



COMUNE DI FONTANETTO PO PROVINCIA DI VERCELLI

REALIZZAZIONE CANALE SCOLMATORE
AD OVEST DI FONTANETTO PO

STUDIO DI FATTIBILITA'
Relazione tecnico-economica



Hy.M.Studio

Associazione Professionale
Via Pomba, 23
10123 Torino - Italy
Tel. +39 11 56 13 103
Fax +39 11 55 92 891
e-mail: hym@hymstudio.it
sito web: www.hymstudio.it

Certificazione qualità ISO 9001



CODICE DOCUMENTO

ELABORATO

S 4 7 1 - 0 1 - 0 0 1 0 0 . D O C 1

00	FEB. 14	M.CODO	A.DENINA	M.CODO	
REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE

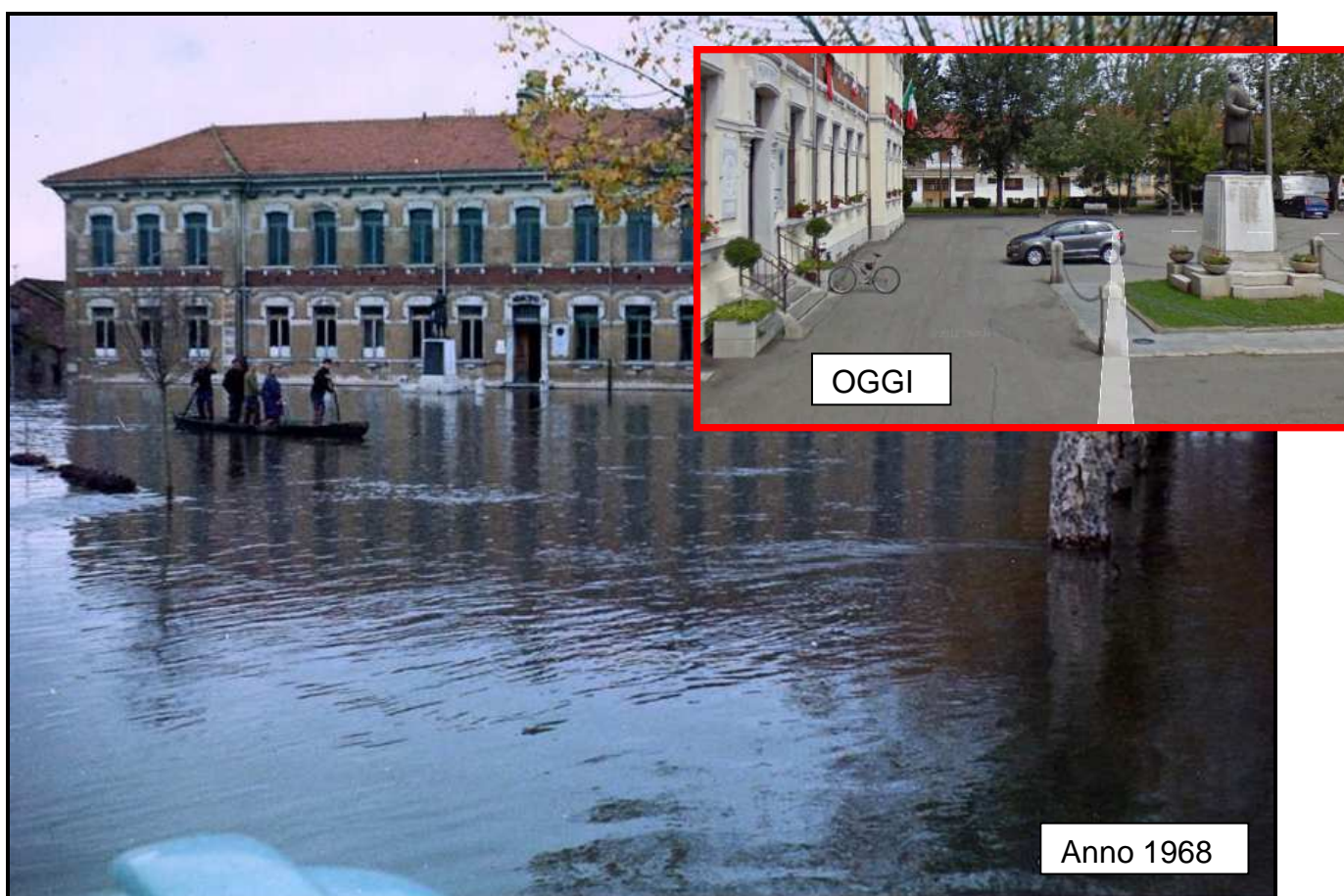
INDICE

1. PREMESSA	1
2. QUADRO ECONOMICO	2
3. STATO DI FATTO ED INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	2
4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	6
4.1 Schema idraulico di progetto	8
4.2 Interferenza con la linea ferroviaria Chivasso-Casale Monferrato.	10
4.3 Interferenza con viabilità Provinciale.	13
5. DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO	14
5.1 Determinazione del tempo di corrivazione e del coefficiente di deflusso	14
5.2 Caratterizzazione pluviometrica	16
5.3 Calcolo delle portate di piena: metodo razionale	20
5.4 interazioni con le fasce fluviali del fiume Po	20
6. MODELLAZIONE E VERIFICHE IDRAULICHE	22
6.1 Ipotesi di base della simulazione idrodinamica sullo scolmatore in rapporto alle condizioni di deflusso del fiume po	22
6.2 Interazione del settore golenale con gli eventi di piena nel Po	23
6.3 Costruzione e schematizzazione del modello idraulico	24
6.4 Condizioni al contorno	25
6.5 Coefficienti di resistenza distribuita	25
6.6 Verifica idraulica situazione di progetto in condizioni di concomitanza temporale di piena	26
7. ASPETTI AMBIENTALI	33
7.1 Contesto legislativo	33
7.2 Alternative progettuali	33
7.3 Fasi e tempistiche realizzative	34
7.4 Gestione delle terre e rocce da scavo	35
7.5 Caratterizzazione geologica e geomorfologica	36
7.6 Caratterizzazione idrogeologica	37
7.7 Il Piano d'Area del Parco fluviale del Po – tratto vercellese-alessandrino	38
7.8 documentazione fotografica situazione esistente	39
8. ELENCO PREZZI UNITARI E STIMA DEI COSTI	42
9. INDENNIZZI PER ESPROPRIO ED OCCUPAZIONE TEMPORANEA DI TERRENI	42
10. ELENCO AUTORIZZAZIONI DA RICHIEDERE IN FASE DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE/DEFINITIVA	44

1. PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Fontanetto Po, nell'ottica di predisporre la progettazione dell'opera idraulica di protezione e salvaguardia del territorio comunale dagli effetti delle piene del reticolo irriguo che attraversa il concentrico con direzione nordovest-sudest, ha conferito ad HY.M. Studio di Torino, l'incarico per la redazione dello studio di fattibilità dello scolmatore ad Ovest del territorio urbanizzato.

Lo scolmatore ha la funzione primaria di proteggere il concentrico di Fontanetto Po; al tempo stesso diminuisce gli apporti alla rete di scolo a valle di Fontanetto, contribuendo ad alleggerire le portate in arrivo in corrispondenza dei vari nodi idraulici del reticolo interessante il territorio dei Comuni di Trino e Palazzolo Vercellese.



L'immagine precedente mostra gli effetti dell'alluvione del 1968, in piazza Garibaldi (piazza del Municipio); le esondazioni delle rogge irrigue causarono l'allagamento del territorio comunale con un battente idrico di quasi un metro di acqua nel concentrico. Le piogge intense, con punte fino a 400 mm in 24 ore, innescarono alluvioni e frane in tutta la Regione, con 64 morti e più di mille senzatetto nella sola provincia di Vercelli.

Fontanetto Po fu particolarmente colpito, non dall'esondazione diretta del fiume Po, ma dalla tracimazione dei canali irrigui che attraversano il concentrico ed il territorio comunale a nord e che risultano essere inadeguati a smaltire le portate di piena con elevato tempo di ritorno in arrivo dalle aree di nord-ovest.

L'incarico di progettazione è stato sviluppato, secondo i criteri e le metodologie del sistema di qualità di HY.M. Studio certificato ISO 9001, tenendo in doverosa considerazione gli aspetti di compatibilità ed inserimento ambientale, le esigenze dell'Amministrazione comunale e del Consorzio irrigui, l'obiettivo di contenimento degli oneri di manutenzione e la limitazione dei rischi per la sicurezza dei lavoratori in cantiere e della viabilità ferroviaria e stradale.

2. QUADRO ECONOMICO

L'impegno complessivo di spesa, per le opere in progetto, risulta di **euro 10.000.000,00** di cui **euro 6.900.000,00** per lavori ed **euro 3.100.000,00** per somme a disposizione dell'Amministrazione, secondo il seguente quadro economico di progetto:

A) Importo lavori a base d'asta

A1) Importo Lavori soggetti a ribasso	Euro	6.800.000,00
A2) Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso (D. Lgs. 81/08)	Euro	100.000,00
TOTALE A	Euro	6.900.000,00

B) Somme a disposizione

B1) IVA sui lavori (22% su A)	Euro	1.518.000,00
B2a) Spese Tecniche per servizi di ingegneria: Progettazione preliminare-definitiva, geologia - indagini geotecniche, piani particellari di esproprio, verifica/valutazione impatto ambientale, rilievi topografici	Euro	472.887,77
B2b) Spese Tecniche per servizi di ingegneria: Progetto esecutivo, Direzione Lavori, Adempimenti ex D.Lgs. 81/2008 in fase di progettazione ed esecuzione, misura e contabilità, collaudo	Euro	400.000,00
B3) Contributi Cassa Ordine professionale: CNPAIA (4%) su B2	Euro	34.915,51
B4) Oneri fiscali, IVA (22%) su (B2+B3)	Euro	199.716,72
B5) Spese per prove di laboratorio	Euro	3.000,00
B6) Oneri di cui all'art. 2 della Deliberazione 26/01/2006 a favore dell'Autorità per la Vigilanza sui LL.PP.	Euro	800,00
B7) Fondo ex art. 92 D.Lgs. 163/06 - progett./RUP e spese varie	Euro	69.000,00
B8) Spese per pubblicità e procedure di gara	Euro	5.000,00
B9) Indennizzi per occupazione temporanea di aree private, servitù, espropri, oneri rallentamento treni	Euro	300.000,00
B10) Oneri per monitoraggio ambientale ed imprevisti	Euro	96.680,00
TOTALE B	Euro	3.100.000,00
IMPORTO TOTALE DEL PROGETTO A+B	Euro	10.000.000,00

3. STATO DI FATTO ED INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

La zona interessata dal progetto ricade amministrativamente nel Comune di Fontanetto Po in Provincia di Vercelli; per la totalità dell'estensione ed è ubicata in sinistra orografica del fiume Po.



Il territorio, in quest'area, è caratterizzato prevalentemente dalla pianura alluvionale estesa a lato del fiume Po, sulla sua sinistra orografica, occupata in modo quasi esclusivo dalla coltivazione del riso.

La campagna è attraversata da un fitto reticolo di rogge principali e secondarie che conferisce una particolare struttura a questo territorio di "terra e d'acqua" di cui rimangono alcune testimonianze del passato; in particolare si può ancora vedere la grande ruota mossa dalla corrente della roggia Logna presso il Po e, non distante dall'abitato di Fontanetto, l'antico mulino della Riseria San Giovanni, oggi trasformato in ecomuseo, alimentato dalle acque della roggia Camera.

Elemento di spicco nella piatta campagna risicola che circonda il concentrico di Fontanetto Po, è l'antica torre campanaria, di stile Romanico-Normanno che con i suoi quasi mille anni, è stata dichiarata "Monumento Nazionale".

L'area è raggiungibile dalla viabilità principale, la S.P. n. 31 bis del Monferrato, tramite le numerose interpoderali sterrate che delimitano gli appezzamenti risicoli e consentono l'accesso ai canali irrigui esistenti.



Fig. Estratto aerofotogrammetrico (Google Earth): vista generale.



Le immagini precedenti mostrano l'evoluzione del corso del fiume Po nell'ultimo lustro: non si rilevano apprezzabili variazioni dell'alveo lungo il tratto in Comune di Fontanetto Po.

Le sponde del Po, e una fascia di variabile ampiezza del limitrofo territorio, ricadono nell'ambito *dell'area contigua del Parco fluviale regionale, gestita dall'ente Parco fluviale del Po e dell'Orba - tratto vercellese-alessandrino*; il reticolo della viabilità secondaria è segnalato come rete ciclabile e come percorso di fruizione dell'area protetta per raggiungere e collegare le diverse aree presenti, attrezzate come punti pic-nic.

La presenza insediativa nei dintorni del tracciato del canale in progetto è praticamente nulla; unico esempio di edificio a carattere residenziale è la cascina Gianduia, in totale stato di abbandono.

L'area oggetto di studio, si colloca all'interno della fascia delle risorgive, un territorio che si estende con sviluppo Est-Ovest in maniera continua ai piedi delle Alpi, dal cuneese fino alle foci dell'Isonzo, con un'ampiezza che varia da pochi fino a 20 chilometri.

Il reticolo idrografico esistente si è determinato nell'ambito di un più ampio ed articolato sistema irriguo realizzato a partire dalla metà del XIX secolo, e che ha condotto alla definitiva bonifica di estese aree palustri ed il contemporaneo sviluppo dell'attività risicola, tramite l'irrigazione per sommersione, nelle province di Vercelli, Novara e Pavia.

Attraverso un processo di progressiva strutturazione ed espansione, la rete irrigua ha modificato e si è successivamente sovrapposta sull'idrografia naturale preesistente. Rii e torrenti che drenavano originariamente questo settore, affluenti di sinistra del Fiume Po, sono ora parzialmente o totalmente regolamentati in modo artificiale e presentano quasi sempre un alveo a morfologia mista, in parte naturale in parte rettificata, del tutto simile a quella degli stessi canali artificiali.

Nell'ambito dell'area in esame, il reticolo idrografico minore è rappresentato in misura prevalente da rogge e canali destinati all'uso irriguo, quindi soggetti a regolazioni e ad un regime di portata controllato, salvo situazioni di elevate e durevoli precipitazioni meteoriche.

Questi canali interagiscono con il territorio giungendo ad interferire anche con il centro abitato.

Le caratteristiche morfologiche delle aree agricole (vaste porzioni di territorio coltivate a risaia), unite alla fittissima rete di colatori e canali che alimentano i ricettori terminali, costituiscono un naturale sistema di regolazione dei deflussi il cui contributo, unito all'efficienza delle regolazioni da compiersi sulle opere idrauliche che regolano le portate e gli scambi di portata tra i canali, si manifesta con un generale effetto di laminazione delle portate di piena mediante un comportamento d'insieme a guisa di invaso (tranne nella stagione irrigua ove il sistema di invaso è già al limite essendo i terreni allagati per la coltivazione del riso).

