



Regione del Veneto

Progettazione, costruzione e gestione Itinerario della Valsugana Valbrenta - Bassano Superstrada a pedaggio



PROPOSTA DI FINANZA DI PROGETTO

ai sensi della L.R.V. n° 15 / 2002 e D.Lgs n° 163 / 2006
avviso BURV n° 71 del 28/08/2009

PROGETTO PRELIMINARE

PROPONENTE: COSTITUENDO CONSORZIO TRA



PIZZAROTTI



PROGETTAZIONE:

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Dott. Ing. Gianfranco ZOLETTO



Sistema di esazione a cura di:



STUDIO DI INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE INDAGINI PRELIMINARI IDROLOGIA E IDRAULICA Relazione Idrologica e idraulica preliminare

ALL N

A.01.02.RE.01

SCALA:

-

DATA:

Dicembre 2009

COMMESSA:

ACSF291C.000C

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	AUTORIZZATO
0	Dicembre 2009	Prima emissione		L. Tesser	G. De Staola

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	2
2. VERIFICA INTERFERENZE DEL TRACCIATO CON L'IDROGRAFIA PRINCIPALE	3
2.1 AREE SOGGETTE A VINCOLO IDRAULICO (PAI)	3
3. VERIFICA INTERFERENZE DEL TRACCIATO CON L'IDROGRAFIA MINORE	4
3.1 INTERFERENZE CON I BACINI IDROGRAFICI	4
3.1.1 <i>Stima delle portate</i>	4
3.1.2 <i>Coefficiente di deflusso C</i>	4
3.1.3 <i>Tempo di corrivazione tc</i>	5
3.1.4 <i>Elaborazione dati pluviometrici</i>	6
3.1.5 <i>Risultati</i>	7
3.2 INTERFERENZE CON LA RETE DI CANALI APPARTENENTE AL CONSORZIO PEDEMONTANO BRENTA	8
3.2.1 <i>Generalità</i>	8
3.2.2 <i>Risoluzione delle interferenze</i>	8
3.2.3 <i>Risoluzione interferenza Roggia Cornara Alta</i>	11
3.2.4 <i>Risoluzione interferenze Canale Inzani, Roggia Cornara Bassa, Canale Ca Fagan Fellette</i>	15
3.2.5 <i>Risoluzione interferenza eventuali sottoservizi</i>	17
3.2.6 <i>Altre interferenze</i>	17
4. SISTEMA DI RACCOLTA, TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	19
4.1 GENERALITÀ.....	19
4.2 UNITÀ DI SMALTIMENTO TIPO	19
4.3 SCHEMA IDRAULICO DI FUNZIONAMENTO	19
4.3.1 <i>Sezioni in rilevato</i>	19
4.3.2 <i>Sezioni in trincea naturale</i>	20
4.3.3 <i>Sezioni in trincea artificiale</i>	20
4.3.4 <i>Viadotti</i>	20
4.4 VERIFICHE IDRAULICHE	20
4.4.1 <i>Criteri di dimensionamento idraulico</i>	21
4.5 TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA.....	21
4.6 PREVENZIONE PER INQUINAMENTI DA SORGENTI PUNTUALI	22
4.6.1 <i>Bacini di fitodepurazione</i>	23
4.7 SISTEMA DI TELECONTROLLO PER LA GESTIONE DELLO SVERSAMENTO DI INQUINANTI	25
4.7.1 <i>Schema logico di funzionamento</i>	26
5. BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE.....	27

1. INTRODUZIONE

La presente relazione tratta gli aspetti idrologico-idraulici connessi alla realizzazione della variante di tracciato alla SS n.47 "Valsugana" tra l'abitato di Rivalta in comune di San Nazario e l'innesto a rotatoria nella SS n.53 "Postumia" nei pressi di Castelfranco Veneto.

Sono state analizzate le condizioni di sicurezza idraulica relativamente all'idrografia principale costituita dal fiume Brenta, verificando l'esclusione di interferenze con le aree censite dal PAI; sono inoltre state individuate le interferenze col reticolo idrografico minore rappresentata dagli affluenti in sinistra orografica dall'abitato di Rivalta a Romano d'Ezzelino, stimando le portate massime dei bacini afferenti finalizzate all'individuazione della tipologia e delle dimensioni delle opere idrauliche necessarie al mantenimento della funzionalità idraulica del sistema.

Per quanto riguarda lo studio relativo alle interferenze con il reticolo idrografico secondario, si è provveduto alla perimetrazione dei bacini idrografici e all'individuazione delle caratteristiche morfologiche, atte alla stima delle portate massime mediante l'applicazione di modelli di trasformazione afflussi-deflussi.

Sono inoltre state analizzate le interferenze idrauliche del tracciato, dallo sbocco in galleria di Romano d'Ezzelino fino all'innesto con la SS n.53 "Postumia" a Castelfranco Veneto, tralasciando le opere relative alle interferenze idrauliche della Superstrada Pedemontana Veneta (SPV), con la rete di canali appartenente al Consorzio di Bonifica Pedemontano Brenta; in particolare, come indicato anche negli elaborati grafici, si prevede lo spostamento di alcuni canali, l'adeguamento degli esistenti nei tratti in allargamento della sede stradale esistente e la continuità idraulica dei canali principali della rete del Consorzio.

I dati pluviometrici sono stati ricavati dalla pubblicazione " Distribuzione spazio temporale delle piogge intense nel Triveneto – quaderni di ricerca n.7" redatta dal C.N.R. e dalla Regione Veneto nell'ambito del progetto strategico del C.N.R. "Difesa dal rischio geologico", sottoprogetto "rischio di inondazione".

Si è avuta quindi la possibilità di conoscere i massimi annuali di precipitazione nel periodo 1923-1975 relativi a pioggia di lunga durata (1,3,6,12,24 ore) misurati alla stazione di Bassano del Grappa (S.Michele).

Note le portate al colmo degli affluenti laterali del Brenta, è stato possibile effettuare il dimensionamento preliminare delle opere necessarie a garantire la funzionalità idraulica ed il recapito nell'asta principale.

Con riferimento al sistema di drenaggio della piattaforma stradale, si prevede di captare le acque meteoriche attraverso idonei sistemi di raccolta e coaltarle in tubazioni aventi pendenza secondo la livelletta stradale. Considerando il particolare pregio ambientale dell'ecosistema del fiume Brenta, si prevedono dei presidi idraulici, prima del recapito finale delle acque meteoriche di drenaggio della piattaforma stradale, tali da poter trattare le acque di prima pioggia (le più inquinate) e in grado di accumulare gli eventuali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti trasportate.

2. VERIFICA INTERFERENZE DEL TRACCIATO CON L'IDROGRAFIA PRINCIPALE

2.1 Aree soggette a vincolo idraulico (PAI)

Dalla sovrapposizione del tracciato di progetto con le carte di pericolosità idraulica derivante dal Piano di Assetto Idrogeologico si può constatare che il tracciato in progetto non interferisce minimamente con le aree perimetrale dal PAI.

L'intervento in progetto non pregiudica inoltre la definitiva sistemazione né la realizzazione degli altri interventi previsti dalla pianificazione di bacino.

3. VERIFICA INTERFERENZE DEL TRACCIATO CON L'IDROGRAFIA MINORE

3.1 Interferenze con i bacini idrografici

Scopo del presente studio idrologico è l'individuazione delle portate di piena, di fissato tempo di ritorno, relative al reticolo idrografico interferente con il tracciato stradale, necessarie per la verifica dell'adeguatezza dell'opera di attraversamento esistenti, nei tratti di adeguamento in sede e per il dimensionamento delle opere in progetto, per i tratti in variante.

