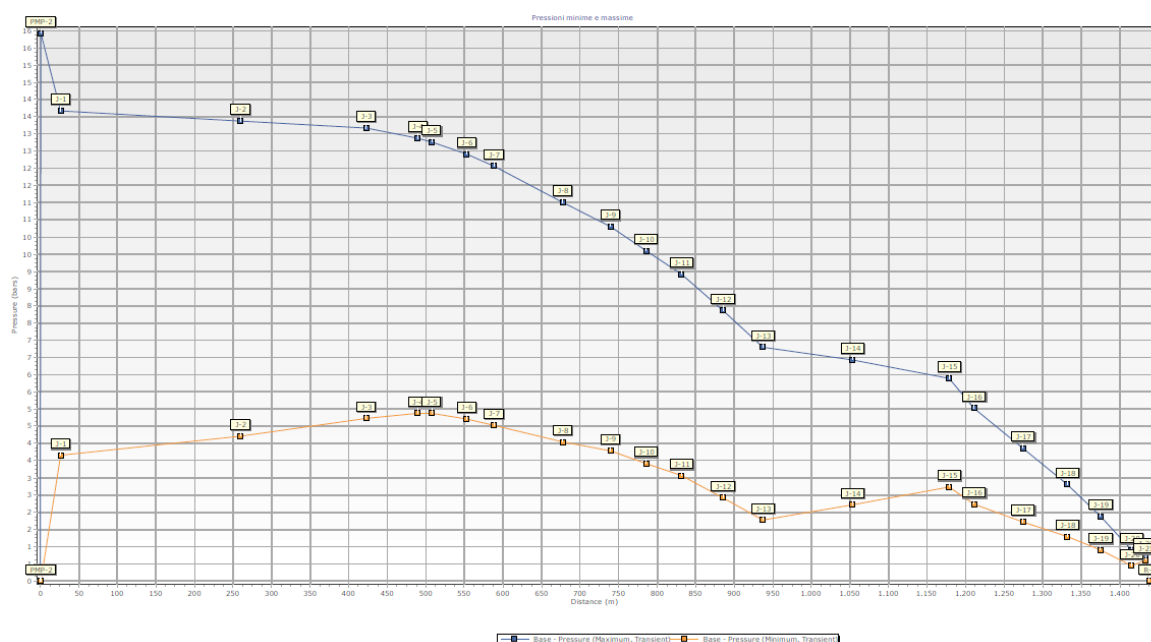


Figura 1 Pressioni massime e minime lungo la condotta

In particolare la pressione massima al piede della condotta è pari a 14 bar mentre la pressione minima è pari a 4 bar.

Nella torre di presa verranno installate n.3+1 elettropompe con giranti centrifughe ad asse verticale, pluristadio, con corpo pompa immerso e gruppo di comando verticale superiore in camera asciutta. Le elettropompe avranno le seguenti caratteristiche

- pompe n. 3+1
- portata l/s 515
- prevalenza m 120
- potenza assorbita da ciascuna pompa kW 763
- lunghezza d'asse m23,00

Le pompe saranno dotate di motore elettrico in media tensione per corrente alternata, esecuzione ad asse verticale, standard IEC, installazione IM3011, protezione IP55, raffreddamento IC411, isolamento in classe F, impregnazione in vuoto, cuscinetti a sfere, servizio S1, ventola di raffreddamento, potenza nominale 895 kW.

Sulla mandata di ciascun elettropompa saranno montati i seguenti accessori idraulici tutti del diametro di 500 mm e PN16: un giunto di smontaggio, un valvola di ritegno a doppio battente ed una valvola a farfalla motorizzata. Per la movimentazione delle apparecchiature nella torre di sollevamento viene utilizzato un carro ponte esistente di tipo mono trave con trave del ponte e testate costruite con profilati saldati. Si prevede un intervento di manutenzione straordinaria consistente nella sostituzione dei meccanismi per la traslazione longitudinale, trasversale e verticale.

Le apparecchiature di protezione dalle sollecitazioni di moto vario, a differenza di quanto esistente verranno installate nei pressi dell'edificio comandi, acquisendo il duplice vantaggio di facilitarne la manutenzione e ridurre i carichi gravanti nella torre di presa, la cui agibilità risulta anche migliorata per il maggiore spazio disponibile.

Dai calcoli delle sollecitazioni di moto vario effettuati con una cassa d'aria di 15.000 lt risulta che le massime pressioni all'inizio della condotta premente (nella torre di presa) è di 14 bar mentre la minima pressione è di 4 bar.

Si prevedono inoltre una serie di opere civili, consistenti sinteticamente nella sostituzione degli infissi metallici esistenti ammalorati (finestre e portone di accesso) con altri nuovi delle stesse caratteristiche funzionali per una superficie complessiva di 120 m². Analogamente verranno sostituiti tutti i grigliati e le ringhiere esistenti.

