CONSORZIO DI BONIFICA VERONESE

Ammodernamento di bacini irrigui in provincia di Verona

LOTTO N°1: CONVERSIONE IRRIGUA DEL DISTRETTO IN DESTRA ADIGE NEI COMUNI DI VERONA E BUSSOLENGO CON AMMODERNAMENTO DEL DIRAMATORE SAN GIOVANNI

PROGETTO ESECUTIVO
Importo € 19.400.000,00

AGGIORNAMENTO PROGETTO ESECUTIVO

Importo € 24.361.000,00

ELABORATO **1**

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Visto:
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
(Dott. Ing. Roberto Bin)

IL PROGETTISTA
(Dott. Ing. Andrea De Antoni)

COD. CUP: C21B21008480007	Verona, lì 24.08.2021	2	10/11/2022	2° AGGIORNAMENTO PROGETTO
		1	06/05/2022	AGGIORNAMENTO PROGETTO
COD. PROGETTO: P158		0	24/08/2021	PRIMA EMISSIONE
		REV	DATA	DESCRIZIONE

Dasa-Rägister
EN ISO 9001:2015
IQ-0913-02

Il Consorzio di Bonifica Veronese ha un sistema di gestione per la qualità certificato da Dasa-Rägister s.p.a. per la progettazione, espropriazione, direzione lavori e procedimenti di gara per l'affidamento di lavori, servizi e forniture nel settore delle opere ambientali, di irrigazione, di bonifica e di difesa del suolo, in conformità alla EN ISO 9001:2015

CONSORZIO DI BONIFICA VERONESE
Strada della Genovesa, 31/e - 37135 Verona
CF 93216480231
Tel. 045 8569500 Fax 045 8569555
Email: consorzio@bonificaveronese.it
Pec: consorzio@pec.bonificaveronese.it - www.bonificaveronese.it

Sommario

1. PREMESSA 2
2. INQUADRAMENTO GENERALE 5
3. INTERVENTO N°1: AMMODERNAMENTO DIRAMATORE DI SAN GIOVANNI 7
4. INTERVENTO N°2: IMPIANTO IDROELETTRICO 13
5. INTERVENTO N°3: CONVERSIONE IRRIGUA 16
6. FORME E TEMPI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI 21
7. PIANO DI SICUREZZA 21
8. FORNITURE 21
9. SOMME A DISPOSIZIONE 22
10. QUADRO ECONOMICO 22

1. PREMESSA

Il presente progetto esecutivo denominato "*Lotto 1: Conversione irrigua del distretto in destra Adige nei comuni di Verona e Bussolengo con ammodernamento del diramatore San Giovanni*" dell'importo originale di Euro 19.400.000,00 - importo salito ad Euro 24.361.000,00 a seguito dell'aggiornamento prezzi 2022 - fa parte del Progetto Generale "A*mmodernamento delle derivazioni irrigue in destra Adige*" redatto a livello definitivo dall'ufficio tecnico consortile, che nel 2017 venne ammesso a finanziamento dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) per le sole spese di avanzamento progettuale nell'ambito del 1° stralcio del Piano Nazionale degli interventi nel settore idrico – sezione invasi.

Il progetto venne concepito nel 2009 come prima grande occasione per ammodernare il servizio irriguo in una zona che interessa i Consorzi *Adige-Garda e Agro Veronese–Tartaro Tione,* i quali assieme al Consorzio *Valli Grandi e Medio Veronese* erano da poco confluiti nell'attuale Consorzio di Bonifica Veronese in seguito al riordino disposto a livello regionale con L.R. 12/2009.

Il progetto si compone sostanzialmente di tre interventi, apparentemente distinti tra loro ma che in realtà, sfruttando al meglio le opportunità offerte dalla morfologia del territorio e dalle infrastrutture irrigue esistenti, si integrano l'un l'altro per dare luogo ad un modello sostenibile di gestione della risorsa idrica.

In estrema sintesi, gli interventi sono i seguenti:

- Ammodernamento del canale Diramatore di San Giovanni per un tratto di circa 2 km, con passaggio da sezione trapezoidale a cielo libero a sezione rettangolare chiusa e ricalibratura del profilo longitudinale, finalizzati a ridurre le perdite della fatiscente struttura attuale, valorizzare il naturale dislivello di oltre 9 m presente in questo tratto e liberare il sedime per futuri utilizzi;
- Costruzione di una centralina idroelettrica ad acqua fluente in un punto opportunamente individuato del canale intubato, finalizzata a utilizzare il salto ricavato dalla ricalibratura e produrre energia rinnovabile per oltre un milione di kWh durante la stagione irrigua;
- Conversione irrigua su circa 950 ettari nei comuni di Verona e Bussolengo, serviti a scorrimento in parte dall'ex consorzio Agro Veronese e in parte dall'ex consorzio Adige Garda. Grazie all'irrigazione in pressione, il minore fabbisogno irriguo sarà soddisfatto con parte dell'acqua attualmente derivata dal Consorzio Adige Garda, in quanto è molto più alta di quota rispetto a quella derivata dal canale dell'Agro Veronese (110 m s.m. contro 80 m s.m.) e, pur necessitando di una lunga condotta di adduzione, consentirà di ridurre la prevalenza manometrica delle pompe di circa 2 bar, con un risparmio di circa il 25% dell'energia consumata. Inoltre, la centrale irrigua utilizzerà l'energia prodotta

dall’impianto idroelettrico, cui sarà collegata con una linea interrata in media tensione di circa 4,5 km, conseguendo un ulteriore significativo risparmio grazie all’autoconsumo e al meccanismo incentivante del “ritiro dedicato”. La dotazione irrigua attuale a scorrimento, variabile tra 1 e 2 l/s x ha, con il passaggio all’irrigazione sarà di 0,60 l/s x ha, per un risparmio di oltre il 50% del volume idrico annualmente prelevato alle fonti.