Le portate necessarie sono quelle massime al colmo di piena, riferite a periodi di ritorno di 200 e 100 anni. A stima delle portate di piena è stato preso in esame il modello razionale che viene meglio di seguito illustrato.

Tale studio si è basato sulle seguenti fasi:

- Reperimento della cartografia di base (Cartografia Regionale in scala 1:10.000, formato digitale, e cartografia IGM in scala 1:50.000);
- Perimetrazione dei bacini idrografici e studio delle loro caratteristiche fisiografiche;
- Raccolta ed analisi delle elaborazioni pluviometriche disponibili;
- Adozione di un modello di trasformazione afflussi – deflussi e stima del tempo di corrivazione;
- Determinazione delle portate al colmo di fissato tempo di ritorno.

3.1.1 Stima delle portate

Tale metodo fa capo alla cosiddetta "formula razionale", in quanto questa si presenta già con i caratteri di un modello deterministico di formazione delle piene, esprimendo la portata al colmo come segue:

$$Q = \psi \cdot C \cdot \frac{h_c \cdot S}{3,6 \cdot t_c}$$

dove: ψ = coefficiente di laminazione della rete;

C = coefficiente di deflusso;

h_c = altezza di precipitazione, espressa in mm, relativa ad un dato tempo di ritorno ed una durata di pioggia pari a t_c

S = superficie del bacino espressa in km²;

t_c = tempo di corrivazione del bacino espresso in ore.

3.1.2 Coefficiente di deflusso C

Il valore del coefficiente di deflusso C tiene conto sia del fattore di trattenuta del terreno, funzione della capacità di assorbimento del terreno (rapporto tra l'altezza di pioggia netta h_e e l'altezza di pioggia totale h) che del fattore di laminazione che

dipende dalla capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico dello stesso.

E' evidente come nello stesso bacino il coefficiente C possa variare da evento a evento, essendo condizionato dalle condizioni climatiche antecedenti; si assume però che per gli eventi più gravosi, di interesse nel campo della progettazione, tale parametro abbia valori costanti.

Nel presente studio, considerando l'elevata permeabilità di alcune formazioni geologiche presenti nel bacino del Brenta, si è assunto un valore cautelativo del coefficiente di deflusso pari a 0,30.

3.1.3 Tempo di corrivazione t_c

Il tempo di corrivazione è il tempo impiegato dalla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano dalla sezione di chiusura e che scorre sempre in superficie, per raggiungere la sezione di chiusura del bacino.

Per quanto concerne la valutazione del tempo di corrivazione, essa avviene usualmente tramite formule empiriche, tra le quali generalmente vengono utilizzate, l'espressione di Giandotti, per bacini idrografici di elevata estensione comprese tra 170 e 70.000 km² e le formule Ventura, Pezzoli, valide anche per bacini di limitate dimensioni. Tali formule, partendo dalle caratteristiche morfologiche del bacino idrografico e della rete idrografica, in genere attraverso una stima della velocità della corrente nell'alveo, consentono di valutare il tempo di corrivazione.

Giandotti ha ricavato, nel 1934, la sua formula empiricamente, attraverso valutazioni su bacini imbriferi dell'Italia Settentrionale e Centrale, con superfici comprese tra 170 e 70.000 km²; comunque, in prima approssimazione, tale formula è stata utilizzata in molti casi anche per bacini di area inferiore a 170 km².

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}}$$

dove: S: superficie del bacino espressa in km²;

L: lunghezza dell'asta principale m;

H_m: altitudine media del bacino m s.m.;

H₀: altitudine alla sezione di chiusura m s.m.

Secondo Ventura il tempo di corrivazione è funzione della sola lunghezza dell'asta e della pendenza dell'alveo, cioè:

$$t_c = 0,055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$$

dove: i: pendenza media dell'alveo

L: lunghezza dell'asta principale km

Pezzoli, analogamente a Ventura, considera il tempo di corrivazione funzione esclusivamente di due parametri, la superficie del bacino e la pendenza media dell'alveo:

$$t_c = 0,127 \cdot \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{i}}$$

dove: i : pendenza media dell'alveo;

S : superficie del bacino km^2

La formula di Kirpich (Kirpich 1940) è stata determinata da Soil Conservation Service statunitense analizzando dati provenienti da diversi bacini rurali del Tennessee con canali ben definiti e a notevole pendenza, dal 3% al 10%.

$$t_c = 0.066 \cdot L^{0,77} \cdot \left(\frac{1000 \cdot L}{H_{\max} - H_0} \right)^{0,385}$$

dove: L : lunghezza dell'asta principale Km;

H_{\max} : altitudine massima del bacino m s.l.m.;

H_0 : altitudine alla sezione di chiusura m s.l.m.

Per i bacini individuati si riportano in Tabella 1 i valori dei parametri geometrici e in Tabella 2 i tempi di corrivazione t_c calcolati con le formulazioni sopra esposte.

CODICE BACINO	Prog. Interferenza	Denominazione corso d'acqua	Superficie Bacino	Altitudine Max	Altitudine Max alveo inciso	Altitudine sezione di chiusura	Lunghezza asta principale	Pendenza Asta
(Admin)	(Km)		(Km^2)	(m slm)	(m slm)	(m slm)	(Km)	(m/m)
1	9+400	TORRENTE COL CAVRARO	1.05	925	595	230	0.725	0.5034
2	12+350	TORRENTE VALLE LANARI	2.05	1313.3	530	205	1.135	0.2863
3	13+050	TORRENTE VALLE SARZE'	1.2	1275	330	195	0.546	0.2473
4	17+953	TORRENTE VALLE DELLA CORDA	1.82	1275	465	165	1.173	0.2558

Tabella 1 : Caratteristiche geometriche dei bacini

CODICE BACINO	Prog. Interferenza	Denominazione corso d'acqua	Tempo di corrivazione (Giandotti)	Tempo di corrivazione (Ventura)	Tempo di corrivazione (Pezzoli)	Tempo di corrivazione (Kirpich)
(Admin)	(Km)		(ore)	(ore)	(ore)	(ore)
1	9+400	TORRENTE COL CAVRARO	0.35	0.06	0.18	0.05
2	12+350	TORRENTE VALLE LANARI	0.39	0.12	0.34	0.07
3	13+050	TORRENTE VALLE SARZE'	0.28	0.06	0.28	0.03
4	17+953	TORRENTE VALLE DELLA CORDA	0.38	0.13	0.34	0.08

Tabella 2: Tempi di corrivazione dei vari bacini

3.1.4 Elaborazione dati pluviometrici

Per quanto riguarda l'analisi pluviometrica, i dati pluviometrici sono stati ricavati dalla pubblicazione " Distribuzione spazio temporale delle piogge intense nel Triveneto – quaderni di ricerca n.7" redatta dal C.N.R. e dalla Regione Veneto nell'ambito del progetto strategico del C.N.R. "Difesa dal rischio geologico", sottoprogetto "rischio di inondazione".

Si è avuta quindi la possibilità di conoscere i massimi annuali di precipitazione nel periodo 1923-1975 relativi a pioggia di lunga durata (1,3,6,12,24 ore) misurati alla stazione di Bassano del Grappa (S.Michele).

E' stata poi condotta l'elaborazione dei dati pluviometrici per la ricerca della relazione esistente tra l'altezza h delle precipitazioni ed il loro valore nel tempo t. La funzione $h = h(t)$ viene solitamente espressa con una formula monomia: $h=at^n$ dove h è l'altezza di pioggia espressa in mm e t il tempo di pioggia espresso in ore.

Dall'analisi pluviometrica sono stati ricavati i coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica per i vari tempi di ritorno, riportati nella seguente Tabella 3.