5.2 Interventi all'edificio trasformazione e comandi

5.2.1 Apparecchiature di trasformazione e quadri

Nell'edificio comandi verranno installate le seguenti apparecchiature:

- cabina elettrica di trasformazione costituita da quadro prefabbricato di media tensione con grado di isolamento di 24 kV e tensione di esercizio di 20kV, contenente le apparecchiature di manovra e protezione;
- n.1 trasformatore a secco in resina 24kV/400 V della potenza di 250 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari ubicato in box di protezione;

- n.3 trasformatori a secco in resina 24kV/6000 V della potenza di 2500 KVA per l'alimentazione degli inverter per l'alimentazione dei motori delle pompe;
- quadro prefabbricato di media tensione con grado di isolamento di 12 kV e tensione di esercizio di 6kV, contenente le apparecchiature di manovra e protezione degli inverter a media tensione;
- n.4 inverter di media tensione con raffreddamento ad aria per l'alimentazione e la regolazione dei motori ad una tensione di 6000V;
- quadro elettrico di comando e controllo delle utenze secondarie dell'impianto di sollevamento e dei servizi degli uffici e delle pertinenze dell'opera di presa e della sala trasformatori e comando e controllo dei motori;
- sistema di supervisione e controllo dell'impianto di sollevamento basato su microprocessore (PLC) in grado di gestire in maniera completamente automatica tutto l'impianto in funzione della richiesta di utenza;
- cavi di alimentazione MT e bt delle varie utenze posizionati o in conduit interrati o su passerelle (vassoi) porta cavi o tubi conduit in acciaio zincato, sostenute da robusti profilati in acciaio, per le parti a vista;
- adeguamento impianto di terra secondo le prescrizioni delle vigenti norme CEI, nonché del D.P.R. 547;
- All'esterno dell'edificio comandi saranno installate le apparecchiature di protezione dalle sollecitazioni di moto vario costituite da:
- serbatoio cilindrico ad asse verticale, con fondi bombati in acciaio AISI316L, collaudo ISPESL, avente le seguenti caratteristiche:
 - - capacità lt15.000
 - - massima pressione di esercizio bar15
 - - pressione di collaudo bar20
 - - diametro mm2.000
 - - altezza complessiva mm5.540

- elettrocompressore alternativo raffreddato ad aria, assemblato su basamento comprendente motore elettrico asincrono trifase, sistema di trasmissione e compressore lubrificato, completo di filtro in aspirazione, valvola di sicurezza e altri accessori di sicurezza e di esercizio per il rifornimento automatico dell'aria.

Per la ventilazione della sala quadri e locali alloggio inverter sono previsti n.3 ventilatori di estrazione assiali, per installazione su canale o parete, con girante a pale regolabili.

5.2.2 Opere civili

Sono inoltre previste una serie di opere civili, e nello specifico la demolizione delle seguenti parti:

- Platee, cunicoli e pozzetti raccolta olio dei trasformatori esistenti che sono con isolamento ad olio e che verranno sostituiti con trasformatori in resina, che non necessitano delle opere di cui sopra.

- Soletta attualmente interessata dai cunicoli dei cavi in MT e bt e dai basamenti dei quadri elettrici di MT e bt che verranno sostituiti;

- Soletta di copertura del cunicolo, dove è alloggiata la condotta premente, per una lunghezza di circa 5,10 m nella parte dove verranno installati 2 degli inverter in media tensione.

I nuovi trasformatori verranno alloggiati in 4 locali prefabbricati in c.a.v. con dimensioni utili in pianta di m(3,15x2,12) e altezza utile di 2,80 m, completi di basamento prefabbricato a vasca in c.a.v. dell'altezza di 0,50 m con porta a due ante in vetroresina (cm. 120 x 215), griglia in vetroresina (cm 90x54), plafoniera stagna a led 1x36W, Interruttore di comando luci in cassetta stagna. La struttura sarà realizzata in conglomerato cementizio armato di classe Rck 350. Ciascun box sarà rifinito a regola d'arte sia internamente che esternamente. Le pareti interne ed il soffitto saranno tinteggiate con pitture a base di resine sintetiche di colore bianco. Le pareti esterne e l'elemento di copertura saranno trattati con rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti e additivi che garantiscono ottima resistenza agli agenti atmosferici. Per la

fondazione dei locali prefabbricati è previsto un basamento in conglomerato cementizio armato classe C25/30 della larghezza di 3,30 m e della lunghezza di 12,50 m con uno spessore di 0,40m.

Le nuove solette della sala quadri, dello spessore di 0,20 m ed i relativi cunicoli verranno realizzati in conglomerato cementizio armato classe C25/30 su strato di magro dello spessore di 0,10 m. Al di sopra della soletta verrà realizzato un pavimento in gres industriale.

Analogamente la nuova soletta di copertura del cunicolo di alloggio della tubazione, della luce di 4,70 m e dello spessore di 0,25m sarà realizzata in conglomerato cementizio armato classe C25/30.

5.2.3 Calcoli Strutturali

Per tutte le opere civili previste in progetto, quali la realizzazione dei basamenti per le strutture prefabbricate, dei quadri, il manufatto di alloggio della cassa d'aria, la soletta del cunicolo, i locali prefabbricati stessi, il manufatto di spinta del relining di cui più avanti e per i blocchi di ancoraggio, sono stati sviluppati i necessari calcoli strutturali e le verifiche geotecniche in aderenza alle vigenti disposizioni normative di cui alle NTC 2018 e alla correlata Circolare 21/1/2019 - n. 7 CSLLPP, contenuti nell'allegato R. 3.3, a cui si rimanda, redatti in conformità alle vigenti disposizioni normative in merito.