A tale effetto, come accennato, si somma positivamente la gestione delle portate che viene esplicata dai tecnici del Consorzio irriguo di Fontanetto Po (e del Consorzio Ovest Sesia per quanto riguarda la roggia Camera), attraverso la regolazione dei dispositivi di manovra che lungo i canali regolano i livelli idrici al defluire delle portate (partitori di flusso e manufatti di invaso).

L'altimetria varia dai 150,00-145,00 m s.l.m. circa rilevabili all'estremo Ovest, a monte dell'abitato, per giungere ai 135,00 m s.l.m. della sezione di chiusura complessiva configurabile con l'immissione nel fiume Po. La giacitura del territorio si presenta orientata lungo la direttrice Ovest-Est, parallela al corso del fiume Po e contraddistingue anche l'andamento dei cavi irrigui principali nella definizione del loro percorso.

La coltivazione del riso ha conferito al comprensorio una conformazione unica e del tutto particolare, presentando una connotazione "terrazzata" dovuta alla presenza della successione delle camere di risaia attraverso le quali la portata immessa si trasferisce da un estremo all'altro degli appezzamenti per giungere infine nei colatori che provvedono a ridistribuire la portata entro ulteriori camere ovvero a restituirla ai cavi principali affinché possa essere consegnata più a valle.

Il sistema irriguo consente infatti il riutilizzo della quota di portata che non si infila definitivamente nel sottosuolo proprio attraverso il recupero a mezzo dei canali colatori.

La rete irrigua è strutturata gerarchicamente: i canali irrigui sono suddivisi, a livello regionale, in canali principali alimentatori (o di 1° ordine) che derivano acque dal Po e dalla Dora Baltea, da cui si originano canali secondari (o di 2° ordine) che possono essere sia alimentatori sia scolatori. Esistono poi canali minori di livello gerarchico inferiore, da quelli derivati dai canali di 2° ordine fino ai canali interpoderali: questi ultimi delimitano i vari appezzamenti agricoli e sono utilizzati solo nei periodi di irrigazione.

La rete irrigua è formata, in linea essenziale, dai seguenti componenti:

- il canale adduttore, fosso principale che alimenta la rete dei canali secondari che possono allagare i singoli appezzamenti attraverso le bocchette di presa; i canali secondari possono a loro volta essere suddivisi in ulteriori adduttori alimentanti le varie camere di risaia;
- la camera di risaia la quale rappresenta il terminale del processo irriguo: la portata dell'adacquatore deve consentirne il riempimento per creare le condizioni di nascita e crescita del riso; le camere sono

collegate in serie in modo tale che la portata, effettuata la sommersione al livello determinato, possa proseguire da una camera a quella successiva;

- i colatori sono disposti laddove le quote altimetriche consentano di realizzare cavi tali da drenare le acque di filtrazione e le portate in esubero dall'attività di sommersione per restituirle al sistema principale di distribuzione.

I canali principali che costituiscono il riferimento dell'intero sistema irriguo nel comprensorio di Fontanetto Po, sono, da Nord verso Sud:

- Roggia Stura
- Roggia Cerca
- Canale Guaderoglio
- Roggia Fonna-Guatta
- Roggia Chiusa
- Roggia Camera
- Roggia Logna

A questi canali fa capo l'intero sistema irriguo e, attualmente, anche il sistema di salvaguardia dal rischio idraulico.

4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Nel presente progetto è prevista la realizzazione di un canale scolmatore delle portate eccedenti quelle che sono le capacità di deflusso delle rogge irrigue esistenti all'interno del concentrico di Fontanetto.

L'origine del canale, a monte, è ubicata immediatamente a sud dei confini del SIC *"Palude di San Genuario"*, in corrispondenza dell'immissione del canale Guaderoglio nella roggia Cerca.

Il canale scolmatore, a sezione trapezia in terreno naturale, con sponde inclinate 1/1 (45°), inerbite, lungo il suo tracciato, raccoglie i seguenti contributi:

- NODO 0: Canale Guaderoglio (portata $Q_i = 3 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{tot}} = 3 \text{ m}^3/\text{s}$) – larghezza alla base = 3 m;
 - NODO 1: Roggia Cerca (portata $Q_i = 6,5 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{tot}} = 9,5 \text{ m}^3/\text{s}$) – larghezza alla base = 6 m;
 - NODO 2: Roggia Fonna_(IMMISS.) (portata $Q_i = 19,5 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{tot}} = 29 \text{ m}^3/\text{s}$) – larghezza alla base = 14 m;
 - NODO 5: Roggia Fonna_(SCAR.) (portata $Q_i = - 5 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{tot}} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$) – larghezza alla base = 14 m;
 - NODO 7: Roggia Chiusa (portata $Q_i = 3 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{tot}} = 27 \text{ m}^3/\text{s}$) – larghezza alla base = 14 m;
- attraversamento FF SS e strade provinciali (SP 31bis e SP 33)
- NODO 11: Roggia Camera (portata $Q_i = 5 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{tot}} = 32 \text{ m}^3/\text{s}$) – larghezza alla base = 18 m;
 - NODO 13: Roggia Logna (portata $Q_i = 3 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{\text{tot}} = 35 \text{ m}^3/\text{s}$) – larghezza alla base = 12 m.

Dove:

Q_i = portata immessa puntualmente nel canale scolmatore

Q_{tot} = portata progressiva defluente nel canale scolmatore.

Lungo il tracciato del canale si incontrano alcuni fossi irrigui, caratterizzati da una quota assoluta di fondo alveo più bassa di quella del canale in progetto e che quindi lo sottopassano (come avviene anche attualmente) a pelo libero o tramite sifone; essi sono, procedendo da Nord a Sud:

- la roggia Gambalona,
- la roggia Carecchio,
- la roggia Reale.

La lunghezza complessiva del canale scolmatore è pari a circa **6 km** (5.960 m). L'immissione dello scarico avviene nel fiume Po, in sponda sinistra.

Con riferimento alla suddivisione in tratti riportata nelle planimetrie di progetto, possiamo riassumere le caratteristiche idrauliche del canale come segue:

Tratto	Pendenza ‰ (per mille)	Larghezza base (m)	Portata di progetto ($Q = m^3/s$)
N0-N1	1.00	3.00	3.00
N1-N2	0.70	6.00	9.50
N2-N5	0.70	14.00	29.00
N5-N7	0.70	14.00	24.00
N7-N8	0.70	14.00	27.00
N9-N11	1.00	14.00	27.00
N11-N12	1.10	18.00	32.00
N12-X	0.80	18.00	32.00
X-4760 m	0.80	18.00	32.00
4760 m-N14	2.00	12.00	35.00

Lungo tutto il proprio tracciato, il canale insiste su fossi esistenti: in questo modo è stato possibile minimizzare l'impatto ambientale nonché il consumo di territorio (coltivazioni di riso).

E' prevista la realizzazione, lungo i lati del canale, di due piste alzaie (di servizio e manutenzione), che si prevede di interdire all'utilizzo dei privati, riservandole al passaggio dei tecnici che dovranno manovrare e mantenere le opere idrauliche di regolazione.

In corrispondenza dei nodi idraulici con le rogge irrigue saranno realizzati manufatti in c.a. provvisti di paratoie sui lati di valle (sia dello scolmatore che dei canali irrigui), per la corretta regolazione dei flussi sia nel periodo irriguo, sia in caso di piena conseguente a precipitazioni meteoriche intense.

E' previsto di ripristinare i n. 3 manufatti di invaso esistenti, che consentono, tramite la creazione di un "bacino allungato" a monte delle paratoie, di effettuare derivazioni laterali anche con finestre di presa (esistenti) posizionate a quote superiori al fondo alveo.

In corrispondenza dell'immissione delle portate scolmate dalle rogge irrigue, a monte dei suddetti manufatti partitori, si prevede la realizzazione di sfioratori laterali di sicurezza, in modo che anche in caso di avaria dei meccanismi di apertura delle paratoie o di mancanza di energia elettrica, venga automaticamente limitata la portata transitante nelle rogge a valle dello scolmatore.

Poiché si verrà a creare un complesso sistema di paratoie, da azionare a seconda delle esigenze, nei successivi livelli di progettazione, è da prevedersi un sistema di telecontrollo e telegestione dei manufatti idraulici partitori-scolmatori, in modo da poter garantire un adeguato livello di sicurezza del funzionamento del canale scolmatore anche in situazione di emergenza.

Il sistema non può comunque prescindere dall'intervento di controllo e verifica dei tecnici del Consorzio Irriguo di Fontanetto e/o della Protezione Civile.

4.1 Schema idraulico di progetto

Si riporta nel seguito lo schema idraulico di progetto.

4.2 Interferenza con la linea ferroviaria Chivasso-Casale Monferrato.

Si riportano nel seguito le immagini relative all'interferenza con la linea ferroviaria, che si prevede di attraversare con manufatto a spinta senza interruzione del traffico ferroviario.



Il manufatto di attraversamento verrà realizzato in un unico concio; al fine di contenere la copiosa venuta d'acqua che si presume possa filtrare dalle pareti di scavo, si prevede la realizzazione di opere provvisionali

costituite da colonne di terreno consolidato con miscela di malta cementizia (Jet-grouting) realizzate perimetralmente alla camera di varo ed in corrispondenza del fondo della camera stessa.

Per realizzare l'attraversamento, è prevista la costruzione di un manufatto in cemento armato fuori opera e la successiva spinta oleodinamica del monolite al di sotto dei binari.

L'attraversamento interessa l'unico binario esistente, in rettilineo; la superficie di varo dello scatolare è orizzontale e si trova ad una profondità di circa 5,0 m.

Come abitualmente richiesto dall'Ufficio Tecnico delle Ferrovie dello Stato di Torino, per il sostegno dei binari durante le operazioni di infissione e traslazione con spinta oleodinamica dei manufatti prefabbricati in cemento armato sotto la sede ferroviaria, si prevede la realizzazione di una struttura provvisoria di sostegno del binario realizzata con il sistema tipo "Essen" o similare per l'esecuzione di sottopassi ferroviari, idonea a consentire una velocità di transito dei treni fino a 80 Km/h.

Nel seguito sono descritte le principali operazioni da eseguire e le caratteristiche dimensionali delle opere in costruzione.

FASE 1

- Pre-scavo di sbancamento fino ad una quota di circa 50 cm superiore a quella della falda idrica;
- Realizzazione della corona perimetrale di Jet-grouting diametro 60-80 cm con interasse 50 cm (compenetrazione di 10 cm per parte), di profondità pari a 10 m, riperforati ed armati con tubazione in acciaio DN 139,7 mm, spessore 8 mm di lunghezza pari a 9 m;

FASE 2

- Realizzazione del tappo di fondo - colonne di Jet-grouting diametro 100 cm con interasse 87 cm in direzione longitudinale e 75 cm in direzione trasversale, di profondità pari a 6 m di cui 3 m con perforazione a vuoto e 3,0 m di iniezione con malta cementizia, senza armatura.

FASE 3

- Realizzazione del muro reggispinga e della platea di varo (profili guida, multistrato di scorrimento, ecc.);

FASE 4

- Costruzione del manufatto scatolare in cemento armato;
- installazione delle attrezzature di spinta.

FASE 5

- Realizzazione del sistema di sostegno dei binari sulla linea di esercizio.
- Predisposizione del monitoraggio della livelletta ferroviaria e del possibile abbassamento dei binari;

FASE 6

- Infissione del manufatto.

FASE 7

- Smontaggio del sistema di sostegno dei binari sulla linea di esercizio;
- Realizzazione del manufatto scatolare di raccordo a valle dell'attraversamento ferroviario;

- Posa degli elementi scatolari all'interno della camera di spinta;
- Demolizione del muro reggispinga;
- Getto di completamento all'interno del monolite per raccordo a quote di progetto.
- Riempimento degli scavi.
- Ripristino e sistemazione delle aree interessate dalle lavorazioni.

La platea di varo è costituita da una fondazione in c.a., attrezzata per consentire una corretta spinta del monolite e al contempo vincolarne la direzione ed inclinazione.

Su tale superficie sarà realizzato il monolite in c.a. per la successiva fase di infissione a spinta.

Il monolite per l'infissione a spinta sarà costituito da un manufatto scatolare in c.a.. Il fronte sarà attrezzato con un rostro frontale, sagomato, per migliorare la capacità di avanzamento nel corpo del rilevato ferroviario ed agevolare le operazioni di scavo durante le fasi di spinta; le estremità frontali dei piedritti dovranno essere sagomate opportunamente ed attrezzate con profilati guida in acciaio ancorati all'interno della struttura in c.a..

Le principali caratteristiche dimensionali del manufatto in c.a. sono:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| - dimensioni interne: | B x H = 10,7 x 2,5 m; |
| - lunghezza alla base in asse: | 25 m; |
| - lunghezza in testa in asse: | 22 m; |
| - spessore platea di fondo: | 0,70 m; |
| - spessore piedritti: | 0,70 m; |
| - spessore soletta: | 0,70 m; |

verrà poi eseguito il setto intermedio per la creazione di n. 2 canne del sifone, in modo da poterle utilizzare alternativamente oppure congiuntamente.

Sul monolite in posizione di varo (trascorsi almeno 28 gg. dalla fine delle operazioni di getto) e senza scavare all'interno, sarà applicata una spinta "di avvicinamento" che potrà continuare fino alla completa infissione dei taglienti e comunque fino a che il vomere superiore non venga a contatto con il terreno; definita la zona di influenza del primo binario da affrontare, l'avvicinamento termina comunque nel momento in cui si intercetta tale zona di influenza.

Terminati i lavori preparatori può iniziare la traslazione ovvero l'alternanza delle operazioni di scavo e delle operazioni di spinta.

In generale, definita la zona di influenza di ciascun binario, nessuna limitazione è richiesta per l'esercizio di questo fintanto che il rostro non vi giunge; è infatti prevista una prima fase di avvicinamento durante la quale non vi è alcuna interferenza con il normale esercizio della linea.

Segue la fase di attraversamento la quale avverrà in regime di interruzione durante Interruzioni Programmate di Orario (IPO); è prudenzialmente richiesta nelle vicinanze del cantiere la disponibilità di una macchina rinalzatrice e dei materiali necessari per l'eventuale ripristino della geometria del binario medesimo.

La fase di uscita è solitamente meno delicata della precedente, dato che oramai i binari insistono sul monolite; tuttavia, per precauzione, avverrà con le stesse modalità della fase precedente ovvero con velocità di linea ma interrompendo l'azione dei martinetti durante il passaggio dei treni e sempre con presidio prudenziale di rinalzatrice.

Le operazioni di scavo all'interno del monolite dovranno attenersi ai seguenti criteri:

- il vomere superiore, al termine di ogni stadio di spinta, non deve mai giungere a contatto con il terreno;
- il fronte di scavo non dovrà sopravanzare il bordo del rostro almeno fino a che il tagliente superiore non abbia oltrepassato l'ultimo binario.