Tempo di ritorno	50 anni	100 anni	200 anni
n	0,24	0,24	0,23
a (mm ore ⁻ⁿ)	63,31	70,20	77,07

Tabella 3: Parametri della curva di possibilità pluviometrica

3.1.5 Risultati

Applicando la formula precedentemente illustrata

$$Q = \psi \cdot C \cdot \frac{h_c \cdot S}{3,6 \cdot t_c}$$

con i dati riportati nei paragrafi precedenti si ottengono i risultati riportati in Tabella 4; le portate di progetto, corrispondenti ad un tempo di ritorno di 200 anni sono evidenziate nella colonna in giallo.

CODICE BACINO	Prog. Interferenza	Denominazione corso d'acqua	Intensità di pioggia lc (Giandotti)	Intensità di pioggia lc (Ventura)	Intensità di pioggia lc (Pezzoli)	Intensità di pioggia lc (Kirpich)	Q200 (Giandotti)	Q200 (Ventura)	Q200 (Pezzoli)	Q200 (Kirpich)
(Admin)	(Km)		(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mc/s)	(mc/s)	(mc/s)	(mc/s)
1	9+400	TORRENTE COL CAVRARO	173.8	707.3	284.5	746.8	15.2	61.9	24.9	65.3
2	12+350	TORRENTE VALLE LANARI	157.7	403.1	176.9	575.7	26.9	68.9	30.2	98.3
3	13+050	TORRENTE VALLE SARZE'	205.5	669.2	205.5	1095.1	20.6	66.9	20.6	109.5
4	17+953	TORRENTE VALLE DELLA CORDA	162.5	376.2	177.4	559.3	24.6	57.1	26.9	84.8

Tabella 4: Portate per TR = 200 anni

Dall'analisi dei dati si evidenzia che per i bacini in esame risultano significativi i risultati ricavati applicando la formulazione di Giandotti.

Il dimensionamento delle opere di attraversamento è stato quindi eseguito con i valori di portata evidenziati.

Il Torrente Valle della Corda viene superato mediante la realizzazione di uno scatolare 3,00x2,00 m in grado di smaltire la portata di progetto con un tirante pari a 1,80 m considerando una pendenza di posa di circa lo 0,8%.

Gli altri attraversamenti vengono superati mediante viadotto con luce rispetto il fondo della valle pari a circa 20 m per le valli Lanari e Sarzé e circa 10 m per il torrente Col Cavraro, tutte ampiamente sufficienti per lo smaltimento delle portate di progetto.

3.2 Interferenze con la rete di canali appartenente al Consorzio Pedemontano Brenta

3.2.1 Generalità

Allo sbocco in pianura e quindi da Romano d'Ezzelino fino a Castelfranco Veneto, lungo l'intero tracciato in progetto viene interferita la rete idraulica appartenente al Consorzio Pedemontano Brenta.

Le varie interferenze idrauliche riguardano i canali di tutte le categorie del Consorzio (1^a, 2^a, 3^a, 4^a); in tale sede progettuale verranno ricercate le soluzioni per la risoluzione di tali interferenze con riferimento ai soli canali di 1^a e 2^a categoria che rappresentano le tubazioni ed i collegamenti idraulici di maggiori dimensioni, le dorsali della rete, lasciando alle fasi progettuali successive la risoluzione delle interferenze dei canali di 3^a e 4^a categoria, che costituiscono essenzialmente la rete terminale irrigua dell'alta pianura vicentina.

Per quanto riguarda le interferenze con la rete idraulica comunale si prevede la predisposizione per ciascuna, di tubazioni o scolorari aventi la funzione di mantenimento della continuità idraulica.

Tutte le opere idrauliche previste in progetto sono riportate nelle tavole relative ai tipologici idraulici, allegate al presente progetto.

Verranno evidenziate inoltre le principali interferenze e le modalità della loro risoluzione.

3.2.2 Risoluzione delle interferenze

Le interferenze con i canali primari e secondari appartenenti alla rete consortile si prevede di trattarle secondo quanto riportato nella Tabella 4.

Per quanto riguarda i canali terziari e la rete minore, composta essenzialmente da sfiori e derivazioni ad usi irrigui, verranno concordati con il consorzio, nelle fasi progettuali successive, gli eventuali spostamenti funzionali alle necessità agricole.

n°	Progressiva	Canale	Categoria canale	Tipo tracciato stradale	Modalità risoluzione interferenze
Svincolo Rivalta-Svincolo Cave					
1	6+200,00	Roggia Rossa	secondario	trincea	Deviazione canale R. Rossa tramite canale trapezoidale in terra, base minore 1 m, scarpa 1,5 e L=600 m.
2	5+600,00	Roggia Cornara Alta	secondario	trincea	Deviazione canale R. Cornara Alta tramite canale trapezoidale in terra, base minore 2 m, scarpa 1,5 e L=250 m. Scatolare 2,00x1,50 m, L=10 m in cls su viabilità esistente in via Bianchin; scatolare 2,00x1,50 m, L=20 m in cls su viabilità complementare di progetto.
3	5+500,00	Roggia Rossa	secondario	trincea	Deviazione canale R. Rossa tramite scatolare 2,00x1,00 m, L= 40 m, canale trapezoidale in terra, base minore 1 m, scarpa 1,5 e L=170 m.
4	5+300,00	Roggia Cornara Alta-Roggia Cornara	principale	trincea	Deviazione canale R. Cornara Alta tramite scatolare 2,00x1,50 m, L= 75 m su viabilità complementare in progetto e ponte canale 3,00x2,00 m in cls su viabilità principale di progetto. Tombamento R. Cornara a valle del manufatto idraulico mediante tubazione in cls ϕ 1800mm, L= 300 m.
5	4+400,00	Predisposizione collegamento idraulico in via Velo		trincea	Predisposizione collegamento idraulico mediante tubazione in cls ϕ 800 mm, L=75 m e ponte tubo in acciaio ϕ 600 mm, L=45 m.
6	3+400,00	Canale Inzani	principale	rilevato	Realizzazione di una botte a sifone L=30 m su viabilità esistente in via San Gian Battista La Salle.
7	3+300,00	Roggia Cornara Bassa	principale	rilevato	Scatolare da 2,00x1,50 m, L=45+100 m in cls su viabilità esistente lungo via Bassanese.
8	3+200,00	Roggia Cornara Bassa	principale	rilevato	Realizzazione di una botte a sifone L=30 m su viabilità esistente in via Bassanese.
9	3+200,00	Canale Ca Fagan Fellette	secondario	rilevato	Scatolare 2,00x1,50 m, L=60+50 m e realizzazione di una botte a sifone L=30 m su viabilità esistente in via Bassanese.
10	2+600,00; 2+300,00	Canale Ca Fagan Fellette (ramo sud)	secondario	rilevato	Deviazione canale Ca Fagan Fellette tramite canale trapezoidale in terra, base minore 1 m, scarpa 1,5 e L=120 m. Tubazioni ϕ 800 mm , L=135+45+25+25+105 m in cls su viabilità secondaria esistente ed in progetto.
11	0+500,00	Canale 4 cantoni Canale Zarpellon Seconda	secondario	rilevato	Deviazione canale 4 Cantoni tramite canale trapezoidale in terra, base minore 1 m, scarpa 1,5 e L=200 m. Tubazioni in cls ϕ 800 mm, L=20+20+20 m in cls su viabilità secondaria di progetto. Tubazione su canale Zarpellon Seconda in cls ϕ 800 mm, L=20.
Svincolo Cave-Ramon					
12	4+200,00	Canale 4 strade	secondario	rilevato	Deviazione canale 4 Strade tramite canale trapezoidale in terra, base minore 1 m, scarpa 1,5 e L=360 m. Scatolare 1,20x1,00 m, L=65+25+40 m in cls su viabilità esistente.
13	2+950,00	Roggia Balbi 2	principale	rilevato	Deviazione R. Balbi 2 mediante canala ad "U" in cav 3,50x1,50 m, L=90 m.
14	0+200,00	Scolo Lugana	principale	rilevato	Mantenimento continuità idraulica scolo Lugana mediante due scatolari in cls 3,00x1,25 m, L=60+10 m su viabilità principale e secondaria in progetto.
Castello di Godego-Castelfranco Veneto					
15	3+850,00	Roggia Garzona	principale	rilevato	Mantenimento continuità idraulica R. Garzona mediante scatolare in cls 2,00x1,00 m, L=42 m su viabilità principale in progetto.
16	2+600,00; 1+700,00	Torrente Pighenzo (Brenton)	principale	rilevato	Mantenimento continuità idraulica R. Brenton mediante due scatolari in cls 3,00x2,00 m, L=25+35 m su viabilità principale in progetto.
17	0+750,00; 0+500,00; 0+150,00	Roggia Moranda Brentellona	principale	rilevato	Deviazione R. Moranda Brentellona mediante tre scatolari in cls 2,00x1,00 m, L=45+15+30 m e canale trapezoidale base minore 1 m, scarpa 1,5 e L=200 m su viabilità principale in progetto.