L’opera non solo raggiunge molteplici e importanti obiettivi per l’esercizio irriguo, ma anche dischiude possibili ricadute positive in ambito urbanistico:

- Riconversione ed efficientamento dell’attuale sistema irriguo;
- risparmio idrico (fino a 1 m^3/s in meno);
- riduzione delle perdite idriche;
- produzione di energia rinnovabile;
- possibile utilizzo dei terreni di proprietà consortile che si renderanno fruibili con l’intubamento del Canale San Giovanni tra i quartieri Chievo e San Massimo di Verona, con la concreta possibilità di realizzare un parco urbano e una pista ciclopedonale di inestimabile valore per il tessuto urbanistico cittadino.

Il primo aggiornamento progettuale in data 06.05.2022 ha modificato il progetto del 24.08.2021, approvato dal Consorzio con delibera del C.d.A. n. 104/2021 e si è reso necessario per recepire alcune modifiche tra cui:

- l'acquisizione di alcune prescrizioni ricevute dal Comune di Bussolengo in fase di rilascio del permesso di costruire (vasca dissabbiatrice e centrale di pompaggio);
- la variazione planimetrica del tracciato nei punti dove il parallelismo con il metanodotto SNAM non sarebbe stato concesso;
- il mantenimento a cielo libero del tratto di canale San Giovanni di fronte al vecchio edificio della Turbina del Chievo per valorizzare il contesto storico-paesaggistico.

In conseguenza di questo sono stati modificati gli elaborati grafici relativi alla centrale di pompaggio, quelli che descrivono le opere nei pressi della Turbina del Chievo, la planimetria di progetto, quella delle interferenze e la planimetria catastale, i computi metrici con elenchi prezzi e analisi, le relazioni per correggere alcuni piccoli refusi.

A seguito dell'entrata in vigore del Decreto-legge n. 4/2022, sono stati modificati i capitolati speciali d'appalto inserendo la clausola sulla revisione prezzi.

Il secondo aggiornamento progettuale in data 10.11.2022 ha aggiornato i prezzi a seguito dell'adozione del prezzario della Regione del Veneto 2022 (D.G.R. n. 555 del 20.05.2022) e inserito alcuni nuovi prezzi per meglio descrivere le lavorazioni necessarie anche sulla scorta dell'esperienza maturata nell'esecuzione di lavori analoghi finanziati dal MIPAAF nell'ambito del Bando Nazionale PSRN 2014-2020- Misura 4.3.1 – Investimenti nel Settore Irriguo.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

Il progetto considera il territorio situato in destra Adige, compreso tra i comuni di Verona e Bussolengo, che geologicamente appartiene alla *conoide glaciale atesina* e che morfologicamente è costituito da terrazzi suborizzontali degradanti verso l'attuale alveo fluviale, non più libero di divagare. La successione litologica è tipica dei depositi fluvioglaciali, scarsamente stratificati, moderata classazione granulometrica e abbondanza di scheletro ghiaioso su matrice sabbioso-ghiaiosa.

Foto n. 1: panoramica in direzione ovest verso Bussolengo (sullo sfondo). Si notano in primo piano il Canale Principale consortile che si biforca nei diramatori di Sommacampagna e di San Giovanni, quest'ultimo che a sua volta si dirama nel canale Turbina nei pressi della Turbina del Chievo. Sullo sfondo a destra si intravede il fiume Adige, molto più basso di quota.

Questa breve descrizione fa già capire che ci si trova in un contesto territoriale naturalmente carente di acque superficiali e, dal punto di vista agronomico, grandemente idroesigente. La memoria storica racconta infatti di una grande miseria che affliggeva questi territori aridi e scarsamente produttivi, dove l'agricoltura si accompagnava alla pastorizia per ricavare il minimo indispensabile per la sopravvivenza. L'aspetto viceversa fiorente che si coglie dalle due foto è dovuto alla presenza delle canalizzazioni artificiali derivate dal fiume Adige, frutto di un immane lavoro di redenzione svolto dall'uomo tra la fine del XIX° e la prima metà del XX° secolo.

Foto n. 2: panoramica verso est. Si notano in primo piano il canale Diramatore di San Giovanni, che a valle della "Turbina del Chievo" è affiancato per circa 300 m dallo scarico cosiddetto Canale Turbina; sullo sfondo a sinistra il fiume Adige che si avvicina alla città di Verona.

La costruzione delle grandi opere irrigue da parte dei consorzi Agro Veronese e Alto Veronese, iniziata alla fine del XIX° secolo e completata nel secondo dopoguerra, fu il motore del primo grande sviluppo economico della città di Verona, che permise di decuplicare la produzione agricola e, di conseguenza, sviluppare un sistema bancario basato sul credito agricolo e forgiare una nuova classe imprenditoriale grazie alla nascita dell'industria agroalimentare.

A distanza di un secolo, l'ammodernamento delle infrastrutture irrigue che qui si propone, fortemente sentito dalle aziende agricole, è il contributo offerto dal Consorzio per fare fronte al cambiamento climatico, alle trasformazioni del territorio e, ovviamente, riscontrare le nuove esigenze del mercato agroalimentare.

Le aree interessate dal progetto sono oggi irrigate a scorrimento con opere degli ex Consorzi Adige Garda e Agro Veronese, nei comuni di Verona e Bussolengo per complessivi 950 ettari circa.

Di questi, circa 400 ha sono irrigati dall'ex Adige Garda utilizzando acqua derivata dal Canale Biffis a Bussolengo e, per quanto riguarda l'ex Agro Veronese, i restanti 550 ha sono serviti mediante prese dal Canale Principale e dal Diramatore di San Giovanni, di cui circa 200 ha con sollevamento meccanico (senza consumo di energia elettrica) mediante l'antica Turbina del Chievo, che converte parte della sovrabbondante energia potenziale dell'adduttore di San Giovanni in energia meccanica.