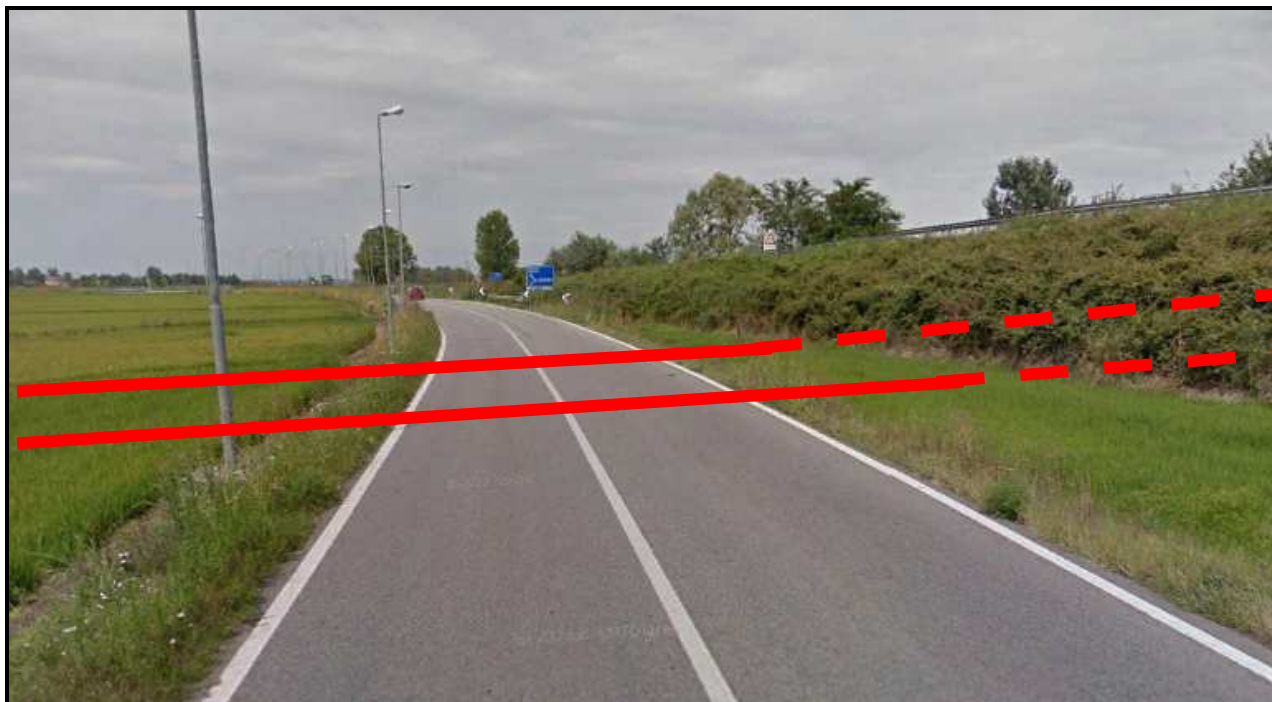
Riguardo alle attrezzature di spinta, data la necessità di eseguire l'attraversamento del binario in tempi ristretti è da escludere l'impiego di sistemi che non siano dotati di potenza elevata e che possano richiedere soste alle operazioni di scavo-smarino. Le attrezzature di spinta debbono invece offrire manovre particolarmente veloci per garantire avanzamenti a vuoto (ovvero in assenza di scavo) non inferiori a 2 m/h garantendo inoltre in ogni momento la transitabilità della zona martinetti e delle prolunghe di spinta.

Il fronte di scavo dovrà essere mantenuto nelle condizioni di manufatto pieno di terreno per i primi 5 m in testa.

4.3 Interferenza con viabilità Provinciale.

L'opera attraversa, ad ovest dell'abitato, le strade provinciali SP 31 bis ed SP 33 (sulla rampa di salita/discesa ad ovest del cavalcaferrovia). E' prevista la posa di manufatti prefabbricati suddivisi in 3 canne per una sezione utile di 5 m di base per 2,5 m di altezza.





5. DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

Si rimanda allo specifico elaborato n. 2 per un maggior approfondimento; nel seguito si riporta una sintesi del capitolo di interesse.

In considerazione dell'importanza delle opere in progetto per l'assetto idrogeologico del territorio e secondo le indicazioni del PAI, è stato assunto come tempo di ritorno per il calcolo delle portate di progetto **Tr= 100 anni**.

Relativamente alle interazioni dello scolmatore ad ovest di Fontanetto Po con il fiume Po, come indicato dalla Direttiva AdbPo contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "a" e "b", la portata di piena di riferimento da assumere per le valutazioni idrauliche è quella per cui è stata condotta la delimitazione della Fascia B.

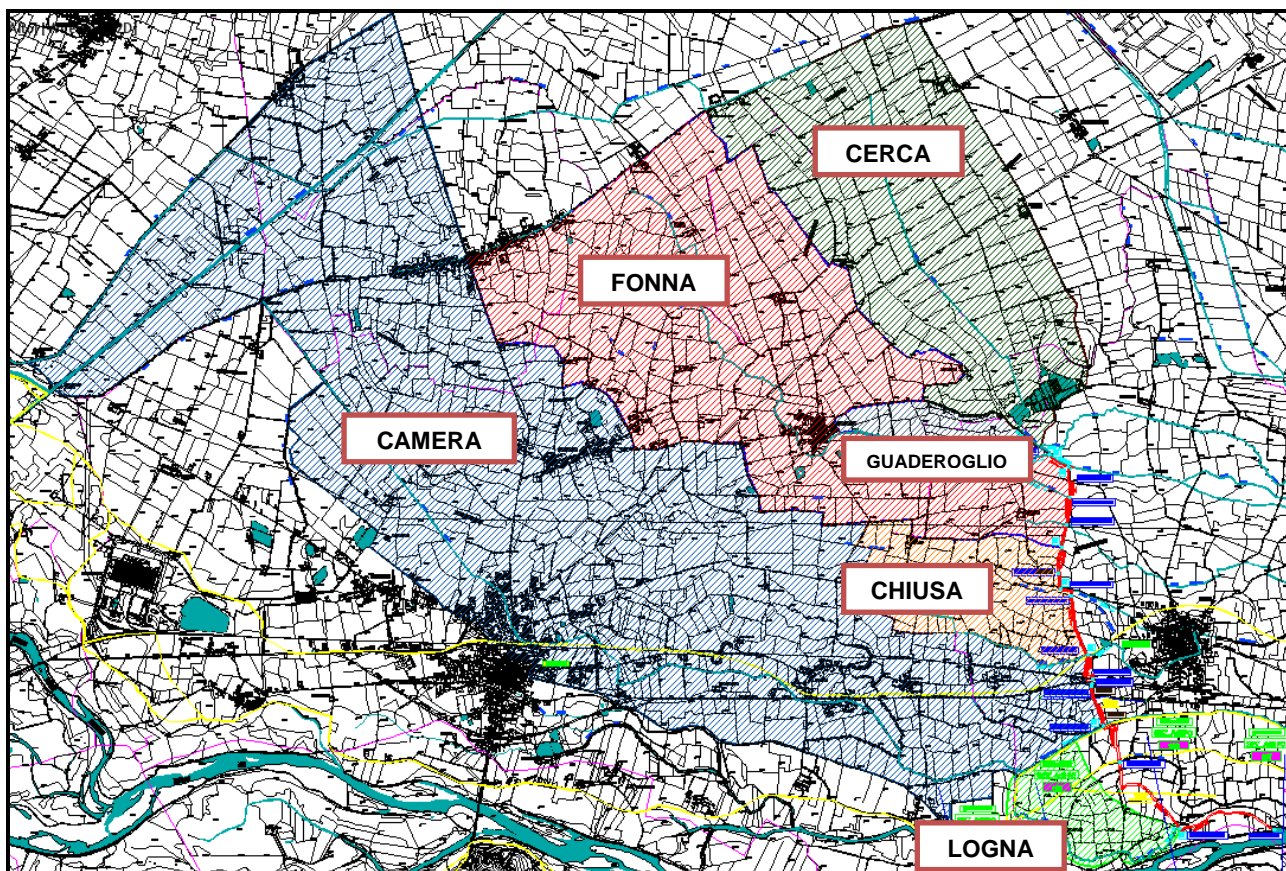
Per quanto riguarda le portate di piena ed i relativi livelli del Po è stato assunto pertanto come tempo di ritorno di riferimento **Tr= 200 anni**.

Nella valutazione delle portate massime probabili, per la mancanza di osservazioni dirette, si è fatto riferimento a schemi di calcolo basati su una determinazione indiretta partendo dalle precipitazioni, attribuendo alle piene sintetiche calcolate con tale criterio lo stesso tempo di ritorno delle precipitazioni che le hanno generate.

5.1 Determinazione del tempo di corrivazione e del coefficiente di deflusso

Per i bacini idrografici in esame sono state determinate le caratteristiche geometriche (superficie, altitudine, lunghezza dell'asta principale, pendenza dell'asta principale, pendenza trasversale del territorio, velocità media di scorrimento sul terreno) necessarie per la valutazione delle portate defluenti.

Si riporta nel seguito la planimetria con la delimitazione dei bacini idrografici.



Per la definizione della precipitazione critica sui bacini in esame è stato necessario valutare il tempo di corrivazione utilizzando formule sperimentali e definendone i valori di riferimento per il bacino in esame in relazione alla letteratura tecnica sull'argomento e all'esperienza maturata nel campo dell'idrologia dei bacini di pianura.

Le formule adottate per la stima e la verifica del tempo di corrivazione dei bacini in esame sono le seguenti:

- formula di Giandotti;
- formula di Pezzoli;
- formula di Ventura;
- formula di Horton;
- formula di Pasini;
- formula di Kirpich.

Si è ritenuto opportuno utilizzare, per il calcolo della portata di progetto, il valore del tempo di corrivazione derivante dalla media dei risultati ottenuti, con l'esclusione dei valori ottenuti con i metodi di Pezzoli e Kirpich, poiché ritenuti poco significativi per il caso in esame.

La stima del coefficiente di deflusso "C" è piuttosto complessa e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia; si utilizzano normalmente valori

di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio.

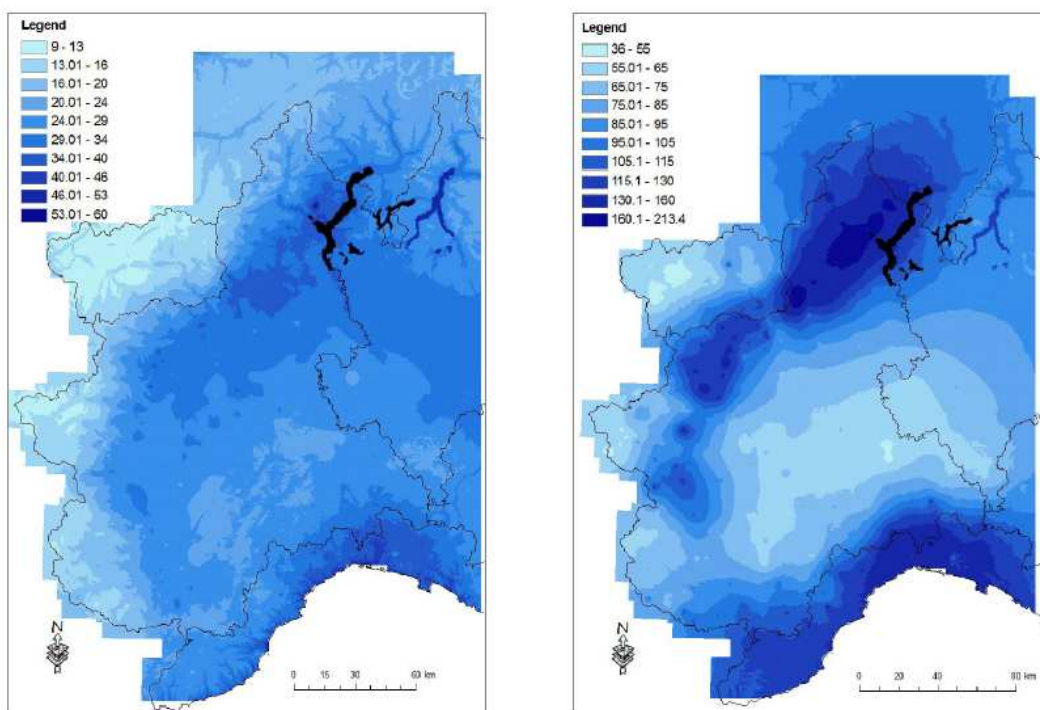
Per la valutazione del coefficiente di deflusso si è fatto pertanto riferimento a valori di letteratura (vedi tabella seguente cfr: "Applied Hydrology", Ven Te Chow) definiti anche in funzione delle caratteristiche fisiografiche dei bacini riscontrate durante i sopralluoghi; è stato adottato il valore $c = 0,50$ per un tempo di ritorno pari a 100 anni.

Tale valore tiene conto del fatto che gran parte dei terreni costituenti il bacino idrografico in esame è formata da camere di risaia, che durante alcuni mesi dell'anno sono in una condizione di allagamento con completa imbibizione del terreno sottostante.

5.2 Caratterizzazione pluviometrica

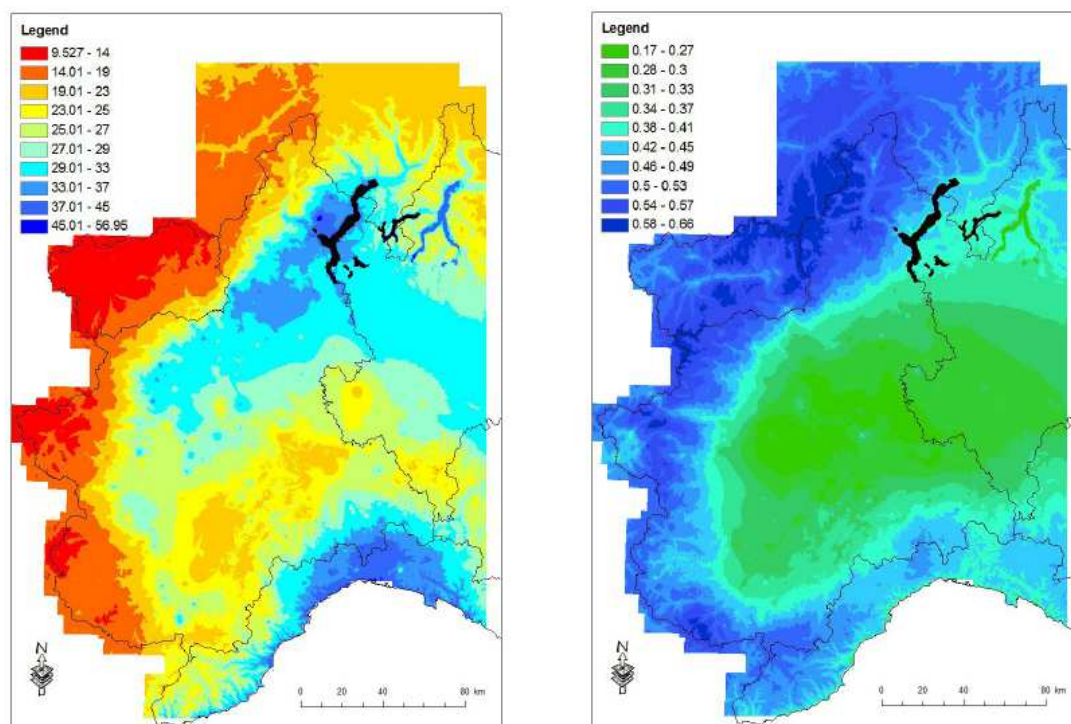
Le precipitazioni annue in Piemonte presentano valori minimi sulle aree di pianura e massimi sulle Alpi e sugli Appennini (Regione Piemonte, Università di Torino 1998). Il numero medio annuo di giorni di pioggia varia da un minimo tipico dell'ambiente mediterraneo (circa 50), a un massimo di tipo più continentale (circa 140). Nelle aree di pianura si hanno in media da 70 a 90 giorni per anno.