Tabella 5: Risoluzione interferenze con la rete dei canali appartenente al Consorzio Pedemontano Brenta.

3.2.3 Risoluzione interferenza Roggia Cornara Alta

Alla progressiva del tracciato 5+300,00, tra gli svincoli di Rivalta e Cave, il tracciato in progetto incontra la prima grossa interferenza costituita dalla roggia Cornara Alta.

Infatti, è presente l'immissione, mediante attraversamento sotto il tracciato stradale della Valsugana esistente, in un manufatto di calma per il deposito del trasporto solido/sedimenti. La funzionalità di tale opera è comprovata dagli accumuli di sedimenti presenti in loco, asportati dalla vasca di decantazione.

Il manufatto, oltre che da manufatto di calma, funziona come scolmatore; raggiunta una certa quota nella vasca, l'acqua in arrivo viene inviata attraverso un manufatto sfiorante alla roggia Cornara che quindi nella prima parte risulta normalmente asciutta.



Foto 1 : Roggia Cornara Alta in arrivo al manufatto, ad est della Valsugana



Foto 2 : attraversamento roggia sotto la Valsugana (scattata dal manufatto verso la strada)



Foto 3 : in basso a destra il tubo da 180 (tubazione Ca Sette) che porta direttamente in Brenta.



Foto 4 : al centro della foto la soglia sfiorante ed a sinistra l'imbocco della roggia Cornara.

Poiché risulta impossibile modificare planimetricamente il tracciato della roggia Cornara Alta che deve confluire obbligatoriamente nel manufatto, si è ovviato sia operando sulla livelletta del tracciato principale, sia garantendo la continuità idraulica mediante un ponte canale.

Si riporta in Figura 1, come peraltro inserito nella tavola allegata al presente progetto B.06.02.ID.02, un tipologico del manufatto in progetto.

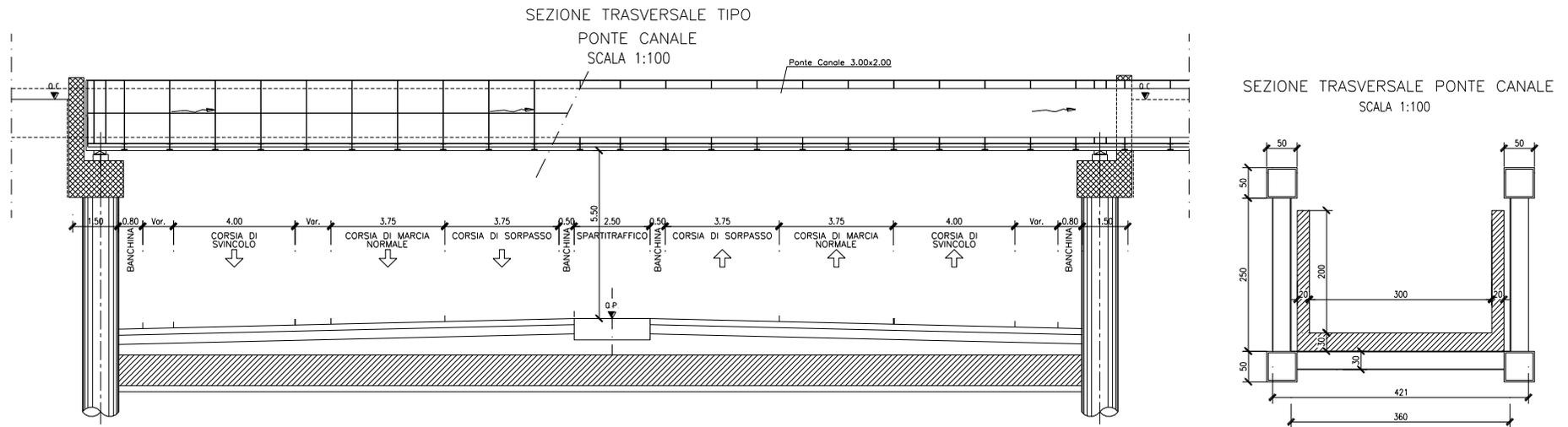


Figura 1 : Tipologico del ponte canale per la risoluzione dell'interferenza con la roggia Cornara Alta.

3.2.4 Risoluzione interferenze Canale Inzani, Roggia Cornara Bassa, Canale Ca Fagan Fellette

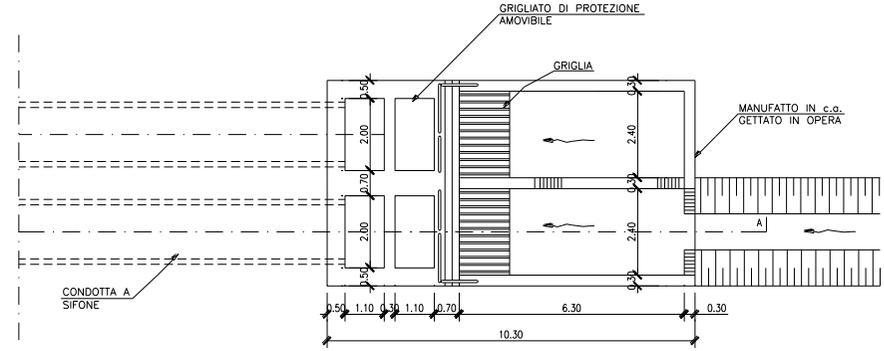
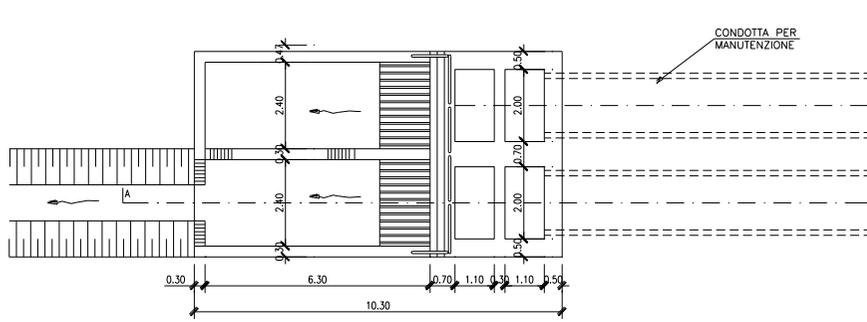
Alle progressive del tracciato 3+400,00 e 3+200,00, tra gli svincoli di Rivalta e Cave, il tracciato in progetto interferisce con il canale Inzani, con la roggia Cornara Bassa e con il canale Ca Fagan Fellette.