Per questo motivo, a fianco del Diramatore di San Giovanni esiste un secondo canale, derivato dallo stesso, che vi rientra più a valle dopo che il gruppo turbina/pompa ha elaborato circa 3.000 l/s con dislivello di circa 2,50 m per sollevare a costo zero 600 l/s per circa 8 m, al fine di irrigare sempre a scorrimento le zone un po' più alte del canale.

3. INTERVENTO N°1: AMMODERNAMENTO DIRAMATORE DI SAN GIOVANNI

Il distretto irriguo dell'Agro Veronese è alimentato dal *Canale Principale* che deriva fino a 21 m³/s dal fiume Adige in comune di Rivoli Veronese, con presa a quota 89,40 m s.m. Attraversato Bussolengo, nei pressi del *Cason del Chievo* in comune di Verona il canale si biforca nei diramatori di Sommacampagna (16 m³/s) e di San Giovanni (5 m³/s) che servono la storica *Campanea Maior* veronese di circa 24.000 ettari nei comuni di Verona, Bussolengo, Sona, Sommacampagna, Valeggio sul Mincio, Villafranca di Verona, Povegliano, Buttapietra, Castel d'Azzano e San Giovanni Lupatoto (foto n. 3).

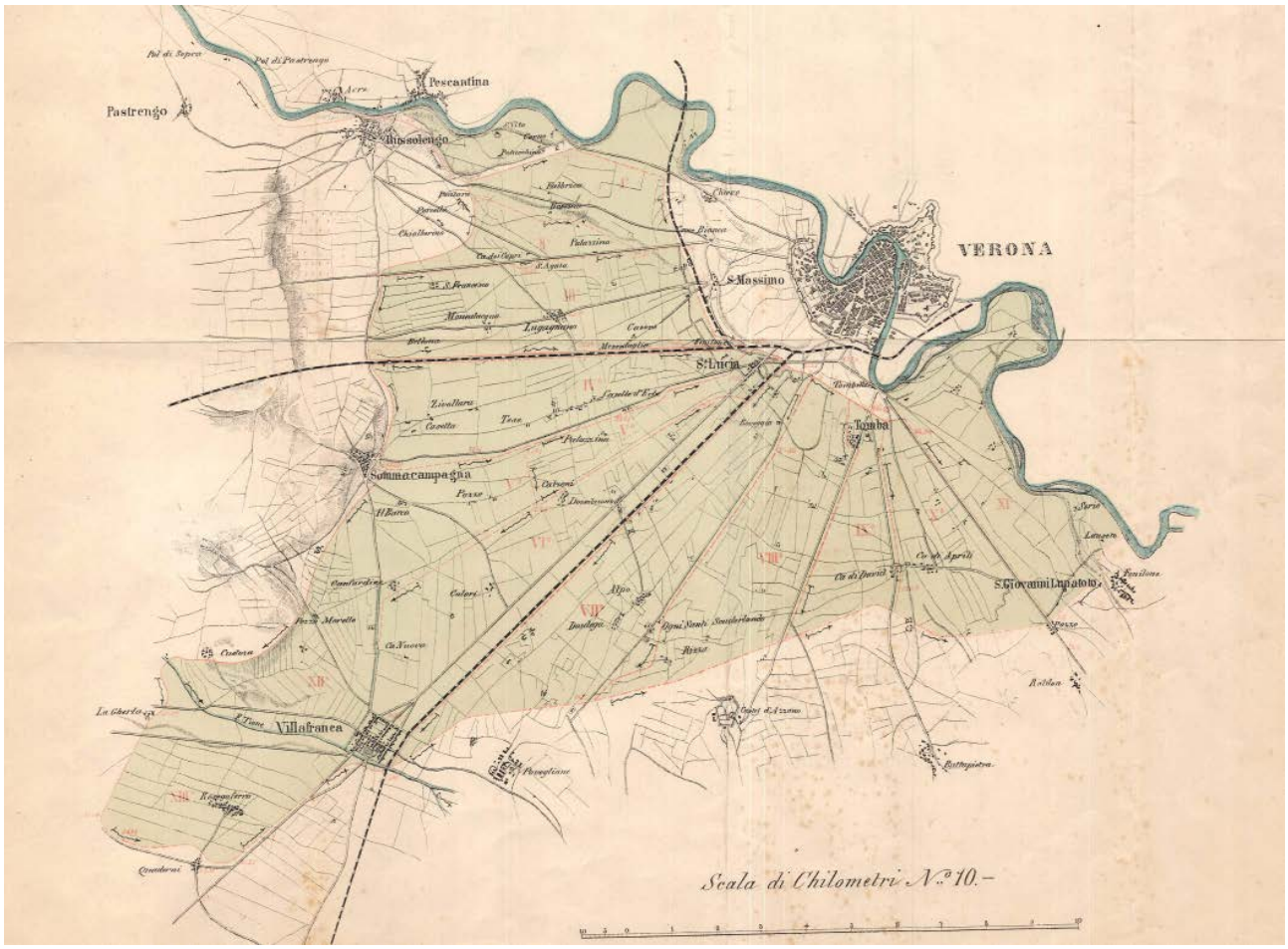

Foto n. 3: Cartografia storica della Campanea Maior veronese e, in verde, le zone servite dalle opere del Consorzio Agro Veronese (1864).

Il *Diramatore di San Giovanni* interessato da questo progetto, attraversa la città di Verona con una lunghezza complessiva di 8.381 m e termina nel quartiere Fiera proseguendo con il nome di *Ramo di Destra*. Solo il tratto iniziale di 3.253 m dal *Cason del Chievo* sino alla loc. Croce Bianca è rimasto a cielo libero, mentre il seguente venne intubato in epoche successive a seguito della progressiva espansione urbana.

Foto n. 4: loc. Cason del Chievo: il Canale Principale dell'Agro Veronese si divide nei Diramatori Sommacampagna (che prosegue in direzione sud-ovest verso Valeggio sul Mincio) e San Giovanni (che prosegue in direzione est verso Verona e San Giovanni Lupatoto).