Si riporta nel seguito la mappa dei valori medi della massima precipitazione annua per durata di 1 ora (sinistra) e 24 ore (destra), in mm.



Con riferimento ai parametri a e n della curva intensità-durata media, il coefficiente pluviale orario " a " ottenuto dai valori medi pesati di precipitazione è rappresentato nella figura seguente a sinistra. Esso presenta un andamento decrescente rispetto alla quota e assume valori minimi e massimi rispettivamente in corrispondenza della Valle d'Aosta e della Val d'Ossola. Comportamento contrario si riscontra invece per

l'esponente di invarianza di scala "n", rappresentato nella figura di destra.



La distribuzione annuale delle precipitazioni in Piemonte presenta un andamento bimodale, con due massimi, uno primaverile ed uno autunnale, e due minimi, uno invernale ed uno estivo.

Per la determinazione degli afflussi meteorici si fa riferimento alle “curve di massima probabilità pluviometrica” che, per un assegnato tempo di ritorno dell’evento (TR), forniscono l’altezza di pioggia (h in mm) in funzione della durata dell’evento di pioggia (t in ore).

Le suddette curve vengono espresse nella forma:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

h (mm) altezza della pioggia

t (ore) tempo di pioggia

a (mm) massima precipitazione di durata 1 ora (funzione di TR)

n (-) esponente funzione di TR

I parametri a ed n vengono determinati sulla base di quanto riportato nel documento “Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - linee segnalatrici di probabilità pluviometrica puntuali - anno 2001”, redatto dall’ Autorità di Bacino del fiume Po.

I dati sono relativi alle stazioni pluviometrografiche ritenute più significative per l’area in esame, localizzate nell’ambito del comprensorio o a poca distanza dal suo perimetro. Tale significatività riguarda principalmente il

tipo di dato registrato, la localizzazione geografica (cioè la vicinanza alle aree in esame), la lunghezza della serie storica dei dati a disposizione (al fine di poter condurre correttamente elaborazioni statistiche).

Si è quindi fatto riferimento alle elaborazioni disponibili per le seguenti stazioni:

Cod.	Stazione di misura Denominazione	T = 20 anni		T = 100 anni		T = 200 anni		T = 500 anni	
		a	n	a	n	a	n	a	n
1233	VERCELLI (Staz. Ris.)	49.46	0.255	63.52	0.248	69.52	0.246	77.42	0.243
1317	Strambino	51.84	0.277	67.22	0.270	73.78	0.267	82.45	0.265
1319	Mazze' C.Le	46.85	0.243	58.29	0.242	63.17	0.242	69.67	0.241

Nella tabella seguente sono riportate le relative curve di possibilità climatica per il tempo di ritorno utile per la definizione degli interventi (100 anni):

	Tr 100 anni
VERCELLI	$h = 63,52 \cdot t^{0,248}$
STRAMBINO	$h = 67,22 \cdot t^{0,270}$
MAZZE'	$h = 58,29 \cdot t^{0,242}$

Come si evince dallo stralcio cartografico seguente, Fontanetto Po si trova in una posizione intermedia rispetto all'ubicazione delle stazioni pluviometriche considerate.



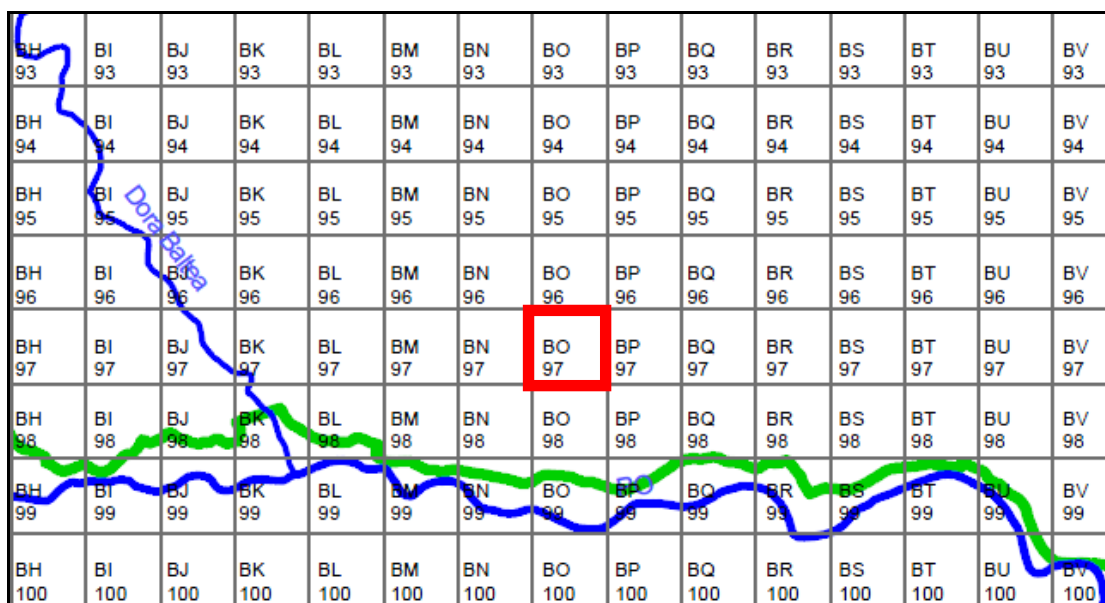
Si è proceduto pertanto al perfezionamento dei dati di input della curva pluviometrica secondo quanto indicato nelle *Norme di attuazione della Direttiva Sulla Piena Di Progetto* da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica contenute nel **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti** (Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6ter Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001).

Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense

Al fine di fornire uno strumento per l'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette AdBPo ha condotto un'interpolazione spaziale con il metodo di kriging dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato.

Gli elaborati prodotti consentono il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, a meno dell'approssimazione derivante dalla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, identificando la localizzazione secondo le coordinate geografiche.

I valori indicati costituiscono il riferimento assunto per la presente progettazione.



Secondo quanto indicato dall'immagine precedente riportante il reticolo di suddivisione geografica delle precipitazioni intense, i bacini idrografici oggetto di studio sono rappresentati nella casella BO97; si riportano a seguire i relativi parametri di pioggia per diversi tempi di ritorno.

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
BO97	433000,00000	5007000,00000	49,80	0,251	64,74	0,243	71,13	0,241	79,56	0,238

Nella tabella seguente è riportata la curva di possibilità climatica per il tempo di ritorno 100 anni, che viene assunta a base della progettazione:

	Tr 100 anni
BO97 – Fontanetto Po	$h = 64,74 \cdot t^{0,243}$

5.3 Calcolo delle portate di piena: metodo razionale

Utilizzando le altezze di precipitazione precedentemente definite ed i valori stimati dei tempi di corrivazione, sono state valutate, in funzione dei tempi di ritorno assegnati, le portate di piena ed i relativi contributi specifici per ciascun bacino.

Il metodo razionale di correlazione afflussi-deflussi, per il calcolo della portata di piena, utilizza la formula di Turazza:

$$Q = \frac{c \cdot h \cdot S}{3.6 \cdot t_c} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

L'analisi idrologica condotta ha permesso di valutare le precipitazioni di assegnato tempo di ritorno ($T_r = 100$ anni), utilizzando le indicazioni della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - linee segnalatrici di probabilità pluviometrica puntuali - anno 2001", a cura dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

Nella tabella seguente sono riportati i valori di piena, relativi alle diverse rogge interferenti con lo scolmatore in progetto, calcolati con il metodo razionale.

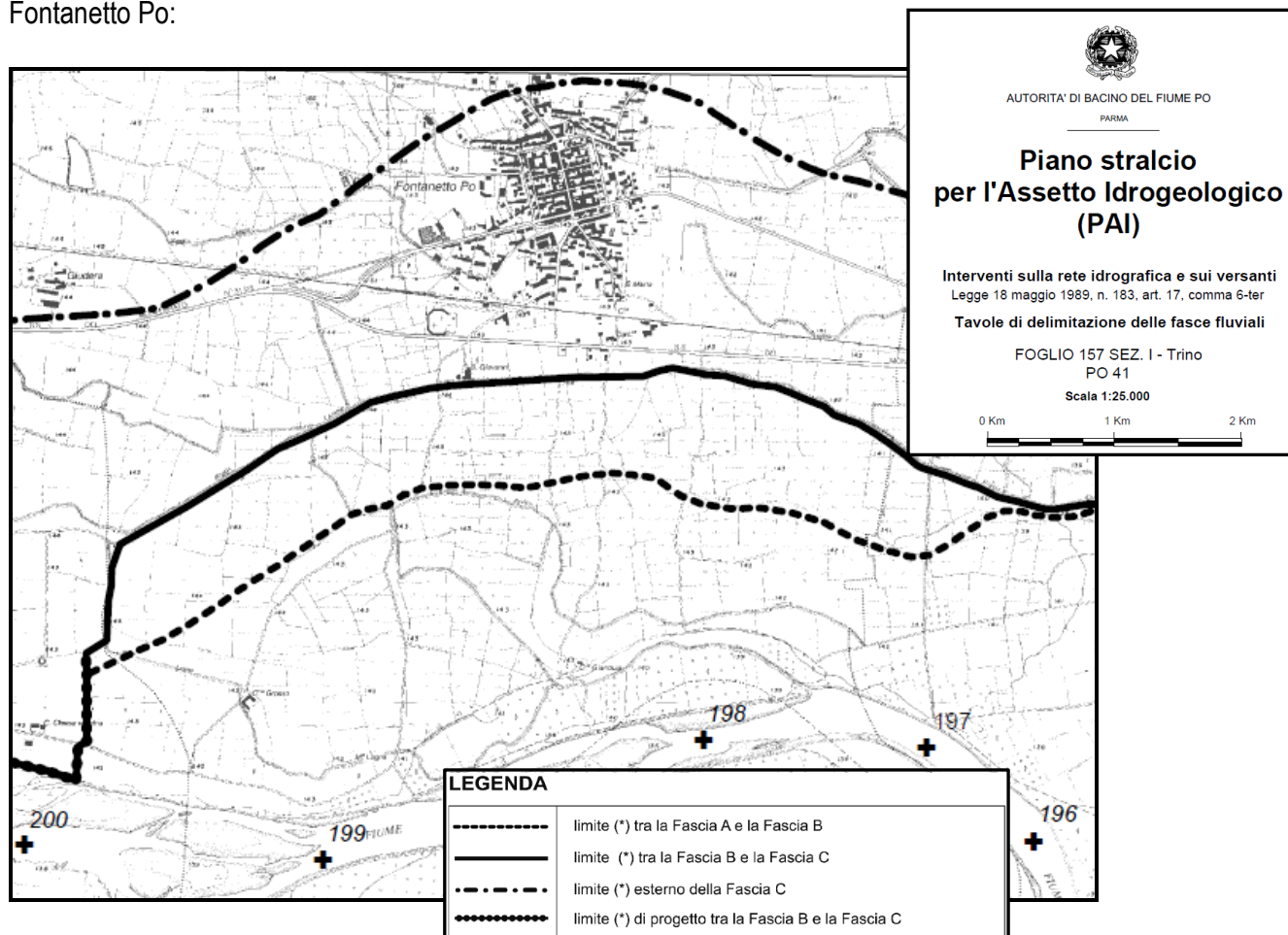
	BACINO (kmq)	Qmax (mc/s) Tr 100 anni
FONNA	12,07	19,40
CERCA	8,40	18,24
CAMERA	27,74	32,56
GUADEROGLIO	0,79	3,07
CHIUSA	2,33	6,46
LOGNA	1,18	3,01

5.4 interazioni con le fasce fluviali del fiume Po

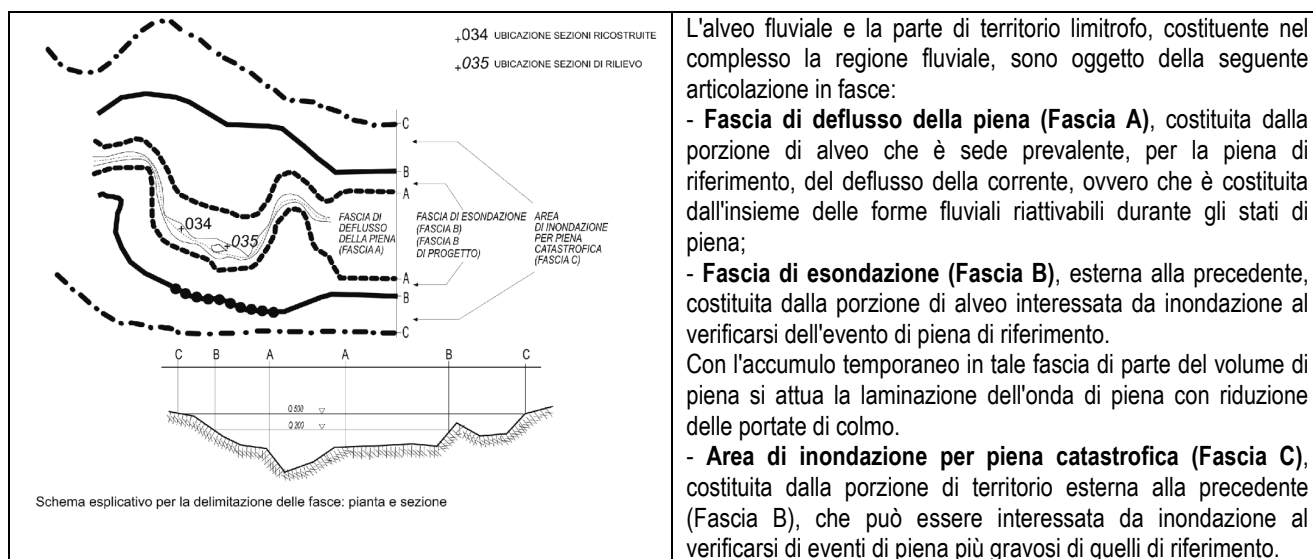
Al fine di una corretta pianificazione e conseguente progettazione delle opere in oggetto, considerato che il canale scolmatore ha come ricettore finale il fiume Po, è necessario valutare le interazioni con le fasce fluviali. Il Piano stralcio delle Fasce Fluviali sui corsi d'acqua principali del bacino idrografico del fiume Po – PSFF - è lo strumento per la delimitazione della regione fluviale, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli e direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (a fini insediativi, agricoli e industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali.