I tracciati di tali canali si trovano in corrispondenza di incroci stradali, risultano attualmente tombinati e quindi con vincoli geometrici difficilmente modificabili; ne consegue che, vista anche la pendenza del tracciato in progetto, la risoluzione di tali interferenze è stata pensata mediante la realizzazione di tre botti a sifone.

Si riporta in Figura 2, come peraltro inserito nella tavola allegata al presente progetto B.06.02.ID.02, un tipologico dei manufatti in progetto.

PIANTA SIFONE

SCALA 1:100



OPERA DI SBOCCO

SEZIONE A-A
SCALA 1:100

OPERA DI IMBOCCO

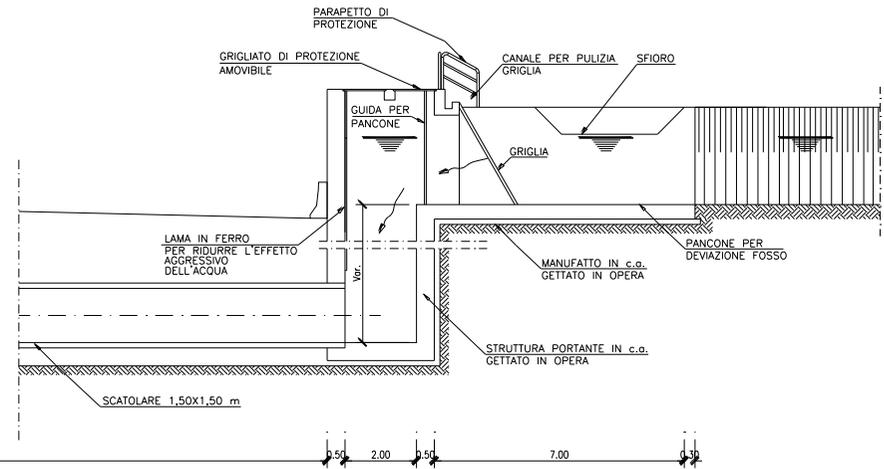
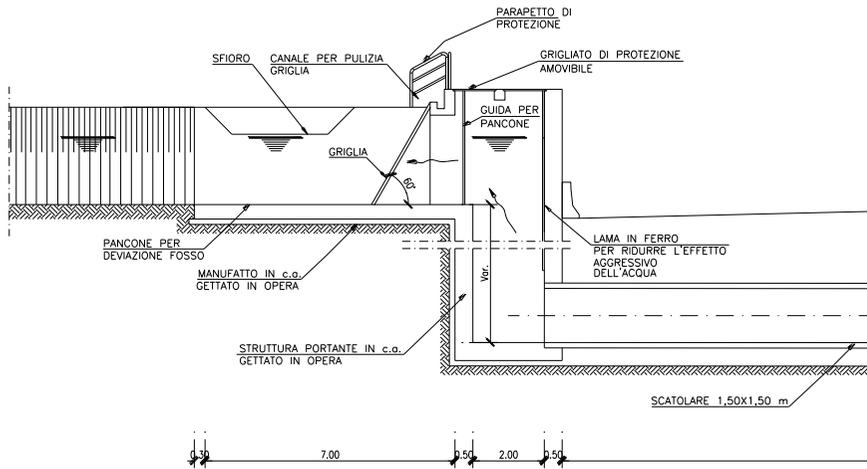


Figura 2 : Tipologico delle botti a sifone per la risoluzione delle interferenze con il canale Inzani, con la roggia Cornara Bassa e con il canale Ca Fagan Fellette.

3.2.5 Risoluzione interferenza eventuali sottoservizi

Per garantire la continuità di eventuali sottoservizi interferenti con il tracciato in progetto, ad esempio tracciati fognari, si è pensato di realizzare dei manufatti di attraversamento soprastanti il tracciato stradale in trincea di progetto; in particolare è stato previsto un ponte canale lungo via Velo, alla progressiva 4+200,00.

Si riporta in Figura 3, come peraltro inserito nella tavola allegata al presente progetto B.06.02.ID.02, un tipologico del manufatto in progetto.

3.2.6 Altre interferenze

Tutte le altre interferenze riportate nelle tavole idrauliche di progetto saranno risolte garantendo la continuità idraulica e talvolta migliorando le condizioni di sofferenza idraulica riscontrata, attraverso la posa di tubazioni, canalette e scatolari di adeguata sezione.

Le caratteristiche e dimensioni dei manufatti in progetto sono riportate nella tavola di progetto B.06.02.ID.01

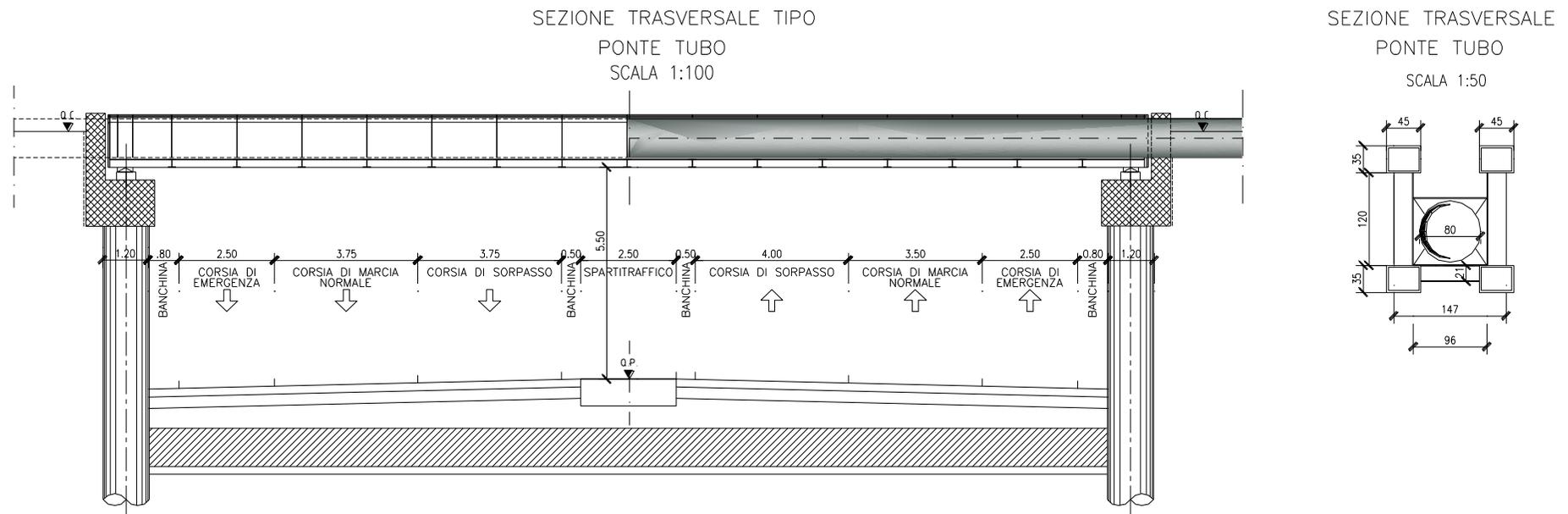


Figura 3 : Tipologico ponte canale per la risoluzione delle interferenze con eventuali tracciati fognari presenti.

4. SISTEMA DI RACCOLTA, TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

4.1 Generalità

Nella presente sezione si intende illustrare le opere previste per la captazione, il collettamento e il trattamento delle acque provenienti dalla piattaforma stradale di progetto.

Verranno quindi di seguito descritti gli schemi di funzionamento adottati e gli elementi compositivi del "sistema idraulico" di progetto.