5.2.4 Impianto di illuminazione

Si prevede inoltre la realizzazione dell'illuminazione delle aree esterne all'edificio comandi mediante n. n.9 proiettori a led da 155 watt montati su pali stradali dell'altezza di 6 m. Ciascun proiettore sarà costituito da: corpo in alluminio pressofuso verniciato, diffusore in vetro piano di sicurezza temprato, riflettore asimmetrico in alluminio placcato 9, guarnizione in silicone, antinvecchiamento, pressacavo antistrappo M20x1.5, viteria esterna in acciaio inox, staffa in acciaio verniciata, tensione 230 V 50 Hz, grado di protezione IP68, classe isolamento I, flusso luminoso 12021 lm.

L'illuminazione notturna della passerella di accesso alla torre di presa sarà effettuata con n.90 apparecchi da parete a led disposti ad un'altezza di 0,85 m su entrambi i lati della passerella ad una distanza di 9 m opportunamente sfalsati. Gli apparecchi avranno le seguenti caratteristiche: classe II, IP66, IK10, corpo in alluminio stampato a iniezione (compatibile con installazioni in ambienti marini), coppa: policarbonato stabilizzato, fissaggio in acciaio inox, protezione contro le sovratensioni 6kV, potenza 15 W, flusso luminoso apparecchio: 1142 lm.

Per l'illuminazione interna della torre di presa e dei locali dell'edificio comandi saranno impiegate plafoniere a LED, corpo in lamiera di acciaio prezincata verniciata alle polveri di poliestere, testata in tecnopolimero, ottica in alluminio antiabbagliamento diffondente, schermo in vetro temprato microprismatizzato, alimentatore elettronico ED, grado di protezione IP66, potenza 1x36 W (flusso di apparecchio 2700 lm), tensione 230 V 50 Hz.

5.3 Rifacimento condotta premente

Dalla torre di presa le pompe alimentano la condotta premente realizzata in acciaio DN 1200 dello sviluppo complessivo di m 1409, di cui m 376.80 alloggiati al di sotto della passerella di accesso alla torre.

Tale condotta è oggetto di continui interventi di riparazione per perdite dovute alla corrosione e pertanto se ne rende necessaria la sostituzione.

Per la sostituzione della condotta si prevede la posa di una nuova condotta grossomodo parallela a quella esistente posizionata sul ciglio opposto della pista a suo tempo realizzata in affiancamento della condotta nel secondo tratto tra il V1 e la camera di manovra della vasca Renelli, di complessivi m 978.62.

Per il tratto di condotta premente, di complessivi m 978.62, dal vertice V1 sino alla camera di manovra della vasca Renelli, si prevede di alloggiare la nuova condotta DN 1200 sul lato opposto alla pista che fiancheggia la condotta posata a suo tempo, sino a giungere in prossimità della camera di manovra della vasca Renelli dove sarà necessario rimuovere un tratto di condotta esistente e sostituirlo con la nuova mediante idonei pezzi speciali.

La nuova condotta premente per il tratto in questione sarà realizzata in ghisa sferoidale, con rivestimento interno con malta cementizia d’altoforno applicata per centrifugazione (EN545:2010) e rivestimento esterno con una lega di zinco e alluminio additivata in rame con una massa minima pari a 400 g/m² e successiva vernice di finitura acrilica all’acqua esente da bisfenoli secondo quanto indicato nella norma EN 545:2010, classe di pressione C25, garantendo quindi la massima durabilità all'opera.

In definitiva, nella tabella seguente si riportano i tratti di condotta oggetto di intervento con indicati i materiali presenti e quelli da adottare, compreso il tratto di risanamento mediante relining per il quale si rimanda al paragrafo precedente:

CONDOTTA	SVILUPPO (m)	ATTUALE		IN PROGETTO		
		DN (mm)	MATERIALE	DIAMETRO (mm)		MATERIALE
				DN (mm)	Di(mm)	
PREMENTE	978,62	1200	ACCIAIO	1200	1200	GHISA

La Relazione Idraulica di cui all’allegato R 2 riporta in dettaglio i calcoli idraulici della condotta in parola sino alla vasca Renelli e da questa sino alla vasca Borghi per il tramite della condotta Renelli – Borghi, assicurando con la nuova articolazione del sistema la permanenza della funzionalità idraulica, individuando le quote di esercizio dei vari tronchi oggetto di intervento raffrontandole con le quote analoghe riferite alle condizioni di esercizio con i diametri e materiali attuali (nell’ipotesi della loro piena funzionalità)

Per la verifica idraulica si sono considerati i valori di portata per ciascun tratto di condotta così come determinati in sede di dimensionamento del progetto realizzato a suo tempo, con esercizio alla domanda.

Le perdite di carico per ciascun tratto di condotta in relazione a detti valori di portata, sono state calcolate mediante la formula di Hazen Williams.

Nelle tavole di progetto è rappresentata per ciascun tratto di condotta sostituito la piezometrica prima e dopo l’intervento, da cui si evince la sostanziale invarianza del cielo piezometrico della rete, a seguito dell’intervento di progetto.