Il Piano stralcio delle Fasce Fluviali è principalmente un piano di misure non strutturali, atte a perseguire obiettivi di difesa del rischio idraulico, di mantenimento e recupero dell'ambiente fluviale, di conservazione dei valori paesaggistici, storici, artistici e culturali all'interno delle regioni fluviali; esso contiene la definizione e la delimitazione cartografica delle fasce fluviali dei corsi d'acqua principali del bacino del PO.

Si riporta nel seguito lo stralcio planimetrico con rappresentazione delle fasce fluviali nel Comune di Fontanetto Po:



Lo schema esplicativo seguente rappresenta la materializzazione delle fasce fluviali su una sezione tipo di territorio:



nelle tabelle seguenti sono riportate le portate di piena di riferimento del Po per vari tempi di ritorno:

Tabella 2: portate di piena per il Po nel tratto da Martiniana a Isola Sant'Antonio (confluenza Tanaro)

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie	Q20	Q100	Q200	Q500	Idrometro
		Progr.(km)	Cod.	Denomin.	km²	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	Denominazione
Alto Po	Po	29.700	325	Gambasca	214	370	540	650	760	
Alto Po	Po	53.787	311	Villafranca Piemonte	670	900	1100	1300	1460	
Alto Po	Po	72.000	300	Lombriasco	3500	1550	2100	2320	2630	
Alto Po	Po	90.100	287	La Loggia	3820	1600	2150	2400	2720	
Alto Po	Po	98.051	281	Moncalieri	4885	1730	2350	2600	2950	Po a Moncalieri
Alto Po	Po	118.464	255	San Mauro	7408	2600	3600	4000	4600	Po a San Mauro
Alto Po	Po	132.692	234	Chivasso	8960	3200	4400	4800	5500	
Alto Po	Po	150.500	208	Palazzolo Vercellese	13640	4200	5600	6100	6900	Po a Palazzolo
Alto Po	Po	181.127	163	Casale Monferrato	13940	4200	5600	6100	6900	Po a Casale Monferrato
Alto Po	Po	198.690	136	Breme	16780	5300	7000	7500	8400	
Alto Po	Po	204.761	125	Valenza	17030	5400	7100	7600	8500	
Alto Po	Po	223.273	97	Isola Sant'Antonio	25320	7000	9500	10300	11600	

ed i profili di piena per il fiume Po, corpo recettore naturale dello scolmatore di Fontanetto Po in progetto:

Sez.	Progr. (km)	T = 200 anni		Sez.	Progr. (km)	T = 200 anni		Sez.	Progr. (km)	T = 200 anni	
		Quota idrometrica (m s.m.)	Q (m ³ /s)			Quota idrometrica (m s.m.)	Q (m ³ /s)			Quota idrometrica (m s.m.)	Q (m ³ /s)
277	103.267	220.09		200	156.237	143.77		123	205.866	91.86	
276	104.845	219.41		199	157.424	142.18	6100	122	206.418	90.58	
275	105.590	218.90		198	158.612	140.42		121	207.170	89.59	
274	106.290	218.49		197	159.800	139.52		120	207.707	89.09	
273	106.990	217.74		196	160.394	139.03		119	208.244	88.88	

La sezione di interesse, ai fini della verifica idraulica e del dimensionamento del canale scolmatore nella condizione più critica di contemporaneità con il picco di piena duecentennale del Po è la sezione 198-199, equidistante dalle sezioni 198 e 199.

Per interpolazione lineare tra le due sezioni ufficiali, si può determinare la quota idrometrica di piena Tr 200 anni:

$$(140,42+142,18)/2 = \mathbf{141,30 \text{ m s.m.}}$$

Tale quota rappresenta la condizione al contorno imposta nella simulazione idraulica per rappresentare l'evento critico.

La portata di riferimento, Tr 200 anni, del fiume Po, all'altezza di Fontanetto Po, risulta pari a **6.100 m³/s**.

6.2 Interazione del settore golenale con gli eventi di piena nel Po

La tracimazione delle acque del Po nel settore golenale percorso dal tratto terminale dello scolmatore in progetto (a valle della roggia Reale) avviene con portate in alveo comprese tra 3000 e 4000 m³/s, corrispondente a un tempo di ritorno di 5÷10 anni.

Per portate inferiori (e quindi sull'intero campo dei deflussi ordinari e di morbida) il regime idraulico della golena è svincolato dai deflussi del Po ed alimentato dalla roggia Logna e dai colatori secondari che vi confluiscono.

Più precisamente, con la portata di 3000 m³/s avviene l'innesco dell'esondazione in sinistra in corrispondenza del lato di monte del paleoalveo che attraversa il territorio boscato ubicato tra il tratto di canale a valle dell'immissione della roggia Logna ed il Po stesso. Con 4000 m³/s il deflusso nel paleoalveo risulta sviluppato.

Quando le portate nel Po superano i 4500 m³/s, l'esondazione interessa anche la golena e a monte il paleoalveo.

Con il superamento di 5000 m³/s l'area viene alimentata in più punti dai deflussi di esondazione del Po e infine, solo con portate superiori a 6000 m³/s il deflusso golenale risulta completamente sviluppato.

Le valutazioni sopra riportate sono valide sia per la situazione attuale che per quella di progetto; nella situazione di progetto non si modificano in modo significativo le condizioni idrodinamiche in golena (tiranti e velocità di flusso).

6.3 Costruzione e schematizzazione del modello idraulico

Lo studio idraulico è stato condotto simulando il deflusso di piena con tempo di ritorno 100 anni sul canale scolmatore in progetto secondo una schematizzazione di **moto stazionario**, con condizioni al contorno invarianti nel tempo. Dato il funzionamento dell'opera in progetto, atta a contenere l'intero deflusso centennale all'interno della sezione incisa, nel modello si è utilizzato uno schema di calcolo **monodimensionale**; i calcoli idrodinamici sono stati eseguiti tramite l'impiego del codice HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System).

Il modello geometrico rappresenta il canale scolmatore in progetto per un'estensione circa pari a 6015 m, a partire dall'intercettazione del cavo Guaderoglio (immediatamente a monte della sua attuale confluenza nella roggia Cerca) fino alla sua confluenza nel fiume Po. Il tracciato di progetto del canale scolmatore interferisce, a partire da monte verso valle, con le seguenti infrastrutture:

- strada campestre alla progressiva 515,10 m;
- strada San Genuario alla progressiva 1648,20 m;
- strada comunale delle Fonne alla progressiva 2230,10 m;
- strada comunale Fontanetto Po- Crescentino alla progressiva 2808,40 m;
- sifone di attraversamento Linea Ferroviaria Chivasso – Casale Monferrato circa tra le progressive 2820 e 2835 m;
- SP 33 alla progressiva 2880,10 m;
- SP 31bis alla progressiva 2903,10 m;
- strada della Guidra alla progressiva 3012,57 m;
- sifone di attraversamento della roggia Camera tra le progressive circa 3340 e 3355 m;
- attraversamento della strada vicinale Ronco a progr. 3907,45 m.

Data la presenza dei 2 sopraccitati sifoni in progetto il modello geometrico complessivo è stato suddiviso in 3 ulteriori modelli:

- modello di monte, compreso tra il cavo Guaderoglio (NODO 0 – progr. 130,35 m) e il sifone di attraversamento della Linea Ferroviaria (progr. 2808,40 m);
- modello intermedio, compreso tra il sifone di attraversamento della Linea Ferroviaria (progr. 2845,15 m) e quello di attraversamento della roggia Camera (3334,20 m);
- modello di valle esteso tra il sifone di attraversamento della roggia Camera (3359,20 m) e la sezione di valle del manufatto di attraversamento sulla roggia Reale (progr. 3907,45 m), in cui si attesta, di fatto, il limite di esondazione del fiume Po per tempo di ritorno 200 anni; formalmente il limite esterno di fascia B (cfr. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Tavola di delimitazione delle Fasce Fluviali 157 sez. I) coincide con la roggia Camera.

Per il modello di valle si è inoltre costruito uno schema geometrico esteso fino in corrispondenza della sua confluenza nel fiume Po al fine di analizzare il deflusso della portata TR 100 anni lungo lo scolmatore in progetto in condizioni di “non interferenza” idrodinamica del fiume Po, corrispondente a uno stato idrologico ordinario del corso d'acqua e quindi tale da influenzare minimamente, in termini di livello, la portata defluente nel canale scolmatore.

6.4 Condizioni al contorno

Sono state predisposte simulazioni con differenti condizioni al contorno:

- Situazione di concomitanza di piena tra scolmatore (Tr 100 anni) e fiume Po (Tr 200 anni);
- Situazione di piena TR100 anni sul solo canale scolmatore con livello del fiume Po a quota inferiore del fondo alveo del canale scolmatore;
- Situazione di piena TR100 anni sul solo canale scolmatore con livello del fiume Po a quota superiore di 1,0 m rispetto a quello di moto uniforme del canale scolmatore;
- Situazione di piena TR100 anni sul solo canale scolmatore con livello del fiume Po a quota superiore di 3,0 m rispetto a quello di moto uniforme del canale scolmatore.

6.5 Coefficienti di resistenza distribuita

La Direttiva AdBPo contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce “A” e “B” (approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999 - aggiornata con deliberazione n. 10 del Comitato Istituzionale del 5 aprile 2006) fornisce la tabella seguente che riporta i valori di riferimento per i coefficienti di scabrezza, secondo le formule di Strickler e di Manning, riferiti alle situazioni tipiche dei corsi d'acqua.

Tipologia del corso d'acqua	Strickler $K_s = 1/n \text{ (m}^{1/3} \text{ s}^{-1}\text{)}$
CORSI D'ACQUA MINORI (Raggio idraulico $\geq 2 \text{ m}$; larghezza in piena $< 30 \text{ m}$)	
Corsi d'acqua di pianura	
- alvei con fondo compatto, senza irregolarità	45-40
- alvei regolari con vegetazione erbacea	30-35
- alvei con ciottoli e irregolarità modeste	25-30
- alvei fortemente irregolari	25-15

In accordo con la direttiva AdBPo, per il fondo e le sponde in terreno naturale del canale scolmatore, è stato assunto un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $30 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.

Per i tratti intubati realizzati con manufatti in c.a. gettati in opera o prefabbricati si è adottato $C = 70 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.

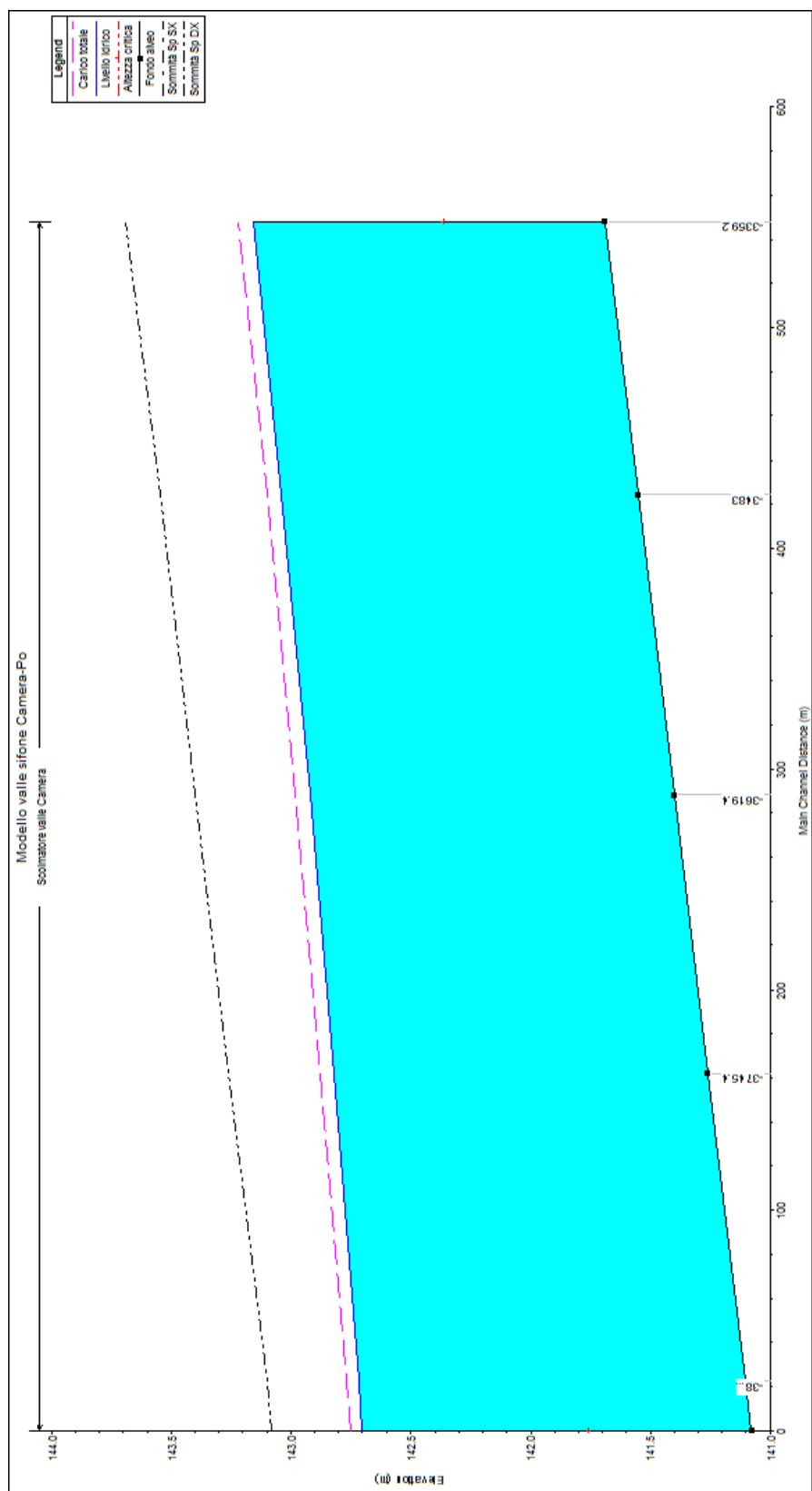
6.6 Verifica idraulica situazione di progetto in condizioni di concomitanza temporale di piena

Come già detto in precedenza il progetto è stato predisposto nell'ipotesi che esista concomitanza temporale tra il colmo del Po a tempo di ritorno 200 anni e quello centennale dello scolmatore.