Di seguitosi si illustra il sistema di smaltimento e trattamento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale. La logica di funzionamento adottata prevede che il "sistema strada", per il tema specifico, sia di fatto pienamente compatibile con l'ambiente in quanto esso, il sistema, realizza il collettamento, e il trattamento delle acque di piattaforma restituendole al reticolo idrografico circostante l'infrastruttura viaria con caratteristiche qualitative e quantitative rese compatibili con l'ambiente.

4.2 Unità di smaltimento tipo

Lo schema generale di funzionamento del sistema di smaltimento adottato per il presente progetto prevede l'individuazione di bacini chiusi a ciascuno dei quali fa capo, a valle della rete di raccolta, un impianto di trattamento delle acque, un bacino di fitodepurazione ed un ricettore finale.

Di conseguenza nell'ambito del tracciato della nuova strada, si individueranno le perimetrazioni dei suddetti bacini chiusi valutate sulla base di considerazioni sulle pendenze delle livellette del progetto stradale, sulle quote altimetriche del terreno circostante, sulla interferenza tra il tracciato della nuova strada e il reticolo idrografico esistente, sulla disponibilità di aree adiacenti alla nuova arteria da destinare a bacini di fitodepurazione nonché sulla individuazione dei ricettori finali delle acqua trattate.

4.3 Schema idraulico di funzionamento

Per la raccolta delle acque meteoriche è stato previsto uno schema che si compone di opere di captazione dalla sede stradale, di convogliamento, per le acque di prima pioggia, verso le stazioni di trattamento e, infine, di opere di finissaggio della qualità delle acque prima della loro restituzione finale nel reticolo idrografico circostante la nuova arteria di progetto.

Le soluzioni saranno diversificate a seconda di tratto in rilevato, in trincea o in viadotto.

4.3.1 Sezioni in rilevato

Nei tratti in rilevato il presente progetto prevede che la raccolta delle acque di dilavamento stradale avvenga tramite la posa di chiusini in ghisa sferoidale carrabili collegati a pozzetti in PEAD. Dai pozzetti poi le acque captate verranno convogliate da tubazioni in PEAD corrugato verso la stazione di trattamento dedicata. La parte iniziale di tale ultimo manufatto, in particolare il suo pozzetto di ingresso, avrà l'ufficio di separare le acque di prima pioggia, da destinare direttamente alle successive e adiacenti sezioni del trattamento, da quelle di seconda pioggia per le quali il trattamento non è necessario. Tali acque di seconda pioggia verranno poi scaricate sui

fossi laterali e questi ultimi confluiranno nel reticolo idrografico circostante. Infatti ai fianchi della nuova arteria stradale sono previsti gli usuali fossati di guardia nei quali verranno convogliate dalla piattaforma, tramite embrici, le acque di seconda pioggia che non necessitano del trattamento.

A valle del trattamento delle acque di prima pioggia si realizzerà poi un bacino di fitodepurazione nel quale si attuerà il finissaggio delle acque da esso defluenti (prima pioggia trattata).

Quindi si procederà con la restituzione delle acque depurate al reticolo idrografico superficiale circostante

Per i tratti di strada in curva, stante il fatto che la pendenza trasversale della corsia esterna del tracciato risulta essere scolante verso la carreggiata adiacente, si è previsto di posare, in corrispondenza del compluvio, una linea di pozzetti dotati di caditoia carrabile, ai quale viene collegata una tubazione in PEAD di adeguato diametro che colletta le acque meteoriche cadute sulla strada verso la linea di collettamento laterale esterna. Da questo poi, secondo il sistema di funzionamento poc'anzi descritto, le acque verranno indirizzate al trattamento ed alla successiva restituzione.

4.3.2 Sezioni in trincea naturale

Per quanto riguarda i tratti di strada in trincea naturale la captazione dell'acqua meteorica avverrà tramite pozzetti in PEAD dotati di caditoia carrabile e collegati a tubazioni in PEAD corrugato. Nei punti di minor quota altimetrica della livelletta stradale dei tratti in trincea si localizzerà l'impianto di sollevamento che recapiterà le acque fino al manufatto di trattamento delle acque e al successivo sistema di fitodepurazione quindi ci sarà la restituzione finale al ricettore.

4.3.3 Sezioni in trincea artificiale

Per quanto riguarda i tratti di strada in trincea artificiale la captazione dell'acqua meteorica avverrà tramite pozzetti dotati di caditoia carrabile e collegati a tubazioni in PEAD corrugato. Nei punti di minor quota altimetrica della livelletta stradale dei tratti in trincea si localizzerà l'impianto di sollevamento che recapiterà le acque fino al manufatto di trattamento e al successivo sistema di fitodepurazione quindi ci sarà la restituzione finale al ricettore.

4.3.4 Viadotti

Per quanto riguarda i viadotti, anche per questi si provvederà a captare e trattare le acque di dilavamento della piattaforma stradale. Si poseranno quindi delle caditoie che, tramite pluviali, alimenteranno un collettore installato sotto la soletta che, a sua volta recapiterà le acque convogliate all'impianto di trattamento.

4.4 Verifiche idrauliche

I dispositivi idraulici previsti in progetto, oltre che ottemperare alla normativa nazionale in materia idraulica e di qualità delle acque, saranno dimensionati per contenere portate scolanti relative a precipitazioni dotate di Tempo di Ritorno pari a 50 anni come previsto dalla vigente normativa della Regione Veneto.

I fossi di guardia saranno inoltre dimensionati, assieme ai bacini di fitodepurazione ed altre aree da adibire alla laminazione delle portate liquide, al fine di garantire l'invarianza idraulica del territorio nel quale la nuova progettanda arteria viaria

si colloca. Infatti sia le seconde piogge che le prime piogge depurate verranno restituite al reticolo idrografico superficiale. I contributi di scarico verranno stabiliti nel rispetto dei vincoli normativi e secondo le prescrizioni locali fornite dagli Enti competenti sul reticolo idrografico (ConSORZI di Bonifica) prevedendo, ove necessario, la laminazione delle portate, attraverso la previsione di apposite aree di accumulo.

Già le aree di fitodepurazione potranno comunque garantire parte del necessario volume di accumulo finalizzato ad assicurare la suddetta invarianza idraulica.

Per aumentare l'effetto di invaso dei fossi si cercherà di adottare pendenze longitudinale prossime al valore zero.

4.4.1 Criteri di dimensionamento idraulico

Il tracciato della strada di progetto, lungo il suo asse principale, verrà suddiviso in tratti di calcolo compresi tra due corsi d'acqua in interferenza con l'asse principale che possono essere utilizzati come ricettori. Il tratto diventa quindi una unità elementare di calcolo per il quale effettuare tutte le valutazioni di dimensionamento.

Per ciascun tratto verranno, in particolare, individuati e valutati i seguenti parametri:

- progressiva e denominazione del corso d'acqua recettore;
- progressiva di inizio tratto;
- progressiva di fine tratto;
- volume di prima pioggia previsto;
- coefficiente idrometrico massimo caratteristico del corso d'acqua recettore;
- sezione tipo dei fossi di guardia adottati;
- volume di accumulo garantito attraverso i fossi di guardia;
- eventuale volume di laminazione addizionale;
- eventuale superficie di laminazione addizionale relativa;
- superficie dedicata alla fitodepurazione.

4.5 Trattamento delle acque di prima pioggia

Le acque provenienti dalle sedi stradali e dalle loro pertinenze possono risultare anche fortemente inquinate: gli inquinanti trasportati dalle acque di dilavamento sono in genere costituiti da parti di usura dei pneumatici, perdite d'olio o altri liquidi perduti dai veicoli, materiale d'usura dei freni, ecc..

Il presente progetto prevede l'installazione di impianti per il trattamento delle acque di prima pioggia ovvero quelle più cariche di inquinanti.