5.4 Interventi alla camera di manovra vasca Renelli

Il manufatto è un'opera in calcestruzzo armato, interrato e parzialmente fuori terra, con accesso da portone dal piano campagna.

L'ingresso e la disposizione delle apparecchiature all'interno del manufatto sono tali da consentire le lavorazioni senza particolari demolizioni.

Nella camera di manovra della vasca Renelli si prevede l'eliminazione della valvola di regolazione del carico attualmente fuori servizio con taglio del tratto terminale verticale della condotta premente, a seguito della predisposizione di inverter all'edificio trasformazione e comandi e la sostituzione della valvola a farfalla DN 900 di intercettazione della condotta in derivazione dalla vasca destinata a servire sia l'allacciamento alla condotta principale di distribuzione alla Zona IVa, sia l'allacciamento alla condotta Renelli - Borghi, nonché la valvola di scarico di fondo della vasca stessa, che attualmente risultano in cattivo stato di funzionamento.

5.5 Interventi di rifacimento del sistema di alimentazione di parte delle aree irrigue della Zona IVa (Dagale- Renelli)

Il territorio che forma la zona denominata Dagale-Renelli risulta poco omogeneo per caratteristiche ambientali e morfologiche.

E' composto infatti da una parte collinare, subito a ridosso della sponda destra del lago artificiale di Garcia e dal fondovalle del f. Belice Destro che si estende fra Ponte Calatasi e Ponte Carbone.

Altimetricamente quindi il comprensorio risulta alquanto accidentato toccando i 250 m s.m. in vicinanza alla vasca Renelli, scendendo a 200 m s.m. ai limiti dell'invaso e degradando sino a c.a 160 m s.m. al fondovalle del f. Belice Destro. All'interno del perimetro che delimita la zona, alcune aree risultano non adatte all'irrigazione o perché troppo acclivi o perché a quote che non consentono la distribuzione con carico sufficiente. Al netto di tali superfici, la superficie agraria utile risulta di circa 1077 ha.

L'elaborato 'Relazione Geologica', redatto dal geol. Antonio Gallo ed allegato al

progetto, offre una esauriente descrizione dei terreni interessati e delle loro peculiari caratteristiche.

La distribuzione irrigua nella zona IVa, come detto, risulta già realizzata; il lungo tempo trascorso però ne ha gradualmente ridotto l'efficienza e la funzionalità tanto che, ai giorni d'oggi, la rete risulta in gran parte inutilizzabile.

Per tali motivi il Consorzio di Bonifica 2 – Palermo ha deciso di intraprendere una serie di interventi di manutenzione straordinaria delle reti del comprensorio, prevedendone il loro totale rifacimento.

La distribuzione delle risorse idriche, sollevate dalla stazione di pompaggio e accumulate nella vasca di carico e compenso Renelli, avviene tramite due condotte che originano dalla condotta di derivazione, immediatamente a valle della vasca stessa.

La prima, denominata Borghi, assolve la duplice funzione di alimentazione continua della vasca Borghi e di distribuzione irrigua dei comizi afferenti alla zona IVa che si trovano in prossimità della stessa.

La seconda condotta è dedicata alla sola distribuzione irrigua della restante gran parte del comprensorio e, originando dalla condotta di derivazione, raggiunge il fondovalle del f. Belice destro.

Purtroppo, per motivi economici, la manutenzione straordinaria di tutte le condotte e reti di distribuzione non può, al momento attuale, essere realizzata nella sua totalità; è stata quindi determinata dal Consorzio stesso una zona di estensione limitata cui dare la priorità nella realizzazione degli interventi manutentivi, che sarà quindi oggetto della parte distributiva del presente stralcio funzionale.

Essendo tale zona ubicata in fondovalle Belice destro il presente progetto prevede quindi il completo ripristino funzionale delle condotte di distribuzione irrigua (denominate Principale e secondaria P/c) e il riattamento delle consegne cinque comiziali lungo il percorso di intervento (comizi 23, 31, 32, 33, 34).

5.5.1 Zone consortili servite dal presente stralcio

5.5.1.1 - Reti Principali e Secondarie

Il sistema irriguo è schematizzabile in tre ordini di condotte: principali, secondarie e terziarie o comiziali. Per le prime si intendono le condotte che si dipartono dalla vasca di accumulo e compensazione Renelli denominate Borghi e Principale.

Nel presente stralcio funzionale non si prevede alcun intervento sulla condotta Borghi mentre la condotta Principale sarà oggetto di manutenzione straordinaria (rifacimento) per la sua parte necessaria all'approvvigionamento idrico della zona di interesse in precedenza descritta.

Ovviamente, come dettagliatamente illustrato nella relazione idraulica, il dimensionamento della condotta principale tiene conto delle necessità di approvvigionamento idrico di tutta la parte di comprensorio interessata dalla condotta stessa al suo passaggio anche se, per i citati motivi economici, non sarà possibile provvedere al rifacimento della rete di distribuzione comiziale di tutti i territori attraversati.

L'andamento della nuova condotta segue, tranne piccole variazioni, quello della precedente condotta principale in modo da limitare al massimo la necessità di nuove procedure espropriative e, nello stesso tempo, utilizzare un tracciato caratterizzato da buona stabilità non essendosi manifestati, nei cinquant'anni trascorsi, significativi fenomeni di instabilità a profondità tale da interessare le condotte interrate.