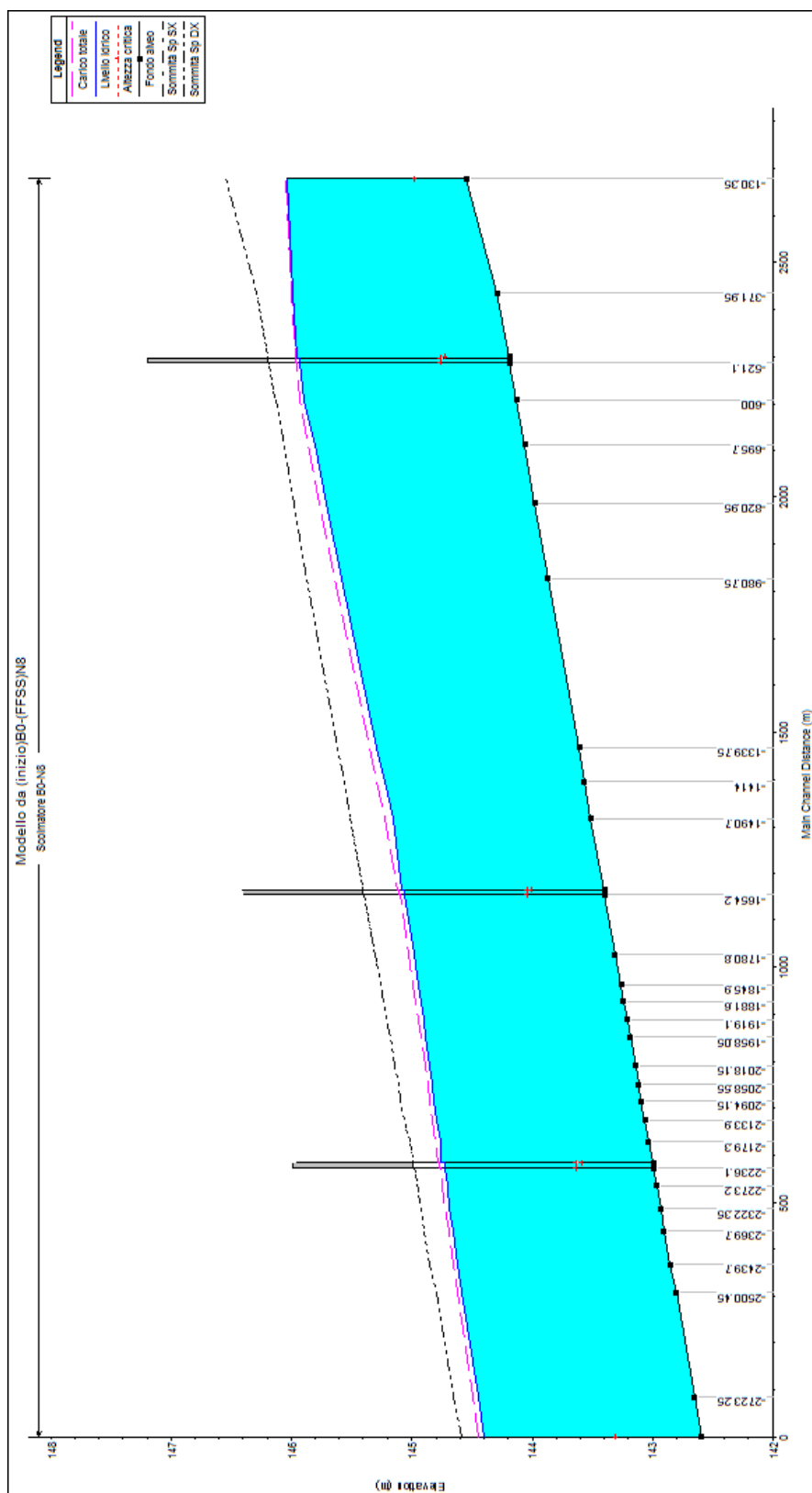
La portata centennale dello scolmatore è pari a $32 \text{ m}^3/\text{s}$ (trascurando l'apporto della roggia Logna localizzata nell'area esondabile del Po occupata dalla Fascia B); essa transita in corrente lenta, con altezze d'acqua variabili tra valori di 1,6 e 1,7 m circa e velocità circa pari a 1,0 m/s.

La sezione di progetto dello scolmatore smaltisce la portata di riferimento con franchi idraulici di sicurezza compresi tra valori di 0,38 e 0,53 m, malgrado l'influenza idrodinamica per tempo di ritorno 200 anni esercitata dal fiume Po.

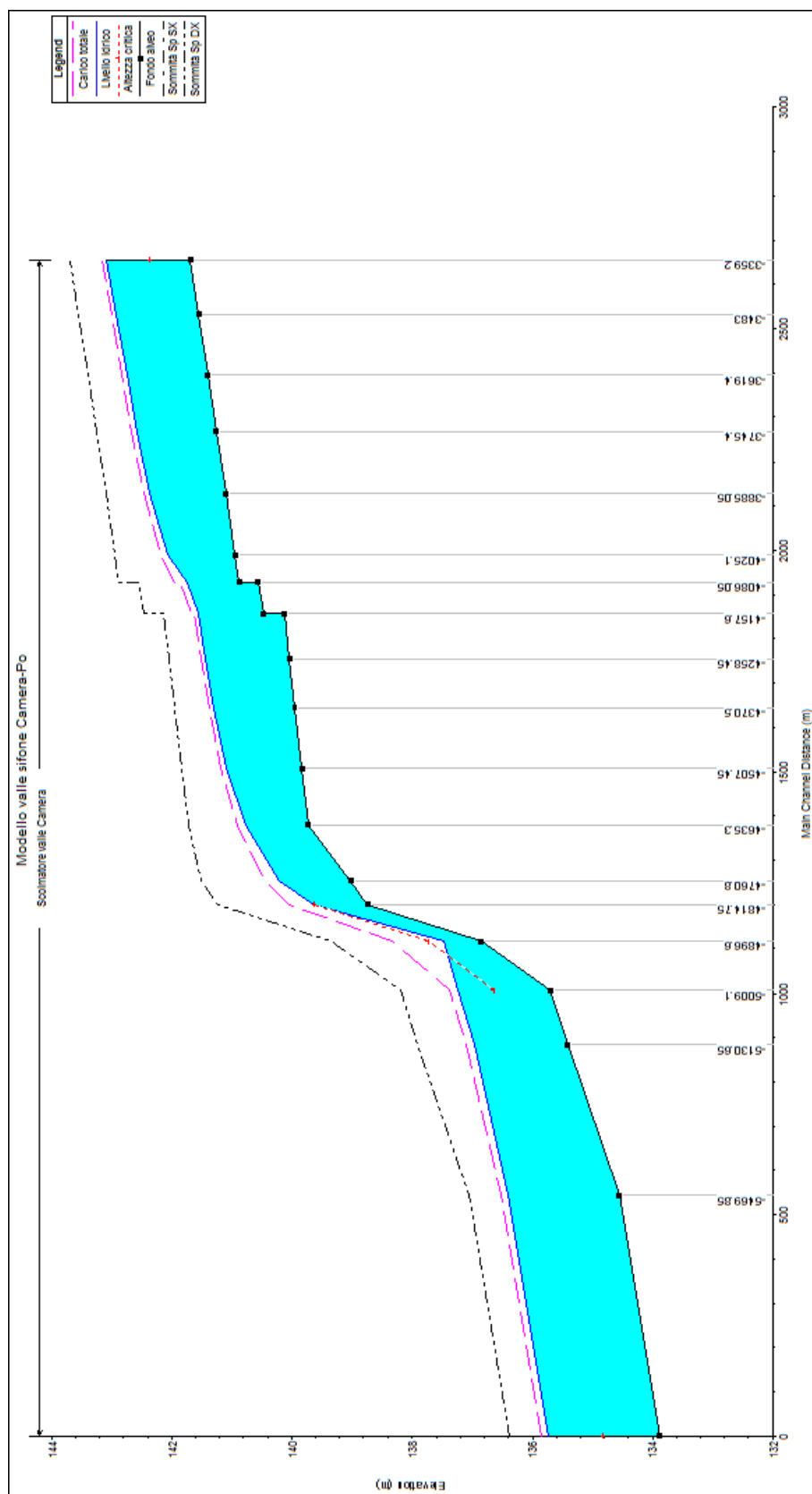
Di seguito si allegano alcuni profili idraulici relativi alle simulazioni effettuate; per maggiori dettagli relativi ai risultati numerici si rimanda alla relazione idrologico-idraulica.



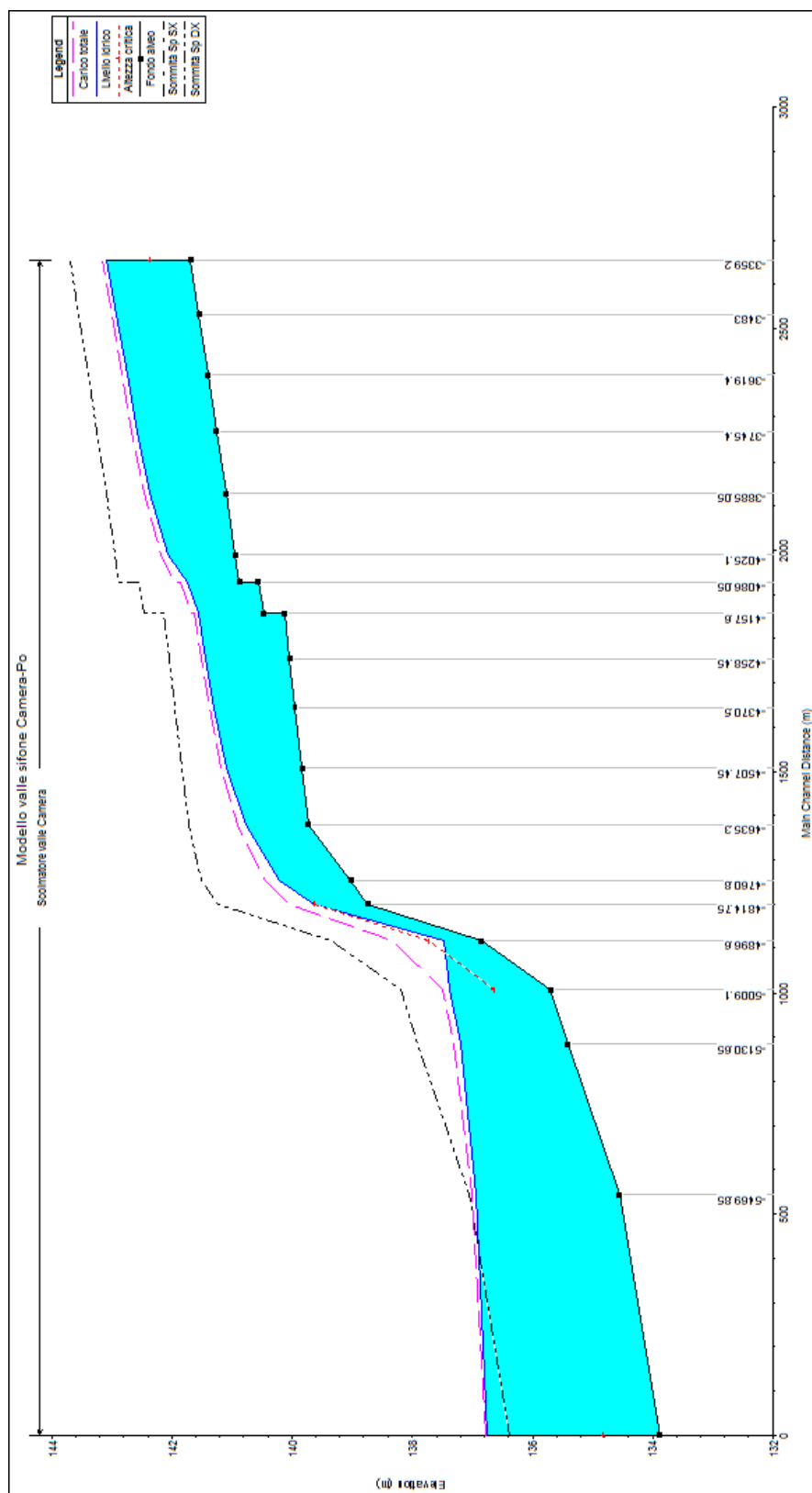
Profilo idrometrico per tempo di ritorno 100 anni sul canale scolmatore, considerando il livello a tempo di ritorno 200 anni del Po a valle dell'interferenza con la roggia Reale.



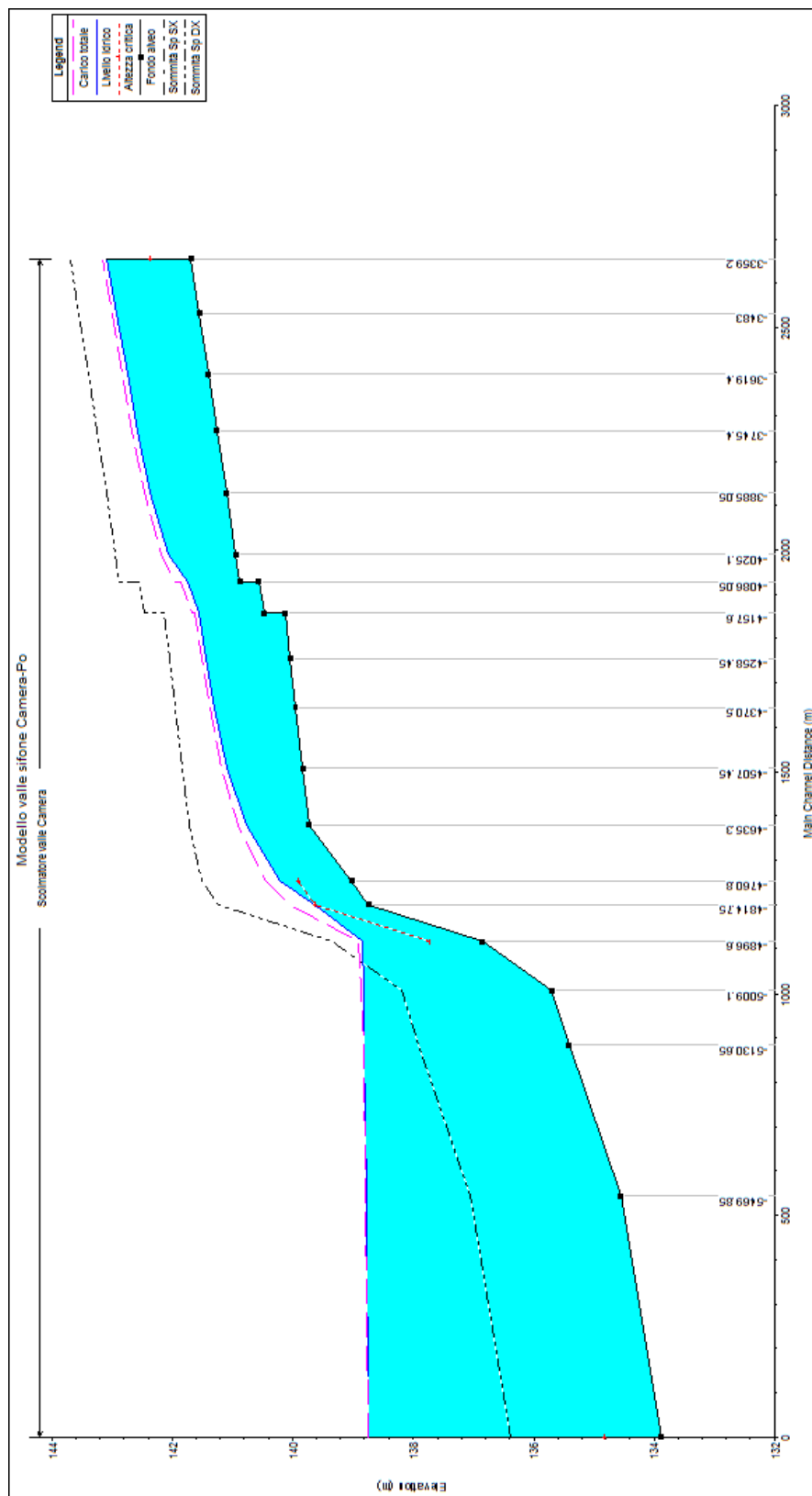
Profilo idrometrico per tempo di ritorno 100 anni sul canale scolmatore nel tratto dal cavo Guaderoglio al sifone FF.SS.