Funzionalmente si ha che le vasche di trattamento sono costituite da un comparto avente l'ufficio di accumulare le acque di prima pioggia per un volume corrispondente alla quantità da trattare la cui entità dipende dalla estensione del tratto stradale servito.

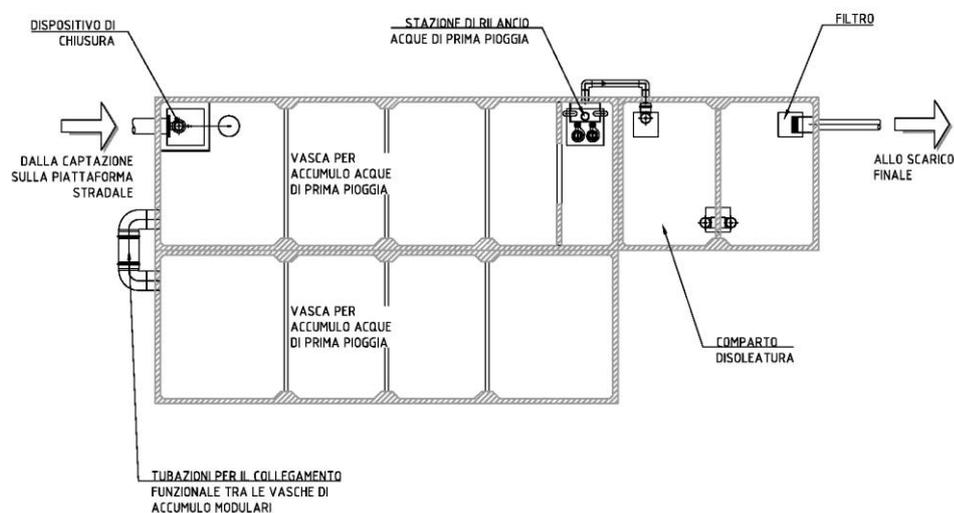
Una volta raggiunto il massimo livello, una valvola a galleggiante chiude l'ingresso per evitare tracimazioni e mescolamenti con le successive acque di seconda pioggia le quali bypassano l'impianto e raggiungono i fossi di guardia.

Il volume di prima pioggia immagazzinato inizia a subire, a questo punto, il trattamento. Si realizza quindi il primo stadio di sedimentazione e dissabbiatura seguito da quello di disoleatura.

Sia le vasche per l'accumulo e sedimentazione che quelle a servizio della disoleatura sono di tipo prefabbricato in c.a.v.. Sono in particolare delle vasche di tipo modulare che potranno, in maniera molto flessibile, essere collegate idraulicamente tra loro per raggiungere le capienze necessarie derivanti dalla suddivisione del tracciato principale di progetto in unità-bacino idraulicamente indipendenti.

Le vasche sono posate entro scavo e quindi non comportano la presenza di strutture in elevazione fuori terra mitigando di molto, quindi, il loro inserimento nell'ambiente circostante.

SISTEMA DI ACCUMULO E TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE pianta schema tipo



4.6 Prevenzione per inquinamenti da sorgenti puntuali

Le strade, specie se attraversate da grande traffico, sono spesso percorse da mezzi che trasportano sostanze inquinanti, con un conseguente rischio che, in occasione di un incidente, possano prodursi sversamenti pericolosi e tossici sulla sede stradale.

Accanto a queste sorgenti di inquinamento diffuse è importante ricordare la possibilità di inquinamento in caso di incidenti a veicoli che trasportano fluidi (NAPL : non aqueous phase liquid). Inquinamento di questo tipo sono detti da sorgente puntuale.

L'inquinamento dei corpi idrici superficiali o profondi (falde) di particolare importanza (in prossimità delle prese per uso potabile) da parte di fluidi tossici (NAPL), può essere evitato creando un volume disponibile dove invasare temporaneamente lungo la strada l'inquinante prima della sua definitiva rimozione nei siti di stoccaggio definitivo.

Per questo nelle vasche di trattamento che il presente progetto prevede di dislocare lungo tutto il tracciato di progetto è sempre disponibile un volume di capacità adeguata a quella di un'autocisterna.

Così, in caso di incidente, l'inquinante sarà scaricato dalla rete di raccolta nella vasca di trattamento dove viene segregato mediante la chiusura di saracinesche e, in seguito all'invio dell'allarme, sarà prelevato mediante un'autopompa e opportunamente smaltito.

4.6.1 Bacini di fitodepurazione

In aggiunta alla funzione antinquinamento delle vasche di trattamento si inserisce nel progetto quella fornita dai bacini di fitodepurazione nei quali si ottiene il finissaggio delle acque. Tali bacini

In alcuni paesi, tra cui ad esempio la Svizzera e l'Inghilterra, già da anni sono state realizzate zone umide per il trattamento delle acque di dilavamento del manto stradale. Queste acque, infatti, specialmente nei primi minuti di pioggia, contengono elevati carichi di oli, idrocarburi, sostanze organiche affini all'asfalto e su esso adsorbite, o altre semplicemente depositate, tra cui ad esempio gli IPA (idrocarburi policiclici aromatici, molti dei quali cancerogeni) generati nella combustione dei motori a scoppio, i metalli pesanti utilizzati come additivi per i carburanti, i residui degli impianti frenanti, i diserbanti utilizzati sulle sponde per il controllo delle piante infestanti.

In tali bacini si effettua la piantumazione di particolari essenze che tramite il proprio apparato radicale assorbono gli inquinanti contenuti nelle acque che attraversano le suddette aree, realizzando di fatto un miglioramento qualitativo delle acque che, alla fine, vengono restituite al reticolo idrografico ricettore.

Il presente progetto prevede, appunto, l'inserimento di tali sistemi depurativi delle acque.

Le zone umide per il trattamento di questa particolare tipologia di acque meteoriche sono normalmente costituite da sistemi seminaturali a flusso libero superficiale (più raramente a flusso subsuperficiale orizzontale) e, grazie all'alimentazione discontinua legata all'accadimento di eventi di pioggia, possono "permettersi" elevati tempi di ritenzione elevando così l'efficienza depurante.

Il mantenimento dell'ecosistema artificiale umido è garantito posizionando lo scarico ad una quota adeguata.

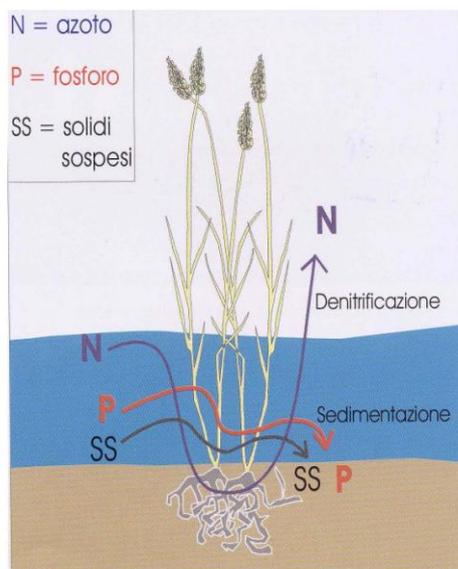


Figura 3.2 - Fitodepurazione; schema concettuale.

Rendimenti di rimozione di alcuni inquinanti ottenuti in un sistema a flusso libero superficiale in funzione del tempo di ritenzione del sistema (BULC, 2002).

Inquinante	Rimozione % 2 ore	Rimozione % 4 ore	Rimozione % 24 ore
Solidi sospesi totali	9-76	36-84	58-68
BOD	2-5	3-15	20-56
COD	7-58	18-62	
Idrocarburi	3-9	19-38	54-70
Piombo	8-40	10-56	52-83
Cadmio	3-18	8-24	18-35

La scelta progettuale adottata potrà prevedere che dal trattamento chimico-fisico iniziale, avvenente nelle vasche, l'acqua venga convogliata al sistema di fitodepurazione, articolato in due fasi, il bacino a "Lemna" e il successivo bacino a flusso sul superficiale "a canneto".