Solo i primi 1.210 m del tratto a cielo libero tra il *Cason* e la *Turbina del Chievo* vennero ricostruiti circa vent'anni fa, mentre nei seguenti 2.043 m sino alla *Croce Bianca* la mantellatura spondale è ancora quella risalente all'ultimo dopoguerra. Come si nota chiaramente dalle foto n. 5 e 6, il canale versa in pessime condizioni di conservazione e, anche dove il rivestimento non è già del tutto consumato, necessita già da molti anni di un radicale intervento.

Foto n. 5 e 6: Diramatore di San Giovanni a valle della Turbina del Chievo, nel tratto interessato dal progetto di intubamento: è evidente la necessità di porre rimedio all'avanzato degrado dei rivestimenti spondali.

La *Turbina del Chievo* è un edificio costruito alla fine del XIX° secolo in fregio al *Diramatore San Giovanni*: al suo interno venne installato un ingegnoso gruppo turbina-pompa che ancora oggi sfrutta l'energia di circa 2.500 l/s prelevati dal canale per restituirli a quota inferiore. La coppia motrice sviluppata dalla turbina (che in realtà è una specie di ruota idraulica in cassa chiusa) aziona una pompa centrifuga coassiale che solleva 600 l/s, prelevati sempre dal *San Giovanni*, con prevalenza di circa 7 metri, immettendoli in un canale irriguo sopraelevato denominato *canale Turbina*, che irriga le campagne sopraelevate rispetto al canale stesso.

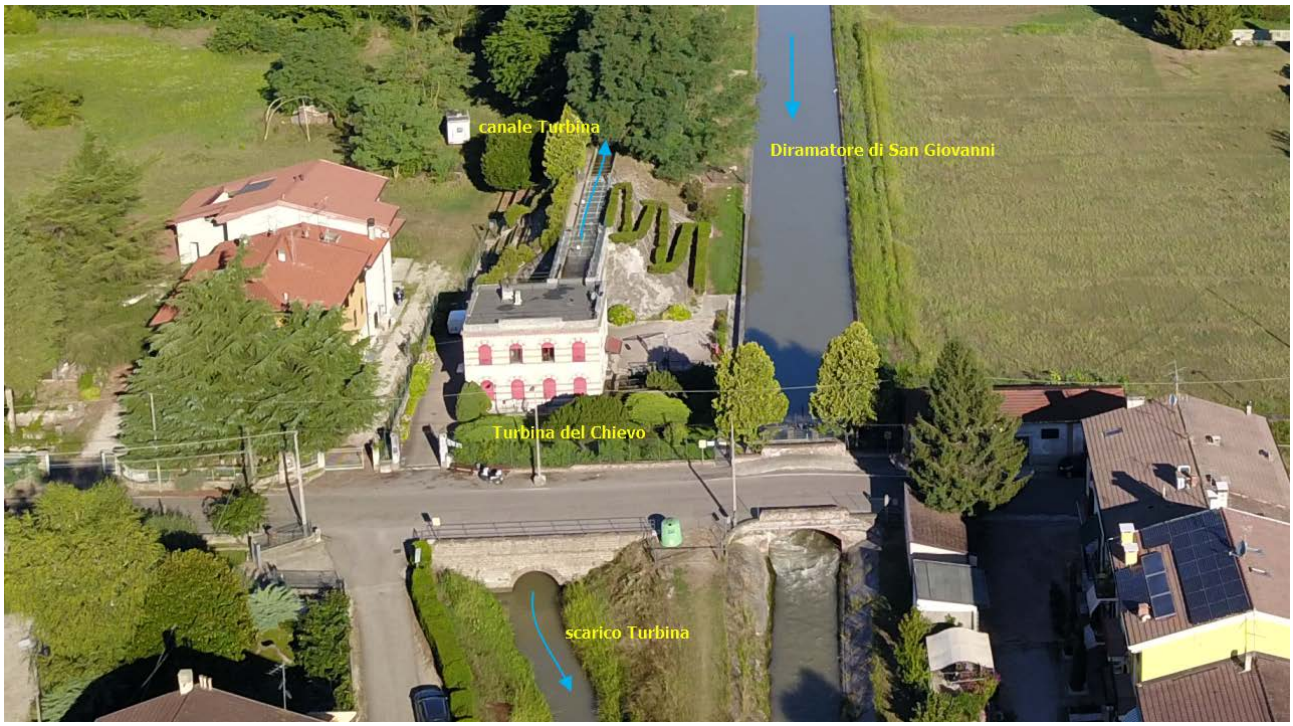

Foto n. 7: la Turbina del Chievo.

L'edificio della *Turbina* è inoltre la sede operativa di gestione e telesorveglianza del distretto dell'Agro Veronese: il personale consortile che vi opera raccoglie le comande d'acqua dagli acquaioli dei vari sottobacini irrigui, comandando da remoto il sollevamento o l'abbassamento delle paratoie dell'opera di presa, dei diramatori e degli scarichi di restituzione: Con tali manovre vengono regolate le portate immesse nel Canale Principale durante il normale esercizio e le emergenze.

Il *Diramatore San Giovanni* nel tratto di circa 2 km tra la *Turbina del Chievo* e la loc. *Croce Bianca* a Verona presenta un notevole dislivello suddiviso su numerosi piccoli salti dislocati lungo il percorso. L'idea di sfruttare tale dislivello al fine di produrre energia idroelettrica non è recente, ma è un'ipotesi progettuale del Consorzio risalente al 1925, ripresa e sviluppata con questo progetto.