Profilo idrometrico per tempo di ritorno 100 anni sul canale scolmatore nelle condizioni di livello idrico del Po nullo.



Profilo idrometrico per tempo di ritorno 100 anni sul canale scolmatore nelle condizioni di livello idrico del Po pari a 1 m.



Profilo idrometrico per tempo di ritorno 100 anni sul canale scolmatore nelle condizioni di livello idrico del Po pari a 3 m.

7. ASPETTI AMBIENTALI

7.1 Contesto legislativo

Con riferimento agli obblighi ambientali, l'opera è soggetta alla L.R.14 dicembre 1998 n. 40 "Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione".

L'art. 4 (*Progetti sottoposti alla procedura di VIA*) recita:

1. Sono sottoposti alla fase di verifica, secondo le modalità di cui all'articolo 10, i progetti di opere e di interventi di cui agli allegati B1, B2 e B3 non ricadenti, neppure parzialmente, in aree protette.
2. Sono sottoposti alla fase di valutazione, secondo le modalità di cui all'articolo 12:
 - a) i progetti di opere e di interventi di cui agli allegati A1 e A2;
 - b) i progetti di opere e di interventi di cui agli allegati B1, B2 e B3 che ricadono, anche parzialmente, all'interno di aree naturali protette come definite dalla normativa nazionale e regionale vigente in materia, la cui realizzazione sia consentita dalla legge istitutiva dell'area protetta interessata.

L'allegato B1 riporta:

Progetti di competenza della Regione, sottoposti alla fase di verifica quando non ricadono neppure parzialmente in aree protette e sottoposti alla fase di valutazione quando ricadono, anche parzialmente, in aree protette, sempreché la realizzazione sia consentita dalla legge istitutiva dell'area protetta interessata. Le soglie dimensionali dell'allegato devono essere ridotte del 50% per i progetti che ricadono anche parzialmente in area protetta, la cui realizzazione sia consentita dalla legge istitutiva dell'area protetta interessata.

L'opera in progetto è elencata al punto 15: *opere di regolazione del corso dei fiumi e dei torrenti, canalizzazione e interventi di bonifica idraulica ed altri simili destinati ad incidere sul regime delle acque, compresi quelli di estrazione di materiali litoidi dal demanio fluviale e lacuale.*

Lo scolmatore di Fontanetto Po non interessa direttamente aree protette (l'origine del canale si trova poco a sud del **SIC Palude di San Genuario**), bensì l'**area contigua ZPS a ridosso del fiume Po**, per la parte a sud della roggia Camera.

In relazione a quanto rappresentato, si prevede pertanto che il progetto debba essere sottoposto, nella fase di progettazione definitiva, alla verifica di impatto ambientale (art. 10 L.R. 40/98) di competenza Regionale e debba essere predisposta apposita valutazione di incidenza per l'interferenza con la zona a vincolo ZPS.

7.2 Alternative progettuali

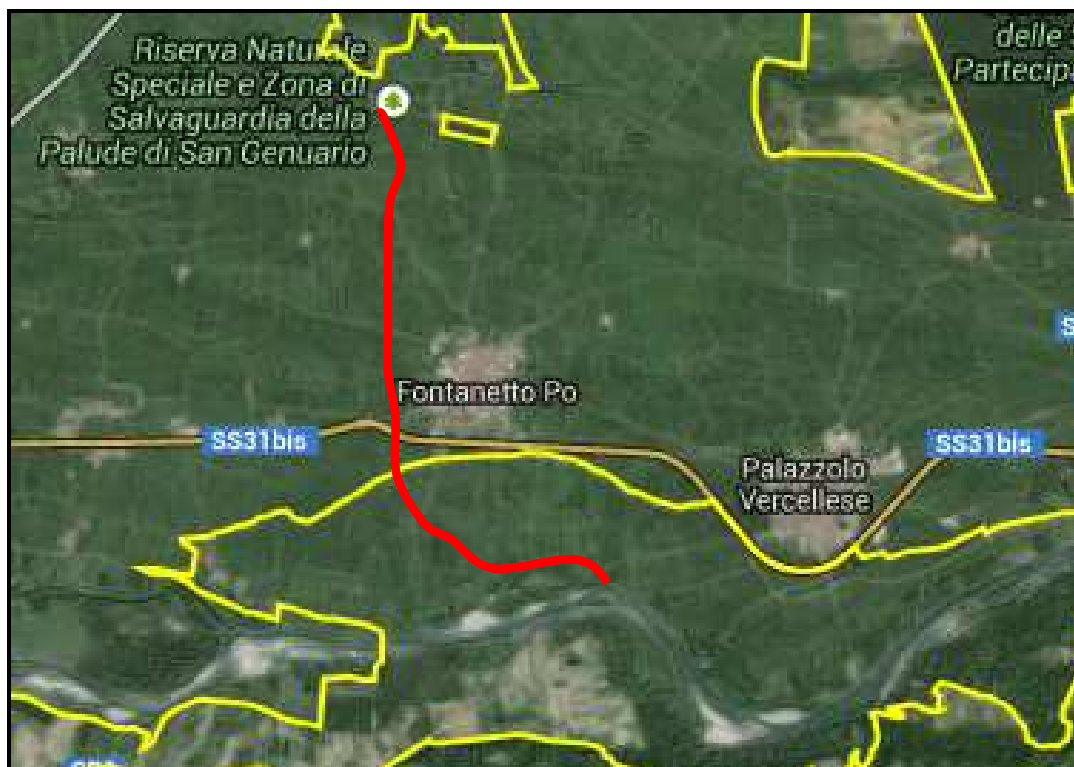
Il canale in progetto ha lo scopo specifico di salvaguardare l'abitato di Fontanetto Po dalle esondazioni delle rogge irrigue che attraversano il territorio comunale con direzione ovest-est, oltre a ridurre le portate trasportate dai canali stessi verso gli abitati di Palazzolo e Trino Vercellese.

L'unico recapito disponibile ed adeguato a ricevere la portata progettuale pari a 35 m³/s è il fiume Po, che del resto, è il naturale recettore delle acque defluenti verso sud dalla piana di Fontanetto.

Il canale scolmatore in progetto deve pertanto essere posizionato il più vicino possibile al concentrico del paese, in modo che i tratti di valle non vengano nuovamente sovraccaricati, devono cioè essere ridotti al massimo i bacini idrografici delle rogge a valle dello scolmatore.

Qualsiasi posizione dello scolmatore, ad ovest di quella prescelta, avrebbe quindi vanificato in parte l'intervento, incrementando il fattore di rischio per i territori a valle.

La ZPS si snoda lungo tutta l'asta fluviale del Po, quindi anche altri tracciati avrebbero in ogni caso interferito con zona contigua, senza quindi benefici ambientali.



Il tracciato prescelto è ubicato in corrispondenza di canali esistenti (roggia Fonna e Cavone) e non è stato quindi necessario realizzare tratti di canale ex novo, ma semplicemente ricalibratura di fossi esistenti, minimizzando quindi l'impatto ambientale ed il consumo di territorio.

7.3 Fasi e tempistiche realizzative

La realizzazione dell'opera dovrà avvenire nei mesi non interessati dalla stagione irrigua (fine maggio, giugno, luglio, agosto, inizio settembre).

Si prevede pertanto di operare in cantiere da metà settembre a metà maggio.

Anche la realizzazione degli attraversamenti della linea ferroviaria Casale – Chivasso (con tecnica no-dig, manufatto inserito a spinta) e delle strade provinciali (SP 31bis ed SP 33, con scavo a cielo aperto) è prevista nella stagione invernale, al fine di ridurre al minimo le interferenze con la falda idrica superficiale.

La costruzione del canale avverrà da valle, in modo da avere sempre la possibilità di deflusso verso il Po delle acque drenate e poter garantire la capacità di smaltimento delle portate convogliate all'interno del canale con la realizzazione dei vari manufatti scolmatori e di interconnessione con le rogge esistenti.

La realizzazione del sifone in corrispondenza della roggia Camera comporterà la demolizione ed il successivo ripristino di un tratto della Camera di lunghezza pari a circa 25 m.

7.4 Gestione delle terre e rocce da scavo

Il tema delle terre e rocce da scavo e, in particolare, la possibilità di gestire questi materiali come sottoprodotti e non come rifiuti, è stato oggetto nell'ultimo decennio di numerosi interventi normativi (dalle "legge Lunardi" alle diverse versioni dell'art. 186 del d. lgs. 152/06 e s.m.i.), fino ad arrivare nel 2012 alla pubblicazione di un apposito regolamento con il D.M. 161/2012.

Neanche questo regolamento però riusciva a coprire tutte le casistiche, in quanto non era chiara la sua applicabilità ai piccoli cantieri (< 6.000 mc), per i quali il comma 7 dell'art. 266 del d. lgs. 152/06 e s.m.i. prevedeva una specifica normativa semplificata.

Nel 2013 perciò il legislatore tornava sulla materia, prima attraverso la pubblicazione del decreto legge 21 giugno 2013, n° 69 e, pochi giorni dopo, con la conversione del decreto legge n° 43/2013, con modifiche, nella legge n° 71/2013.

Infine, con la pubblicazione (S.O. n° 63 della G.U. n° 194 del 20 agosto 2013) della legge n° 98 del 9 agosto 2013 di conversione, con modifiche, del decreto legge 21 giugno 2013, n° 69, recante "Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia" (cd "decreto Fare"), in vigore dal 21 agosto 2013, la normativa in materia cambiava nuovamente, in quanto l'art. 41bis, abrogando l'art. 8bis del decreto legge n° 43/2013 convertito, con modifiche, nella legge n° 71/2013 (che aveva, per alcune casistiche, risuscitato il già abrogato art. 186 del d.lgs. 152/06), definiva delle nuove modalità operative.

La situazione che si viene a delineare in tema di gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti è dunque la seguente:

- applicazione (come previsto dall'art. 41, comma 2, della nuova norma) del Regolamento di cui al DM 161/2012 per i materiali da scavo derivanti da opere sottoposte a VIA o ad AIA per cantieri superiori a 6000 mc;
- applicazione dell'art. 41bis in tutti gli altri casi, quindi non solo per i cantieri inferiori a 6.000 mc, ma per tutte le casistiche che non ricadono nel DM 161/2012.

La nuova norma, applicabile come detto per tutte le casistiche non ricadenti nel DM 161/2012, prevede che il proponente o il produttore attesti il rispetto dei quattro punti (comma 1) che consentono di considerare i materiali da scavo come sottoprodotti e non rifiuti mediante una "autocertificazione" (dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà, ai sensi del DPR 445/2000) da presentare all'Arpa (comma 2) territorialmente competente.

Le attività di scavo devono essere autorizzate dagli enti competenti in quanto attività edilizie e quindi il processo di autocertificazione dovrà comunque essere coordinato con l'iter edilizio. Il produttore (comma 3) deve inoltre confermare l'avvenuto utilizzo alle Arpa in riferimento al luogo di produzione e di utilizzo. Il trasporto (comma 4) avviene come bene/prodotto.

La dichiarazione deve contenere sufficienti indicazioni sulla quantità e qualità dei materiali da scavo e sui siti interessati (produzione, deposito e utilizzo), al fine di permettere la verifica del rispetto delle quattro condizioni (indicate nel comma 1 dell'art. 41bis) indispensabili per poter classificare il materiale come sottoprodotto.

In conformità a quanto previsto dalla normativa vigente, prima della progettazione definitiva verranno realizzati i sondaggi per la caratterizzazione del materiale.

7.5 Caratterizzazione geologica e geomorfologica

L'area oggetto dei lavori è caratterizzata dalla presenza di un insieme di terrazzi fluviali sub pianeggianti, debolmente inclinati verso SE, separati tra di loro da scarpate di altezza variabile, orientate principalmente lungo un asse disposto in direzione Est-Ovest. Altezza delle scarpate ed età delle superfici aumentano, in genere, spostandosi da SE verso NO, secondo una morfologia derivante dalla migrazione nel tempo della posizione del Po e della Dora Baltea.

Il canale in progetto si colloca in corrispondenza dell'alta scarpata che segna il limite tra la superficie più antica, maggiormente smembrata dall'erosione, e quelle più recenti maggiormente continue, insistendo in gran parte su queste ultime.

La morfologia originaria dell'area è stata parzialmente obliterata dai processi di rimodellamento geomorfologico e, soprattutto, dall'uso antropico del territorio sia a scopo agricolo (risaie e canalizzazioni), sia per la produzione ittica (bacini artificiali), sia per finalità estrattive.

Le modifiche più significative apportate alla morfologia del territorio sono il modellamento delle camere di risaia.

L'area in esame è posta, a grande scala, al contatto tra due diverse facies di depositi quaternari continentali: i depositi fluvio-glaciali ghiaiosi, con lenti sabbioso-argillose (Fluvioglaciale Riss-Pleistocene), caratterizzano i terrazzi più antichi, mentre i depositi fluviali ghiaioso-sabbiosi (depositi fluviali antichi ricoprenti il fluvioglaciale Wurm), contraddistinguono i terrazzi più recenti (Bonsignore et al. 1969).

Il substrato è costituito da depositi marini eocenici-pliocenici che formano l'ossatura dei rilievi collinari dell'Alto Monferrato; questi ultimi, posti in destra idrografica del Fiume Po, si estendono nel sottosuolo della pianura vercellese a formare il fronte appenninico sepolto di cui il Rilievo Isolato di Trino rappresenta l'unica evidenza strutturale superficiale osservabile (Carrare et al. 1995).