Alla luce di queste considerazioni lo schema di fitodepurazione applicabile al presente progetto può essere sinteticamente così descritto:

- bacino a lemna, costituito da uno specchio d'acqua di forma allungata, di medio-alta profondità (~ 1.80 m), in cui si completa la separazione dei solidi derivanti dal dilavamento delle superfici; l'inclinazione delle pareti è sempre superiore a 1:1 in modo da favorire l'accumulo sul fondo del materiale sedimentato; la forma allungata del bacino e la sua ubicazione, posta in generale parallelamente alla viabilità, rendono agevoli gli interventi di pulizia e manutenzione che periodicamente si rendono necessari;
- bacino a flusso sub-superficiale "a canneto", in cui si attua la degradazione delle sostanze inquinanti disciolte nelle acque di dilavamento da parte

dell'apparato radicale delle piante. Per il lento svuotamento del bacino è previsto un apposito filtro in ghiaia di collegamento con il fosso di guardia limitrofo; è previsto, inoltre, contestuale collegamento di "troppo pieno".

Il predimensionamento del sistema di fitodepurazione prevede, nel rispetto dei riferimenti bibliografici e delle casistiche reali, una estensione della superficie da dedicare al trattamento di fitodepurazione, rispetto alla superficie impermeabile drenata, pari al 3.5%.

La conformazione dei bacini sarà indicativamente di forma allungata in aderenza agli elementi infrastrutturali di progetto (con rapporto ideale 1:10 tra larghezza e lunghezza).

In sede progettuale di dettaglio, ognuna delle aree andrà strutturata a seconda delle condizioni locali di sviluppo, tenendo in debito conto che l'ottimizzazione del rendimento prevede, se possibile, 1/3 dell'area ad invaso con lemna, 1/3 ad invaso con canneto, 1/3 di terreni emersi, preferibilmente a matrice porosa, e che una geometria più tormentata possibile contribuisce alla diminuzione delle velocità di deflusso e quindi all'aumento dei tempi di ritenzione. Nell'ottica che le condizioni migliori di sviluppo sono quelle che realizzate dal più elevato grado di biodiversità, allora anche la ricerca di variegate condizioni di illuminazione contribuisce a migliorare il sistema. La scelta di creare alternanza di illuminazione e ombreggiamento è perseguibile attraverso opportuno impianto di essenze arbustive ed arboree, inserendo a tutti gli effetti il sistema di fitodepurazione nel circuito delle opere di mitigazione e nella ricerca di continuità dei corridoi ecologici.

Per il mantenimento in efficienza del sistema anche durante la stagione arida (intensa evapotraspirazione con potenziale prosciugamento dell'invaso) è prevedibile, per ognuno dei sistemi, un prelievo di acqua dalla falda freatica attraverso opportuno piccolo impianto di pompaggio.

Lo schema di trattamento descritto viene applicato, con approccio conservativo, a tutto il tracciato di progetto e viene ritenuto idoneo per l'attenuazione della presenza delle sostanze inquinanti da traffico veicolare sopra citate.

4.7 Sistema di telecontrollo per la gestione dello sversamento di inquinanti

Al fine di implementare la compatibilità nonché l'inserimento ambientale delle opere in progetto, si prevede di installare un sistema di monitoraggio e telecontrollo per la gestione dello sversamento di inquinanti

Tale sistema è costituito da un software centrale installato presso la sede operativa della infrastruttura di trasporto e da un sistema di telecontrollo, le cui periferiche sono dislocate nelle singole aree di fitodepurazione.

Il programma da installare nel server centrale di sede prevede:

- la gestione e il controllo di tutte le periferiche;
- l'acquisizione anche in automatico, di tutti gli stati e le misure;
- l'archiviazione dei dati stessi;
- la trasmissione ad altre eventuali unità remote o ad apparecchi telefonici;
- la trasmissione degli allarmi.

Il programma consente inoltre l'attivazione di dispositivi di controllo per effetto del superamento delle soglie di allarme dei parametri misurati, superamento che può essere anche indotto volontariamente per verificare il corretto funzionamento dei sensori. Il sistema di telecontrollo consiste in una serie di periferiche installate in ogni singolo sito di trattamento lungo tutto il tracciato viario.

Le periferiche trasmettono i dati rilevati ed i segnali di allarme via GSM alla centrale operativa ed agli apparecchi telefonici mobili (cellulari) da fornire in dotazione al personale addetto alla gestione.

Il sistema di ciascuna periferica potrà essere costituito da dispositivi quali:

- un sensore di pioggia;
- un misuratore in continuo di PH;
- un misuratore in continuo di REDOX;
- un sensore in continuo di conducibilità;

Le sonde di rilevamento vengono posizionate all'interno di un tubo contenitore in PVC a tenuta stagna alimentato di un pozzetto ispezionabile. Il tubo contenitore è sempre pieno d'acqua e viene alimentato, dal basso, dall'acqua proveniente dalle tubazioni di collettamento delle acque di piattaforma.

Tale sistema "di controllo" viene posto in parallelo alla condotta che collega i tubi alle vasche di trattamento.

Al contenitore delle sonde sono collegati altri due tubi:

- uno in ingresso per il lavaggio delle sonde, collegato ad un serbatoio d'acqua, posto a piano campagna;
- l'altro di scarico posto nel punto più depresso del contenitore per lo svuotamento delle acque contaminate.

4.7.1 Schema logico di funzionamento

In caso di arrivo di inquinante, al superamento del livello di soglia la periferica invia contemporaneamente un segnale di allarme agli operatori (via sms) ed alla centrale ed impone l'arresto delle pompe del sollevamento posto a valle dell'impianto di trattamento.

A questo punto l'operatore in centrale può verificare lo stato delle cose interrogando la periferica, richiedendo i parametri, confrontandoli con gli archivi storici documentanti precedenti casi e con i valori registrati successivamente all'invio dell'allarme. Il tutto per decidere il da farsi ovvero le modalità di risposta all'emergenza.

Il pozzetto di misura è infatti collegato in serie con la vasca e posizionato a distanza opportuna dal sistema di pompe in modo da poter registrare anche i dati successivi fin tanto che il sistema non venga idraulicamente rigurgitato.

L'interruzione del sollevamento ha quindi modo di segregare inquinante all'interno della vasca di accumulo impedendone di fatto la sua dispersione nell'ambiente circostante.

La vasca così riempita verrà poi svuotata con autobotte per ripristinarne la capacità ricettiva per il successivo evento di emergenza.

A livello di allarme rientrato si procederà quindi con il lavaggio dei sensori e del loro contenitore ripristinando, appunto, il sistema per affrontare una successiva emergenza.

5. BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

ANAS S.p.a (2003), Capitolato d'oneri per la redazione del progetto definitivo, Direzione Centrale Programmazione Progettazione

ARPAV U.O. Rete Idrografica Regionale - Considerazioni sulla scala di deflusso del fiume Brenta a Barziza - Data 06/03/2008 Revisione 01 Rel. n° 04/06 del 24/04/2006

Circ. LL.PP.--Pres.Cons.Sup.Serv. Tecnico Centr. 25 febbraio 1991, n. 34233. Legge 2-2-1974, n. 64-- Art.1 D.M. 4-5-1990--Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali.

Da Deppo, Datei, Salandin, Sistemazione dei corsi d'acqua – Ed. Cortina Padova 1995

Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi ISONZO, TAGLIAMENTO, PIAVE, BRENTA-BACCHIGLIONE Legge n. 267/98 e Legge n. 365/00 - Comitato Istituzionale del 19 giugno 2007