Il primo lotto del progetto consiste quindi nell'intubamento del canale per questi due chilometri. I notevoli volumi di scavo previsti e la necessità di posizionare in maniera ottimale la turbina Kaplan

(i dettagli dell'impianto idroelettrico sono trattati nel paragrafo successivo) sono gli elementi che hanno determinato l'ubicazione dell'impianto idroelettrico. Esso disterà infatti circa 1.300 m dalla *Turbina del Chievo*, lungo i quali sarà posata la condotta adduttrice in PRFV (in pressione) e in parallelo la condotta di bypass (a gravità), sempre in PRFV ma di diametro minore.

Le condotte saranno posate a profondità poco maggiori del fondo attuale del Diramatore, così da garantire il loro corretto ricoprimento e limitare gli oneri di scavo. A valle della centralina idroelettrica, ovviamente ad acqua fluente, l'acqua proseguirà a gravità naturale entro una condotta di elementi prefabbricati a sezione rettangolare avente dimensioni 300x200 cm (B x H), tali da garantire la portata nominale del canale nella sezione di progetto, ottimizzando le perdite di carico.

Foto n. 8: ubicazione dell'impianto idroelettrico, in giallo/rosso. Si nota sulla sinistra la linea ferroviaria Verona Brennero e in primo piano il ponte stradale e le abitazioni della loc. Bionde.

Il posizionamento della centralina idroelettrica è stato attentamente soppesato: lo spostamento più a monte avrebbe comportato le necessità di eseguire scavi più profondi per la condotta a gravità e di superare alcuni punti singolari (abitazioni vicino al canale e il ponte stradale in loc. Bionde) con notevoli difficoltà tecniche e spese conseguenti. Viceversa, nel tratto finale del canale prima della

Croce Bianca la larghezza della banchina in proprietà si riduce e si entra in fascia di rispetto della linea ferroviaria Verona - Brennero.

Per quanto riguarda il dimensionamento delle condotte e di tutte le opere idrauliche, si rimanda alla relazione di calcolo idraulico facente parte del presente progetto.

Com'è già stato detto, la condotta di adduzione pressurizzata di circa 1.300 m sarà in PRFV DN2200 PN 6 SN10.000, affiancata dalla condotta di bypass di pari caratteristiche ma DN1400, potendo contare su una pendenza motrice molto più elevata. Il materiale di granulometria ideale per il rinfianco delle condotte in PRFV sarà ricavato da quello in posto mediante frantumazione in loco mediante escavatore munito di idoneo accessorio. La condotta a valle della centralina di circa 700 m sarà invece costituita da elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso a sezione rettangolare con sezione 300x200 cm (B x H), ottimizzata per ridurre le perdite di carico e gli oneri di scavo. La quota di consegna, nota e invariabile, è quella che si riscontra presso il manufatto sito in loc. Croce Bianca, che verrà per l'occasione demolito (foto n. 9).

Foto n. 9: il Diramatore di San Giovanni giunto in loc. Croce Bianca. Qui termina il tratto a cielo libero e inizia il tratto tubato di oltre 5 km che attraversa in diagonale la città di Verona. Il manufatto verrà demolito per fare posto a un più semplice pozzetto di raccordo. Il massimo livello nel canale che si riscontra in questo punto è di 9,65 m inferiore a quello presso la Turbina del Chievo.

4. INTERVENTO N°2: IMPIANTO IDROELETTRICO

Si descrive qui l'impianto idroelettrico nel suo insieme, rimandando alla relazione idraulica per i calcoli di pre-dimensionamento.

La vantaggiosa combinazione portata – prevalenza del Diramatore di San Giovanni venne considerata già nel 1925 dall'ing. Giuseppe Rossini allo scopo di produrre energia elettrica a costo zero.

CONSORZIO D' IRRIGAZIONE

S. Massimo-Lugagnano di Sona-Sommacampagna-Bussolengo

Progetto per l'Irrigazione dell' Altipiano di Bussolengo

VERONA

Foto n. 10: copertina del progetto dell'ing. Giuseppe Rossini (1925), che per conto dei consorzi irrigui dell'epoca pianificò una serie di interventi oggi solo in parte realizzati, tra i quali potrebbe rientrare l'impianto idroelettrico che a distanza di quasi un secolo ora si ripropone.

Questa opportunità è ancora più importante se si considera che l'energia prodotta sarà in buona parte utilizzata sotto forma di autoconsumo: il secondo lotto del progetto prevede infatti la conversione irrigua di circa 950 ettari e, di conseguenza, la necessità di fornire energia alle pompe di sollevamento. La futura centrale irrigua, che disterà dall'impianto idroelettrico circa 4,5 km, vi sarà collegata mediante una linea elettrica in media tensione interrata, utilizzando la banchina in destra canale di proprietà consortile. La centrale irrigua sarà connessa anche alla rete pubblica in MT, sia per immettervi l'energia prodotta in eccesso dall'impianto idroelettrico, che per attingere energia in caso di potenza richiesta maggiore o in caso di mancato funzionamento dello stesso.

I massimi livelli del pelo libero del *Diramatore di San Giovanni* rilevati alla *Turbina del Chievo* e alla *Croce Bianca* sono stati misurati rispettivamente a quota 87,65 m s.m. e 78.00 m s.m., pari a un dislivello lordo di 9,65 m. Considerando le perdite di carico lungo le condotte di adduzione e restituzione, l'impianto idroelettrico funzionerà quindi con dislivelli netti compresi tra 9,34 m (portata 2,5 m^3/s) e 8,78 m (portata 4,5 m^3/s).