Tale fronte sepolto è delimitato da una serie di lineamenti tettonici orientati circa in direzione Est-Ovest i quali, dislocando il substrato collinare, hanno progressivamente prodotto verso Sud l'innalzamento dei rilievi stessi e verso Nord un forte abbassamento, con la conseguente creazione di un esteso bacino subsidente colmato da depositi quaternari (Bortolami et al. 1976). Tra Crescentino e Lucedio è segnalata la presenza di una faglia diretta orientata circa in direzione SO-NE (Fagliadi Lucedio) (Fisso et al. 1987), la quale individua due settori con marcate differenze stratigrafiche. Dall'esame delle stratigrafie e da quanto riportato in

letteratura, a Sud di tale allineamento i sedimenti quaternari sono modellati direttamente all'interno del substrato marino terziario e separati da quest'ultimo da un netto contatto erosionale. Lo spessore varia da 12 m fino ad annullarsi in corrispondenza del Fiume Po, dove l'alveo è inciso talora direttamente nel substrato marnoso.

Nel settore posto a NO dell'allineamento, al contrario, i depositi quaternari, con uno spessore notevole in rapido aumento spostandosi verso Nord, risultano modellati all'interno di facies fluvio-lacustri e di transizione "villafranchiane", modellate a loro volta nel substrato marino. I lineamenti tettonici descritti hanno provocato una forte discontinuità sia laterale sia verticale dei processi deposizionali, creando una forte eterogeneità nella distribuzione e negli spessori dei depositi stessi; a ciò si deve aggiungere la marcata "eteropia di facies" che caratterizza naturalmente i depositi fluvio-lacustri e fluvioglaciali: ne consegue una situazione stratigrafica complessa sia dal punto di vista sedimentologico sia da quello idrogeologico.

7.6 Caratterizzazione idrogeologica

L'assetto idrogeologico risulta strettamente connesso all'assetto stratigrafico locale, che è a sua volta fortemente condizionato dalla presenza dei lineamenti tettonici. Lungo il tracciato dell'opera, in particolare nella parte nord, si è in presenza di una falda superficiale, ospitata in un acquifero multistrato di esiguo spessore che, localmente e talvolta stagionalmente, può risultare in pressione. Tale acquifero risulta molto vulnerabile all'inquinamento in quanto privo, se non localmente, di una coltre di copertura di depositi impermeabili.

A Nord della faglia, invece, si riscontra la presenza di una falda libera impostata in acquifero continuo, spesso fino a 70 metri, del tipo monostrato, localmente compartimentato, suddiviso cioè da più orizzonti a bassa permeabilità (Fisso et al., 1987). Tale acquifero risulta meno vulnerabile rispetto al precedente, in quanto protetto da un orizzonte limoso continuo dello spessore di alcuni metri.

Al di sotto dell'acquifero superficiale si incontrano gli acquiferi profondi, in pressione, impostati rispettivamente nelle formazioni villafranchiane e, più in profondità, in quelle marine plioceniche.

Le prime, di spessore estremamente variabile, sono costituite da alternanze di livelli sabbioso-ghiaiosi con livelli più fini argilloso-limosi sabbioso-argillosi. A seguito delle eteropie di facies che caratterizzano il complesso sedimentario in questione e della relativa presenza di livelli impermeabili che, soprattutto a livello locale, risultano di limitato spessore o del tutto assenti, la separazione tra l'acquifero villafranchiano e quello superficiale non è continua.

Per quanto concerne la soggiacenza della falda, i dati piezometrici indicano la presenza, nei terrazzi più recenti, di una falda superficiale prossima al piano campagna, con oscillazioni stagionali dovute principalmente, oltre che alle precipitazioni, ai cicli irrigui (allagamento delle risaie). Gli allagamenti primaverili ed estivi dei campi apportano, infatti, una notevole alimentazione alla falda, provocandone la risalita fino quasi al piano campagna.

Nei terrazzi più antichi, al contrario, la falda si incontra a profondità maggiori, di solito superiore a 2 m, all'interfaccia tra i limi di copertura e i depositi ghiaioso-sabbiosi.

Nell'area di studio, pur essendovi una corrispondenza di massima alla direzione regionale della falda, orientata NordOvest-SudEst (Civita et al., 1990), la vicinanza dello spartiacque sotterraneo del Rilievo Isolato di Trino

genera la presenza di una linea di drenaggio, posta all'incirca NordEst-SudOvest, la quale convoglia in direzione del nucleo centrale del SIC le acque sotterranee provenienti da Nord-Ovest e da Nord-Est. Le risultanti direzioni di deflusso nel SIC sono pertanto da Nord-NordOvest verso Sud-SudEst (lato centro occidentale) e da Nord-Est verso Sud-Ovest (lato orientale).

7.7 Il Piano d'Area del Parco fluviale del Po – tratto vercellese-alessandrino

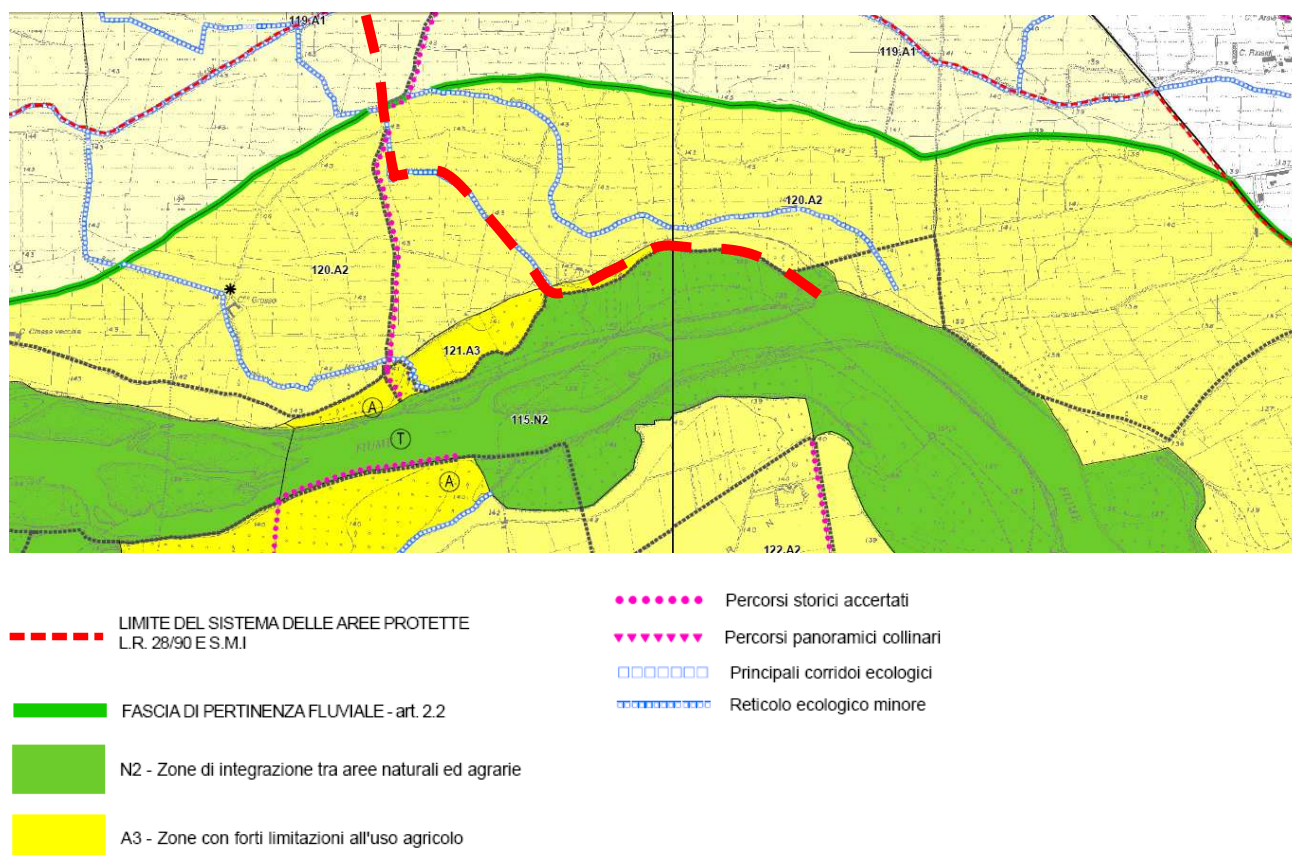
La zona interessata dall'intervento in progetto ricade nella delimitazione territoriale del tratto vercellese-alessandrino del Parco Fluviale del Po regionale.

Il Piano d'Area del Sistema delle Aree Protette della Fascia Fluviale del Po è stato definitivamente approvato, con le varianti conseguenti agli ampliamenti, il 30 maggio 2002 dalla Giunta Regionale.

Il Piano d'Area del Po suddivide il territorio protetto in diverse Zone (N naturalistiche, A agricole, U urbanizzate, T di trasformazione) ad ognuna delle quali corrisponde uno specifico regime normativo definito negli articoli delle Norme di Attuazione; la cartografia di Piano riporta la perimetrazione delle zone rispetto alle quali deve essere effettuata la verifica di compatibilità degli interventi.

Ogni trasformazione urbanistica, prevista e consentita dalle Norme del Piano nell'ambito del territorio vincolato, è subordinata al preventivo parere dell'Ente Parco.

Il Piano individua il tratto Crescentino-Casale (che comprende il territorio di intervento) come "Ambito di Integrazione Operativa A2".



Estratto delle Tav. 37-38 del Piano d'Area del Parco del Po: zonizzazione.

7.8 documentazione fotografica situazione esistente

ZONA A VALLE DELL'IMMISSIONE DELLO ROGGIA LOGNA



ZONA A VALLE DELLA FERROVIA



SIFONE FERROVIA



ZONA ATTRAVERSAMENTO FERROVIARIO



ZONA A MONTE DELLA FERROVIA



MANUFATTO IDRAULICO DI INVASO ESISTENTE



8. ELENCO PREZZI UNITARI E STIMA DEI COSTI

Per la redazione della stima dei lavori si è utilizzato come base di riferimento il prezzoario “Prezzi di riferimento per opere e lavori pubblici nella Regione Piemonte” redatto dal Provveditorato alle Opere Pubbliche per il Piemonte e la Valle D’Aosta.

Tutti i prezzi riportati sono comprensivi del 24,3% per spese generali ed utili d’impresa.

I prezzi dei materiali si intendono a piè d’opera; salvo diversamente specificato, le lavorazioni si intendono comprensive della manodopera, dei costi della sicurezza generali e di ogni altro onere necessario per realizzare l’opera “a regola d’arte”.

9. INDENNIZZI PER ESPROPRIO ED OCCUPAZIONE TEMPORANEA DI TERRENI

Per la realizzazione dello scolmatore, dovrà essere previsto, già nel progetto preliminare:

- L’esproprio dei terreni occupati dall’opera (canale e piste alzaie), per una larghezza pari a circa 25 m nei tratti ove la base del canale è pari a 14 m e 30 m dove la base del canale è di 18 m;
- l’occupazione temporanea durante l’esecuzione dei lavori per una fascia di larghezza pari ad almeno 10 m per parte, ai lati delle piste alzaie.

In assenza di precise valutazioni di mercato del valore venale dei terreni, si quantificano i seguenti indennizzi:

- per esproprio: il valore medio per tipologia di coltura;

- per occupazione temporanea: 1/12 del valore medio per tipologia di coltura.

Gli importi per gli indennizzi di seguito riportati sono valutati in base ai valori agricoli medi riportati nel Comunicato del Settore Attività negoziale e contrattuale – Espropri – Usi civici Art. 2 della legge regionale 18 febbraio 2002, n. 5. Tabelle dei valori agricoli medi dei terreni approvati dalla Commissione Provinciale Espropri di Vercelli, riferiti all'anno 2012 e validi per l'anno 2013 (REGIONE PIEMONTE BU26 27/06/2013).

Il Comune di Fontanetto Po appartiene alla Regione Agraria n. 6.

Provincia di Vercelli: Commissione espropri (ai sensi del T.U. espropri – DPR n. 327/01 e succ. D. Lgs. n. 302/02) – Valori Agricoli Medi ad ettaro (euro/Ha).

TIPO DI COLTURA	R. AGRARIA N° 6 Val. medi a HA
Seminativo	13.287
Seminativo arborato	13.596
Seminativo irriguo	23.482*
Seminativo irriguo arborato	23.482
Prato	12.051
Prato arborato	=
Prato irriguo	21.013
Prato irriguo arborato	21.013
Prato a marcita	21.013
Risaia stabile (1)	23.173
Vivaio	=
Orto	23.259
Orto irriguo	31.999
Frutteto	15.452
Frutteto irriguo	=
Vigneto	12.242
Orto arborato	=
Pescheto	28.254
Pascolo	3.365
Pascolo arborato	=
Pascolo cespugliato	=
Castagneto da frutta	=
Bosco alto fusto	5.887
Bosco misto	5.607
Bosco ceduo	5.326
Pioppeto su area golenale	12.053
Incolto produttivo	2.803

Secondo normativa vigente, i valori offerti possono essere incrementati in casi particolari (accordo bonario, coltivatori diretti, ecc).

10. ELENCO AUTORIZZAZIONI DA RICHIEDERE IN FASE DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE/DEFINITIVA

Prima della progettazione esecutiva dovranno essere acquisiti i seguenti pareri-autorizzazioni-nulla osta:

- Permesso di costruire (Comune di Fontanetto PO);
- Autorizzazione in linea idraulica (AIPO - ai sensi del R.D. n. 523 del 25/07/1904 e del D.P.G.R. 06/12/2004 n. 14/R);
- Concessione demaniale (Regione Piemonte, settore decentrato OO PP e Difesa Assetto Idrogeologico - ai sensi del R.D. n. 523 del 25/07/1904 e del D.P.G.R. 06/12/2004 n. 14/R);
- Regione Piemonte - DIREZIONE AMBIENTE -Settore Valutazione Impatto Ambientale;
- Parco fluviale Po e Orba (interferenza con ZPS in sponda sinistra del Po);
- Soprintendenza beni Archeologici Regione Piemonte;
- Soprintendenza beni Architettonici e Paesaggistici Regione Piemonte;
- Regione Piemonte - Settore Idraulica Forestale e Tutela del territorio e/o Economia montana e foreste per il vincolo aree boscate;
- RFI per interferenza con la linea ferroviaria Chivasso-Casale;
- SNAM per interferenza con gasdotto tra la SP 31 bis e la roggia Camera;
- ENI per interferenza con oleodotti nel tratto a valle della roggia Reale;
- Consorzio irriguo Fontanetto Po;
- Consorzio irriguo Ovest Sesia per interferenza con la roggia Camera;
- Provincia di Vercelli – settore viabilità – per interferenza con SP 31 bis e SP 33.