La nuova condotta Principale origina dall'esistente pozzetto di misurazione situato poco a valle della vasca Renelli, immediatamente a valle della diramazione fra condotta Principale e condotta Borghi. Le nuove tubazioni, tutte realizzate in P.E.A.D. con giunzione saldata, sviluppano complessivamente 3.468 m, con diametri nominali variabili tra ϕ 710 e ϕ 315 come meglio illustrato nella tabella che segue. Le condotte ϕ 710 e ϕ 630 sono previste del PN 10 mentre le restanti, che si sviluppano più a valle, saranno del PN 16.

A queste si aggiungono 189 m del ϕ 160 relativi al ramo secondario denominato P/c.

Diametro nominale (mm)	710	630	560	400	355	315	160
Principale P Condotta P/c (m)	273	1301	586	365	838	107	189
Sviluppi totali (m)	3.468						

Tutte queste condotte sono rappresentate nelle planimetrie in scala 1:2000 allegate; viene inoltre fornita una rappresentazione altimetrica sotto forma di profili in scala 1:2000/1:200.

Sono state redatte anche delle tavole di tracciamento di tutte le condotte sopra indicate sulla base delle coordinate di punti di vertice.

Per quanto alle opere d'arte di linea per le condotte principali e secondarie, dall'esame delle tavole accennate sono rintracciabili tramite apposite simbologie i punti in cui sono previsti manufatti di tipo ricorrente, quali sfiati, scarichi, sottopassi di strade e corsi d'acqua. Se ne dà, a titolo indicativo, un riepilogo come appresso:

5.5.1.2 Opere d'arte

I disegni illustrativi di tutte le opere 'tipo' ricorrenti sono raccolti nelle specifiche tavole di progetto.

I calcoli idraulici delle reti sono riportati nello specifico elaborato Relazione Idraulica, cui va fatto riferimento per ogni approfondimento mentre per quelli statici ci si deve riferire all'elaborato denominato Relazione Geotecnica.

			Attraversamenti Strade		Attraversamenti
	Sfiati	Scarichi	Campestri	Provinciali	Corsi d'acqua e fossi
Condotte principali	8	9	6	-	7
Condotte secondarie					
TOTALI	8	9	6	-	7

5.5.1.3 Consegne comiziali

Sono oggetto di intervento il rifacimento di quelle relative ai comizi 23 –31 –32 –33 e

34 che servono una superficie complessiva di ha 103,80 SAU.

Nel gruppo di consegna comiziale sono installate le apparecchiature di intercettazione e di controllo.

Tale manufatto, rappresentato nella specificata tavola di progetto, del tipo in superficie, è protetto da recinzione in rete metallica sorretta da montanti metallici infissi in piattaforma di calcestruzzo e munito di porta di accesso. La cabina risultante è protetta contro le intrusioni anche sul cielo con una tettoia in lamiera ondulata.

Questa soluzione è adottata in vista anche della possibile presenza in futuro di apparecchiature elettroniche di comando e controllo relative all'automazione.

Sulla tubazione derivata in cabina sono montati in serie i seguenti apparecchi: gruppo contatore, valvola idraulica a membrana con regolazione di pressione e/o portata, due apparecchiature per rientrata d'aria e sfiato, come in seguito più diffusamente illustrato.

Nei gruppi che si prevede di installare nell'ambito dei lavori previsti nel presente progetto, ubicati nella zona più depressa rispetto alla vasca di carico Renelli, verrà inoltre posizionata, a valle delle citate apparecchiature, una valvola ad apertura rapida per sovrappressione, a tutela delle reti terziarie aventi classe PN 10.

5.5.1.4 – Scelta dei materiali costituenti le condotte

I particolari aspetti della valle del Belice, sotto il profilo geologico e sismico, sono stati a suo tempo oggetto grande attenzione (anche da parte dei tecnici della Cassa per il Mezzogiorno) e di approfonditi studi ed hanno indirizzato alla scelta dell'acciaio per la condotta di grande diametro (ϕ 2500÷2300) del primo tronco dell'Adduttrice Principale ¹.

Il grande volume idrico trasportato esige infatti una particolare garanzia del vettore per il quale sono stati ideati e progettati accorgimenti particolari (notevole interrimento, speciali giunti elastici-antisismici, indipendenza delle condotte dai manufatti nella galleria, etc.).

Per le condotte degli impianti previsti nel presente progetto si ritiene di dover adottare

¹ Utilizzazione a scopo irriguo delle acque invase nel serbatoio di Garcia - Progetto esecutivo delle opere di adduzione principali - 1979

criteri analoghi a quelli assunti per la condotta principale circa un buon comportamento elastico delle tubazioni, ma senza imporre l'acciaio, sia per i minori diametri in gioco (ϕ massimo 710 mm) sia per l'entità delle stesse portate istantanee che, in ogni caso, non costituirebbero un grande problema per il loro smaltimento negli alvei naturali o sistemati.

Le condotte metalliche, oltre al maggior costo, comporterebbero infatti oneri e problemi di manutenzione (protezione catodica) che, in reti di tale estensione e ramificazione, si ritiene opportuno, per quanto possibile, evitare in considerazione anche del tipo di utilizzo (irriguo) cui è destinata la rete di distribuzione.