La massima potenza elettrica disponibile all'autoconsumo (non quella dell'impianto in senso stretto) è stata quindi stimata considerando una portata massima turbinabile di 4,5 m³/s con la prevalenza corrispondente di 8,78 m e un rendimento globale dell'impianto dato dal prodotto dei rendimenti dei singoli componenti: turbina, generatore asincrono, trasformatore elevatore, linea MT e trasformatore riduttore:

rendimento della turbina Kaplan = 88%	
rendimento del generatore = 95%	Rendimento globale impianto = 78%
rendimento trasformatore elevatore = 98%	
rendimento della linea MT = 98 %	
rendimento trasformatore riduttore = 98%	

La potenza elettrica massima sarà dunque pari a:

$$P_{max} = Q \cdot \Delta H \cdot g \cdot \eta_t \cdot \eta_m \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_{inv}$$

Pmax = 4,5 x 8,78 x 9,81 x 0,78 = 302 kW

Per calcolare la potenza media e di conseguenza l'energia prodotta in un anno, si considera una portata di 4,0 m³/s e una prevalenza di 9,00 m con funzionamento di 160 giorni:

P_{med} = 4,0 x 9,00 x 9,81 x 0,78 = 275 kW

E_{annua} = 275 x 24 x 160 = 1.056.000 kWh

Come si vedrà più avanti, la potenza media richiesta dall'impianto di pompaggio sarà pressoché equivalente alla potenza media sviluppata dall'impianto idroelettrico. Nei periodi di minor consumo irriguo l'energia prodotta in eccedenza verrà immessa in rete e valorizzata con il meccanismo del "Ritiro dedicato", viceversa, nei periodi di massima richiesta idrica sarà necessario acquistare energia elettrica.

Dovendo escludere il rischio di tracimazione del *Diramatore di San Giovanni* nella zona della *Turbina del Chievo* per la vicinanza di numerose abitazioni, l'impianto è stato previsto a sicurezza

intrinseca. Infatti, in caso di fermo impianto dovuto a teledistacco dalla rete, black-out o guasto, l'intera portata del canale defluirà immediatamente attraverso lo sfioratore previsto nei pressi della *Turbina del Chievo* immettendosi nella condotta di bypass. Allo stesso istante si attiverà in automatico la chiusura della paratoia di macchina posta all'imbocco della condotta adduttrice e il sollevamento della paratoia che presidia lo scarico di fondo. In caso di black-out della rete pubblica, questi azionamenti elettrici saranno comunque garantiti da un gruppo elettrogeno ad inserzione automatica.

A monte della condotta adduttrice è previsto infine uno sgrigliatore automatico a pettine con luce di passaggio tale da impedire che corpi estranei possano intasare il distributore della turbina.

Oltre alla linea di media tensione, tra la centralina idroelettrica e la centrale irrigua sarà inoltre posata una linea in fibra ottica per comunicare gli stati e inviare i segnali necessari al controllo remoto dei due impianti.

La centrale sarà costituita da un piccolo edificio monopiano di circa 70 m² che ospiterà la sala macchine e i quadri elettrici di bassa e media tensione. La turbina ad asse verticale non sarà dotata di cassa a spirale ma lavorerà in camera libera, realizzata in c.a. e posizionata sotto alla sala macchine. Il flusso d'acqua elaborato dalla girante sarà immesso in un cono diffusore allo scopo di recuperare con la massima efficienza possibile l'energia della colonna d'acqua tra il livello della girante e il livello del canale di scarico, impedendo l'innesco della cavitazione. Tale dispositivo confluirà in un ampio pozzetto assieme alla condotta di bypass e alla condotta di svuotamento della camera libera. Da qui avrà inizio la condotta a sezione rettangolare prefabbricata.

5. INTERVENTO N°3: CONVERSIONE IRRIGUA

Il progetto riguarda il territorio omogeneo quanto a caratteristiche fisiche e agronomiche compreso tra i comuni di Verona e Bussolengo, storicamente servito a scorrimento dagli ex Consorzi Agro Veronese per la parte più vicina a Verona e Adige Garda per la parte in comune di Bussolengo.

Foto n. 11: ortofoto con evidenziato in giallo il territorio già irriguo, oggetto di conversione da scorrimento in pressione

Nel distretto dell'ex Adige Garda l'irrigazione in pressione è già una realtà consolidata su oltre 10.000 ettari nella zona morenica e pedecollinare, arrivando a servire quote sino a 250 m s.l.m. con una dotazione nominale di soli 0,35 l/s·ha. Lo sviluppo della rete in pressione è attualmente di oltre 1.200 km di condotte in materiali vari: dal più vecchio e problematico Eternit all'acciaio, ghisa sferoidale, PEad e PVC. Essendo circa 20.000 gli ettari irrigui di questa zona, oltre il 50% è quindi già irrigato in pressione ed il restante tutto a scorrimento. Tutti gli impianti a scorrimento funzionano a gravità naturale eccetto l'impianto di Palazzolo, che sino alla stagione irrigua 2022 compresa sarà ancora a sollevamento meccanico. Infatti, su questo impianto è in atto la conversione irrigua

finanziata dal MIPAAF nell'ambito del Bando Nazionale PSRN 2014-2020- Misura 4.3.1 – Investimenti nel Settore Irriguo.

Nel distretto dell'ex Agro Veronese il metodo a scorrimento è ancora l'unico sistema adottato su circa 17.000 ettari di superficie agricola, con dotazioni variabili da 1 a 2 litri al secondo per ettaro, in funzione delle caratteristiche pedologiche dei terreni. Sempre con il finanziamento del Bando Nazionale PSRN, si è realizzato il primo lotto dell'impianto irriguo in pressione che interessa circa 1.200 ettari nei comuni di Sommacampagna, Villafranca di Verona e Valeggio sul Mincio, mentre il secondo lotto è anch'esso già finanziato con D.P.C.M. n. 188/2020 (Legge di Bilancio dello Stato).

In particolare, il territorio interessato da questo progetto, è quello della vasta piana alluvionale in destra Adige ubicata nei Comuni di Bussolengo e Verona, a quote comprese tra 113 e 65 m s.l.m.