In progetto le varie condotte vengono individuate con denominazioni particolari a seconda della loro funzione e importanza:

- condotta *principale* è chiamata la condotta alimentatrice di un intero sistema territoriale o sub-territoriale;
- condotte *secondarie* rappresentano i rami della principale sino ad alimentare i “gruppi” di consegna comiziali;
- condotte *terziarie* o comiziali quelle che provvedono alla distribuzione all'interno dei comizi.

Condotte principali e secondarie

Per le condotte principali e secondarie di diametro compreso fra $\phi 710$ e $\phi 160$ ci si è indirizzati verso le tubazioni realizzate con polietilene ad alta densità (P.E.A.D.) classe di pressione adeguata (1.0÷1.6 Mpa) che dovranno essere posate nel pieno rispetto delle prescrizioni di Capitolato.

L'elevata elasticità delle condotte, la buona resistenza allo schiacciamento in tale classe di rigidità, la giunzione saldata che consente la realizzazione di tratte monolitiche che eliminano i fenomeni di sfilamento dovuti a cedimenti differenziali dei terreni per assestamenti ed anche per fenomeni sismici, la maneggevolezza di tubi, l'automazione delle giunzioni mediante apposite apparecchiature e in definitiva gli ottimi risultati riscontrati in moltissime applicazioni, offrono adeguate e sufficienti garanzie di buon comportamento sia in condizioni normali che sismiche. Si è data preferenza a questa tipologia di condotte anche per i diametri minori, sia per uniformità tipologica sia per la maggior sicurezza che tali

tubazioni offrono nei confronti dello sfilamento rispetto a condotte giuntate.

Sotto l'aspetto idraulico non vi è dubbio che l'esigua scabrezza consenta minori perdite che per altri tipi più tradizionali di tubazioni. Si è tuttavia ritenuto, a favore della sicurezza, di utilizzare nei calcoli idraulici (vedi relazione R5) un coefficiente di scabrezza nella II^a formula di Bazin pari a $\gamma = 0.12$ per tubazioni > di 300 mm e pari a $\gamma = 0.16$ per tubazioni di diametro inferiore in modo da tenere in debito conto le perdite localizzate, l'invecchiamento e soprattutto il possibile deposito di materiali fini trasportati dall'acqua in considerazione del funzionamento intermittente e della lunga pausa invernale.

5.5.2 La distribuzione comiziale

5.5.2.1 Il gruppo di consegna comiziale

La cabina di consegna comiziale è costituita all'aperto, entro un recinto di protezione a pannelli di rete metallica. La soluzione, collaudata, consente il mantenimento di condizioni di pulizia, di aerazione e di buona accessibilità per la manutenzione.

La cabina comiziale è l'unico organo periferico di rilievo. In essa sono concentrate alcune apparecchiature di intercettazione e di controllo determinanti ai fini gestionali.

Schematicamente, le cabine di consegna comiziali sono munite dei seguenti organi:

- saracinesca manuale di intercettazione
- due apparecchiature di sfiato (a monte e valle)
- contatore volumetrico con emettitore di impulsi
- idrovalvola con funzione di intercettazione e regolazione di pressione
- valvola di sicurezza per sovrappressione

Queste apparecchiature rappresentano quanto necessario al controllo della distribuzione comiziale che in futuro potrà anche essere effettuato da un centro operativo del Consorzio a mezzo di monitoraggio e telecomando programmabile.

È infatti previsto che la idrovalvola e il misuratore di portata siano predisposti per il collegamento ad una eventuale scheda elettronica di campo

Per evitare inoltre che, per imperfetto funzionamento delle idrovalvole regolatrici di

pressione (dovuto a impurità o altre disfunzioni) il carico idrostatico nella rete terziaria possa superare la classe di pressione di progetto (PN 10) si è ritenuto opportuno l'inserimento in derivazione di una idrovalvola a scarico rapido nei gruppi ove tale eventualità potrebbe manifestarsi.

5.5.3 Blocchi di ancoraggio

Lungo la condotta premente non sono previsti blocchi di ancoraggio, in quanto la tenuta idraulica sarà garantita dall'utilizzo di giunti antisfilamento per la lunghezza necessaria, per il cui dimensionamento si rimanda all'apposito elaborato R2, cui si rimanda.

Per le restanti condotte, in corrispondenza alle variazioni planoaltimetriche, le condotte saranno provviste di blocchi d'ancoraggio in calcestruzzo di cui vengono forniti gli elementi geometrici di massima nella specifica tavola di progetto.

Sarà cura dell'appaltatore determinare caso per caso il volume del blocco e sottoporne i calcoli alla D.L.

Essi dovranno essere eseguiti tenendo conto che la spinta risultante:

$$S_t = A \cdot P \cdot 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

deve essere contrastata

- a) per attrito sul piano di appoggio (S_1)
- b) a seguito della mobilitazione della spinta passiva del terreno sulla parete opposta a quella di applicazione della spinta (S_2).

In definitiva, nell'ipotesi di un blocco a pianta triangolare equilatera (in kg e m):

$$S_t = \frac{S_1}{K_1} + \frac{S_2}{K_2} = \frac{1}{K_1} \cdot 1000 \cdot b^2 \cdot h \cdot \mu + \frac{1}{K_2} \cdot 0.5 \cdot b^2 \cdot \gamma_t \cdot \lambda_a$$

ove i simboli hanno il seguente significato:

- b lato di un triangolo equilatero
- h altezza del blocco

- μ coefficiente di attrito terreno-calcestruzzo
- λ_a coefficiente numerico dipendente dall'angolo di attrito e dalla coesione del terreno
- K_1 - K_2 coefficienti di sicurezza (1,3 e 1,6) rispettivamente.

Per le condotte di maggior diametro (principali e secondarie) nelle tavole dei profili sono riportate le deviazioni angolari (in gradi centesimali) e le spinte che si generano nelle condizioni più critiche (max invaso e sovrappressioni); risulterà pertanto facile dedurre le dimensioni dei blocchi nelle singole circostanze.

Come detto, nel calcolo delle spinte la quota piezometrica di calcolo utilizzata è la massima statica aumentata di 20 m per tenere conto dei possibili fenomeni di moto vario indotti da manovre in rete non sufficientemente lente.

Nei computi metrici i blocchi di ancoraggio sono stati valutati singolarmente sia per quanto alle condotte principali che per le secondarie e specifiche tabelle riassumono tutti i parametri relativi alle deviazioni angolari.

5.5.4 Attraversamenti

Per gli attraversamenti di strade e corsi d'acqua sono state previste differenti modalità in funzione della tipologia dell'attraversamento stesso indipendentemente dalla classe (principale - secondaria - terziaria) della condotta interessata.

5.5.4.1 Attraversamenti stradali

Per le strade poderali e campestri l'attraversamento avverrà con scavo all'aperto e posa di travetti di protezione condotta in c.a..

5.5.4.2 Attraversamenti di corsi d'acqua

Sono previste due tipologie di attraversamento:

- Per i corsi d'acqua maggiori (definiti torrenti) l'attraversamento avverrà tramite tecnologia T.O.C. che prevede l'infissione orizzontale teleguidata della tubazione

irrigua. Tale modalità consente di non interferire né alterare in alcun modo il naturale andamento del corso d'acqua e la sua morfologia. Questa metodologia interessa la maggioranza dei corsi d'acqua attraversati.

- Per i corsi d'acqua minori (definiti fossi) l'attraversamento avverrà con scavo all'aperto e la condotta verrà protetta con uno specifico 'bauletto' in cls di opportuna lunghezza.

Maggiori dettagli sono desumibili dalle specifiche tavole di progetto.

6 Disposizioni per posa ed esercizio delle condotte

Trattandosi di intervento di ripristino della funzionalità di un complesso di condotte di vario diametro e materiale, per la condotta premente e le condotte principali e secondarie in molti tratti si è previsto di limitare la rimozione delle tratte di tubazione strettamente necessarie, affiancando le nuove condotte con le esistenti e realizzando opportuni pezzi speciali in acciaio per consentire l'allacciamento con il tratto su cui si deve innestare la nuova tubazione.

È da far presente la grande importanza per tutte le tubazioni, in ghisa, in PEAD e in PVC-A, delle modalità di posa previste in Capitolato e dalle prescrizioni speciali, in quanto deve essere assicurato un perfetto compattamento del terreno di rinfianco.

Particolare attenzione è stata posta per l'individuazione dei punti di scarico e di sfiato, effettuando un'analisi altimetrica dei tronchi di condotta.

Ovviamente in sede costruttiva sarà cura dell'appaltatore farne una accurata verifica anche in base alle effettive livellette dei tronchi.

Ciò va evidenziato per la grande importanza assunta dall'altimetria delle condotte per i fenomeni legati alla presenza di aria nelle condotte. Le bolle d'aria devono venire eliminate costantemente mediante apparecchiature di sfiato poste nei punti salienti.

Gli sfiati dovranno sempre risultare aperti. Si sono previsti sempre sfiati del tipo a tripla funzione, perché atti anche alla rientrata di grandi portate d'aria nel caso di svuotamento

delle condotte.

Le condotte non dovrebbero comunque venire vuotate che per la manutenzione; in realtà l'utente spesso continua l'erogazione anche quando è stata chiusa la valvola comiziale, vuotando così le condotte terziarie senza le dovute precauzioni. La rientrata d'aria risulta allora necessaria per evitare la rottura delle tubazioni per depressione.

Per rimanere in tema di sicurezza delle condotte, si osserva che anche un riempimento non controllato può creare fenomeni dannosi; e se ciò viene ripetuto a ogni turno, il pericolo aumenta.

Le valvole a membrana, inserite alla consegna, hanno il compito di graduare l'afflusso in fase di riempimento così da attenuare anche fenomeni di tale natura che, in una corretta gestione, non dovrebbe avvenire.

Un'altra norma di carattere costruttivo in tema di salvaguardia delle condotte è riferibile alle modalità di posa delle condotte stesse. È infatti importante un efficace rinalzo delle condotte, specie di materiali plastici, ma anche la modalità di realizzazione delle giunzioni tra le canne.