La campagna tra Bussolengo e San Vito, troppo alta per essere irrigata dalle opere del Consorzio Agro Veronese, è servita dal Consorzio Adige Garda mediante tre dispensatori a gravità naturale provenienti da Bussolengo. Le acque dell'Adige Garda infatti, essendo prelevate dal canale idroelettrico Biffis e non dal fiume Adige, scorrono a quote circa 45 m più alte di quelle dell'Agro Veronese. Tutte le opere irrigue esistenti sono state realizzate più di sessant'anni fa con calcestruzzi a basso dosaggio e inerti di scarsa qualità. La stagionalità è il fattore principale che ha giocato a sfavore della longevità di queste opere: il fatto di essere vuote durante l'inverno le espone all'attacco diretto del gelo, muschi e radici che ne disgregano la struttura. Senza eccezione alcuna i canali, le canalette e le tubazioni richiedono ai Consorzi un notevole impegno di personale, mezzi e materiali per la manutenzione e la ripresa delle innumerevoli rotture e perdite d'acqua. Indubbiamente si rende necessaria ora una profonda ristrutturazione.

L'elemento qualificante di questa parte di progetto è il risparmio idrico: la zona è attualmente irrigata a scorrimento con dotazione comprese tra 1,00 e 1,50 l/s*ha, mentre la dotazione di progetto è stata determinata in 0,60 l/s·ha, in analogia ad altri impianti esistenti nella zona e confermata dalla relazione agronomica di progetto. Si avrà pertanto una riduzione media dei consumi di oltre il 55%, che sulla superficie dell'intervento di 950 ha porterà ad un volume idrico annuo risparmiato di oltre 10 milioni di metri cubi.

Progetto: schema riassuntivo

Dati generali

Superficie complessiva	1.360	ha
Superficie agricola	950	ha
Estensione della rete irrigua	91,0	km
Quota altimetrica minima	65	m s.l.m.
Quota altimetrica massima	114	m s.l.m.
Dotazione irrigua di progetto	0,60	l/(s*ha)

Tubazioni suddivise per diametro e materiale

PRFV	DN 700	2000 m
Ghisa sferoidale	DN 700	80 m
Ghisa sferoidale	DN 600	1900 m
Ghisa sferoidale	DN 500	1000 m
Ghisa sferoidale	DN 400	220 m
Ghisa sferoidale	DN 300	3150 m
PEad	DN 250 PN 16	7500 m
PEad	DN 200 PN 16	8200 m
PEad	DN 160 PN 16	17200 m
PEad	DN 125 PN 10	51800 m

Si propone anche qui la tipologia costruttiva adottata in tutti gli altri impianti consortili recenti e in fase di realizzazione: le condotte di diametro uguale o superiore a DN300 saranno in ghisa sferoidale mentre quelle di diametro minore in polietilene ad alta densità (PEad), di nuova generazione ad alta resistenza all'intaglio e adatte alla posa senza rinfianco con sabbia, in conformità alla recente norma tecnica *DIN - PAS 1075 type 1*. Questa soluzione costruttiva è motivata in primo luogo dalla necessità di avere grande resistenza sulle condotte principali, difficilmente danneggiabili anche in caso di intervento maldestro o non autorizzato nel sottosuolo da parte di terzi. In secondo luogo, la rete di diametro minore dovrà essere sì robusta ma, al tempo stesso, garantire massima tenuta d'acqua e versatilità nell'esecuzione di curve, riduzioni, diramazioni, ecc., e da questo punto di vista i tubi in PEad, essendo saldati e non giuntati, offrono la massima garanzia di monoliticità e tenuta idraulica nel tempo.

I tracciati delle condotte saranno assoggettati a servitù di acquedotto intestate al Demanio dello Stato ramo Bonifiche, previa dichiarazione di pubblica utilità, urgenza e indifferibilità dell'opera con attribuzione al Consorzio della funzione di autorità espropriante.

L'impianto di pompaggio è costituito da due pompe centrifughe (più una di riserva) ad asse orizzontale di tipo *split case* azionate da motori asincroni a 1.500 giri/1'e convertitori di frequenza (inverter), necessari per garantire pressione costante al variare della portata richiesta. La nuova

centrale di sollevamento da realizzare in località San Vito al Mantico (comune di Bussolengo) a quota 87,70 m s.l.m., deriva dal canale Secondario A che alimenta la vasca di carico con funzione di dissabbiatore con una quota imposta di 110,75 m s.l.m. Trovandosi a una quota maggiore di circa 30 m rispetto ai terreni da irrigare questa derivazione ha il vantaggio di ridurre del 30% la prevalenza (cioè il consumo elettrico) delle pompe.

In considerazione della pressione media di esercizio che si intende fornire, pari a 5 bar, dell'altimetria del bacino irriguo e delle perdite di carico delle condotte, si è giunti a determinare la prevalenza di esercizio in 70 m.

Foto n. 12: ubicazione della nuova centrale di pompaggio nei pressi della loc. S.Vito al Mantico. Non sarà necessario acquisire terreni perché la proprietà è già del Consorzio.

Esattamente come in tutti gli altri impianti consortili, la distribuzione irrigua alle utenze avverrà per turni. Ciò significa che la portata massima dell'impianto sarà pari al prodotto della superficie irrigua per la dotazione irrigua assegnata. Considerato che l'impianto funzionerà sei giorni su seti con sosta alla domenica, la portata massima sarà:

$$S_{tot} = 950 \text{ ha}$$

$$Q = 950 \text{ ha} \cdot 0{,}60 \text{ l/s·ha} \cdot 7/6 = 665 \text{ l/s}$$

La portata complessiva di 665 l/s sarà perciò suddivisa tra due pompe da 350 l/s ciascuna.