L'elenco prezzi precisa che le tubazioni in PVC-A devono essere munite di bicchieri. Quanto sopra perché deve escludersi che la formazione dei bicchieri avvenga per riscaldamento in cantiere. I fenomeni di ricristallizzazione, se non controllati in fabbrica in modo adeguato, possono dar luogo a condizioni di pericolose fragilità in corrispondenza alle giunzioni con conseguenti rotture.

Vanno altresì attuate con cura le modalità previste per gli attraversamenti delle strade campestri, con l'integrazione di travetti prefabbricati nei punti di passaggio di trattori e automezzi.

7 Piano di Manutenzione, Piano di Sicurezza e Coordinamento, Fascicolo

dell’Opera e Quadro di Incidenza della Mano d’Opera

Il progetto in parola è corredato del necessario piano di manutenzione delle opere e del PSC completo dei previsti allegati e redatto in conformità delle vigenti disposizioni di legge.

8 Occupazione delle aree

Per l’esecuzione dei lavori è prevista l’occupazione definitiva di aree di proprietà privata ubicate nei Comuni di Poggioreale e Monreale nella Provincia di Palermo.

I fogli interessati sono i seguenti:

Foglio	Comune
F.7	Poggioreale
F.196	Monreale
F.199	Monreale
F.203	Monreale

Le indennità di occupazione sono state calcolate ai sensi del nuovo T.U. di cui al DPR 8/6/2001 n. 327 ed al D.lgs 27/12/2002 n. 302.

Le particelle interessate dalle procedure nel progetto sono complessivamente n° 132 e l’importo delle indennità, valutato secondo i criteri innanzi indicati è risultato pari ad €342.000,00 in c.t. determinato nell’apposito elaborato R 16 cui si rimanda.

9 Modalità di esecuzione, costo delle opere e tempo di esecuzione

Per l’intervento in parola si prevede l’esecuzione di lavori a corpo, nel rispetto della normativa vigente di cui al Dlgs 36/2023, in forza del quale sono stati adeguati gli elaborati 12.01 Schema di Contratto e 10.2 Capitolato Speciale d’Appalto.

Il costo aggiornato delle opere in progetto è determinato mediante computo metrico estimativo con adozione, ove possibile, dei prezzi unitari forniti dal Prezzario Regionale della Regione Siciliana approvato con D.A. n. 17 Gab del 29/6/2022, la cui validità è stata estesa anche all’anno 2023 ai sensi del D.A. n. 4 GAB del 20/1/2023 e che, in forza dell’art.

10 bis comma 3b della L.R. 12/2023, continua ad applicarsi per progetti esecutivi da approvarsi entro il primo semestre 2024.

La valutazione dei prezzi non presenti nel sopra citato Prezziario Generale per le Opere Pubbliche è stata eseguita sulla base di analisi condotte con riferimento ai costi della manodopera [come determinato dall'Associazione Costruttori Edili ACEP], dei materiali e dei noli (ove disponibili) [come da ultima Rilevazione del Provveditorato Regionale alle Opere Pubbliche], relativi alla provincia di Trapani, assunti quale riferimento e ricorrendo alle necessarie inchieste di mercato per le forniture.

Per quanto attiene ai trasporti a discarica dei materiali proveniente dagli scavi e dalle demolizioni, la localizzazione è stata individuata nelle ditte Pecoraro Giuseppe, contrada Bovara, zona industriale Salemi, posta ad una distanza media di km 32 dall'area di cantiere.

L'importo dell'intervento, comprensivo di lavori a corpo, oneri della sicurezza e somme a disposizione, in ragione dell'aggiornamento prezzi 2022, è risultato contenuto in € 13,000,000.00, di cui alla Delibera CIPE 1/8/2019 (GURI n. 303 del 28/12/2019): per rientrare entro tale importo si è necessariamente dovuto ridurre gli importi per imprevisti e spese generali, con l'auspicio che possano essere reintegrati alle percentuali usuali a seguito dell'esperimento della gara.

L'importo del finanziamento è quindi ripartito come dal seguente quadro economico, sviluppato in aderenza alle disposizioni contenute nelle Linee Guida MIPAF 4080 del 9/2/2017:

a.1 Lavori a Corpo	€ 9 786 490,05	
a.2 Oneri per la Sicurezza	€ 211 859,09	
A - Sommano	€ 9 998 349,14	€ 9 998 349,14

B - SOMME A DISPOSIZIONE:

b.1 Oneri allacciamento Pubblici Servizi	€ 9 400,00	
b.2 Oneri scarica	€ 115 000,00	
b.3 Oneri acquisizioni Beni Immobili	€ 342 000,00	
b.4 Imprevisti su (A)	€ 0,00	
- Sommano	€ 466 400,00	€ 466 400,00

C - Spese Generali su (A+b.1+b.2+b.3) circa 3% € 308 246,00

D - I.V.A. su (A+b.1+b.2) 22% € 2 227 004,81

totale A+B+C+D € 12 999 999,95
in c.t. €13 000 000,00

Il tempo di esecuzione dei lavori in parola, valutato sulla scorta delle lavorazioni contemporaneamente previste in cantiere nell'ambito del piano di sicurezza, è stimato in 730 giorni naturali e consecutivi decorrenti dalla data di inizio.

Aprile 2024

Il Progettista

Dott. Ing. Michele Angelo Cuccaro