Allo scopo di avere un parametro di riferimento per l'impianto idroelettrico illustrato nel precedente paragrafo, si riporta il dato di massima potenza P_{max} assorbita dall'impianto di pompaggio:

$$P_{max} = \frac{Q \cdot \Delta H \cdot g}{\eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_{inv}}$$

Dove: Q = portata massima, in m³/s;

ΔH = prevalenza dell'impianto, in m;

g = accelerazione di gravità, in m²/s;

η_p , η_m, η_{tr} , η_{inv}= rendimento delle pompe, dei motori, del trasformatore e degli inverter

Sostituendo si trova:

$$P_{max} = \frac{0{,}665 \cdot 70 \cdot 9{,}81}{0{,}75 \cdot 0{,}96 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}96} = 681\ kW$$

Per quanto riguarda il consumo medio annuo, per analogia con altri impianti già in funzione si stima che l'impianto funzioni per 120 giorni al 75% della portata massima, ovvero:

$$E_{annua} = 75\% \cdot 681 \cdot 24 \cdot 120 = 1.470.960\ kWh$$

L'impianto idroelettrico svilupperà quindi il 45% della potenza massima richiesta dall'impianto di pompaggio e circa il 70% dell'energia annua assorbita.

La derivazione irrigua sarà ubicata in comune di Bussolengo dal Dispensatore Secondario "A" dell'ex Adige Garda a una quota di circa 110 m s.m.. Per raggiungere la centrale di pompaggio avvantaggiandosi della maggiore energia di posizione, occorrerà posare una condotta adduttrice di circa 2 km in PRFV DN700. Nei pressi del pozzetto di presa sarà realizzata una vasca dissabbiatrice in c.a. con dimensioni in pianta di 27,30 x 8,60 m e massimo tirante d'acqua di circa 3 m. La vasca sarà accessibile ai mezzi d'opera per gli espurghi periodici e inoltre sarà munita di filtro con rete a tamburo autopulente, per trattenere i corpi galleggianti con dimensioni superiori a 2 mm.

6. FORME E TEMPI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

L'opera sarà suddivisa in quattro appalti principali, giustificati dalla differente categoria, natura e ubicazione delle opere:

- Appalto n. 1 (categoria OG6) lavori di ammodernamento del *Diramatore di S.Giovanni* a partire dalla *Turbina del Chievo* sino alla *Croce Bianca*, compresi i lavori edili di costruzione della centralina idroelettrica;
- Appalto n. 2 (categoria OG9) lavori di realizzazione dell'impianto idroelettrico, comprese le paratoie e lo sgrigliatore a pettine;
- Appalto n. 3 (categoria OG6) lavori di fornitura e posa della rete irrigua in pressione e costruzione della centrale di sollevamento e del dissabbiatore;
- Appalto n. 4 (categoria OG11) lavori di fornitura e posa in opera di quadri e linee elettriche.

Maggiori dettagli sulle tempistiche sono riportati nei cronoprogrammi (allegato 7.13).

7. PIANO DI SICUREZZA

A sensi delle vigenti leggi in materia sono stati predisposti distinti piani di sicurezza e di coordinamento per l'esecuzione dei lavori idraulici sul Diramatore San Giovanni per un importo di Euro 101.361,45, per l'esecuzione della rete irrigua e della centrale di sollevamento per importo previsto è di Euro 86.344,49, per le opere elettromeccaniche dell'impianto idroelettrico, per l'importo previsto è di Euro 9.850,00 e per i lavori elettrici della centrale di sollevamento, per l'importo previsto è di 13.273,73 €.

Per ogni dettaglio vedasi l'allegato n. 6.16 e 7.15.

8. FORNITURE

Nel quadro economico (punto A.2) sono previste alcune forniture di componenti essenziali per il funzionamento ottimale e la qualità complessiva dell'opera, che il Consorzio è solito aggiudicare con procedure di gara mirate a ditte specializzate e mantenendo in appalto le sole pose in opera. Spiccano tra questi i gruppi elettropompa e gli azionamenti a frequenza variabile, che si possono definire senza alcun dubbio il cuore di un impianto di pompaggio. Considerato l'utilizzo gravoso cui sono destinate e il loro impatto determinante per il contenimento dei consumi energetici e dei costi di esercizio e manutenzione, si preferisce non delegare a terzi l'acquisto di queste macchine per

evitare che un risparmio nel breve termine si traduca in un pessimo investimento nel medio e lungo periodo.

Rientrano in questa categoria altre forniture importanti per il sicuro funzionamento delle opere irrigue come le paratoie, i filtri, gli sgrigliatori e i misuratori di portata, i cui costi di installazione e di un eventuale intervento in emergenza superano i costi della mera fornitura.

9. SOMME A DISPOSIZIONE

Il quadro economico comprende le somme per espropri, servitù di acquedotto ed indennizzi per l'occupazione temporanea dei suoli, che sono state quantificate in base alla D.P.R. 327/2001 e successive modifiche ed integrazioni. Il sedime su cui sarà realizzato il manufatto sfioratore è quasi tutto di proprietà consortile ma si prevede di espropriare una piccola fascia in sinistra canale per ricavare un strada di accesso al manufatto. Per la centrale irrigua non si prevede alcun esproprio dato che l'area già tutta di proprietà consortile, mentre per la centrale idroelettrica è prevista l'acquisizione di una fascia di larghezza media di 10 m per una lunghezza di 50 m. È prevista la servitù di acquedotto per una fascia di m 4,00 per la posa della rete in pressione nell'intervento di riconversione irrigua.

Per la determinazione dei valori si rimanda agli allegati 6.9.b e 7.9.b.

I prezzi unitari sono stati desunti dai valori medi dei terreni agricoli determinati dall'apposita Commissione Provinciale di Verona validi per l'anno 2021 e da indagini di mercato.

Sono previste inoltre somme per l'esecuzione di rilievi, frazionamenti, accertamenti e indagini, e infine somme per l'allacciamento ai pubblici esercizi (rete elettrica e servizio idrico).

10. QUADRO ECONOMICO

I prezzi unitari sono stati desunti dal prezzario regionale aggiornati all'anno 2022 e dove mancanti per alcune voci è stata eseguita l'apposita analisi dei prezzi realizzata, quando possibile, utilizzando le voci elementari del prezziario regionale. L'importo complessivo dei lavori di cui al presente progetto ammonta a € 24.361.000,00 così ripartito: