

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGI OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. MILANO – GENOVA TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO

CA26 – CANTIERE OPERATIVO GERBIDI COP10
RELAZIONE IDROLOGICO - IDRAULICA

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI	
Consorzio Cociv Ing. N. Meistro		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 0	E	C V	R O	C A 2 6 0 1	0 0 2	B

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	COCIV	05/02/2014	COCIV	05/02/2014	A. Palomba	05/02/2014	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Alfio Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
B00	Revisione generale spostamento area	studiogiachi	31/07/2017	COCIV	31/07/2017	A. Mancarella	31/07/2017	

n. Elab.:	File: CA26IG5100ECV-RO-CA26-01-002-B00_REL IDRAULICA.DOC
-----------	--



Sommario

1.	GENERALITÀ	4
1.1	Inquadramento territoriale.....	5
1.2	Descrizione generale	5
2.	QUADRO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	5
3.	VERIFICHE IDRAULICHE	7
3.1.	Sistema di smaltimento delle acque di pioggia.....	7
3.2	Calcolo della portata max di progetto e volumi l pioggia.....	11
3.3.	Calcolo volumi di laminazione	15
3.4	Calcolo impianti di sollevamento acque di pioggia	18

Tecnica GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5100ECV-RO-CA26-01-002-B00 Relazione Idrologico-idraulica Foglio 4 di 19

1. GENERALITÀ

Nel comune di Tortona in località Gerbidi si prevede la sistemazione di un'area da adibire a Cantiere Operativo, denominato COP10, pari a circa 26.700 m².

Il cantiere è situato nelle vicinanze della connessione della linea A.C. Milano-Genova con le linee ferroviarie esistenti in corrispondenza dell'abitato di Tortona. L'area si sviluppa su un sito pianeggiante posto all'altezza dello Scalo Rivalta Scrivia dell'esistente linea ferroviaria Novi-Tortona. L'accesso al cantiere avviene dalla SP 148 tramite un breve tratto di strada comunale: la Provinciale di innesta all'altezza della località Rivalta Scrivia sulla Strada Statale S.S. n° 211 "della Lomellina" tratta Pozzolo Formigaro – Tortona.

Il cantiere operativo C.O.P.10 è funzionale all'esecuzione delle opere relative all'ultimo tratto di linea, fino alla connessione con le linee ferroviarie in corrispondenza di Tortona. La disponibilità di una superficie pianeggiante e sufficientemente ampia, consente di collocare all'interno dell'area di cantiere tutte le attrezzature ed i macchinari necessari per l'avanzamento delle varie fasi lavorazione, nonché locali ad uso deposito-magazzino-officina e locali spogliatoi-servizi igienici e un'area per lo stoccaggio provvisorio del materiale di scavo. Il fabbisogno di calcestruzzo verrà soddisfatto dall'impianto di betonaggio predisposto nello stesso cantiere.

Rispetto al progetto definitivo viene variata l'occupazione dell'area ivi prevista: più che altro si tratta di una traslazione in quanto il COP10 viene spostato dalla parte opposta rispetto alla strada comunale via Cerca. L'area individuata nel PD viene comunque utilizzata per il cantiere di armamento ferroviario CA3.

Il progetto esecutivo, rispetto al PD, prevede inoltre una diversa allocazione delle attività ed in particolare la possibilità di affidare il cantiere a n. 2 affidatari distinti e ad una ditta che gestirà l'impianto di betonaggio. Quest'ultimo sarà a servizio di entrambi gli affidatari. Nel complesso l'area propria del cantiere ha un'estensione di circa 26.741 m².

La disponibilità di una superficie pianeggiante e sufficientemente ampia, consente di collocare all'interno dell'area di cantiere tutte le attrezzature ed i macchinari necessari per l'avanzamento delle varie fasi lavorazione, nonché locali ad uso deposito-magazzino-officina e locali spogliatoi-servizi igienici e un'area per lo stoccaggio provvisorio del materiale di scavo. Il fabbisogno di calcestruzzo verrà soddisfatto dall'impianto di betonaggio.

Il proporzionamento ed i requisiti igienico sanitari e di sicurezza posti alla base della progettazione sono in linea con gli standard previsti nelle leggi nazionali e regionali del settore.

Per la realizzazione dei piazzali del cantiere di servizio si rendono necessarie opere di sistemazione (scavi, movimenti terra, ritombamenti) oltre ad opere di urbanizzazione riguardanti i sottoservizi e le reti idriche.

Una volta realizzate completamente le superfici del piazzale, impostate a quote circa di 137,60 msm, quest'ultime verranno pavimentate parte in cemento e parte in bitume (v. planimetrie di dettaglio).

Il cantiere di servizio COP10 è posto a margine della viabilità pubblica esistente costituita dalla via Cerca e rispetto ad essa si trova di fronte all'area adibita a Cantiere di Armamento CA3 in prossimità della stazione ferroviaria di Rivalta Scrivia.

Tecnica GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5100ECV-RO-CA26-01-002-B00 Relazione Idrologico-idraulica Foglio 5 di 19

1.1 Inquadramento territoriale

- **Comune:** Tortona
- **Zona:** periferica agricola
- **Ubicazione:** il cantiere COP10 è direttamente raggiungibile dalla Strada Statale S.S. n° 211 “della Lomellina” tratta Pozzolo Formigaro – Tortona tramite una strada comunale secondaria (via Cerca) che stacca da quest’ultima subito a valle del cavalcavia sulla ferrovia storica.
- **Superficie occupata:** 26700 mq.

1.2 Descrizione generale

L’area interessata dal cantiere in esame è posizionata ai margine dell’area urbana di Rivalta Scrivia, località facente parte del Comune di Tortona, ed ha una destinazione ad uso agricolo. L’area si presenta pianeggiante con incisioni poco significative costituite dall’alveo dei fossati ferroviari e stradali e da un fosso campestre che costeggia l’area di cantiere sul lato a mezzogiorno. Per la realizzazione dei piazzali sono richiesti solo movimenti di terra (scotico) e riempimento con stabilizzato per costituire la fondazione dei piazzali. In adiacenza al lato ovest del cantiere è posizionata la via comunale Cerca.

Il progetto del cantiere COP10 prevede che le acque raccolte da tetti e piazzali saranno avviate al reticolo idrografico superficiale costituito dai fossi al piede dei rilevati ferroviari e stradali ed al fosso campestre sopra descritto. Per salvaguardare l’officiosità idraulica del reticolo idrografico di recapito si prevede di realizzare opportuni volumi di laminazione in modo da limitare le portate massime immesse nel reticolo stesso in occasione di eventi critici di pioggia, tenuto conto che gli afflussi rispetto alla situazione attuale saranno di gran lunga maggiori a causa della sostituzione di terreni agricoli drenanti con superfici impermeabili (tetti e piazzali bituminosi o cementizi). Il piano su cui si colloca il cantiere è impostato a quota 137.60 m s.l.m.: il piazzale del cantiere è suddiviso funzionalmente per poter essere gestito da n. 2 affidatari oltre al gestore dell’impianto di betonaggio.

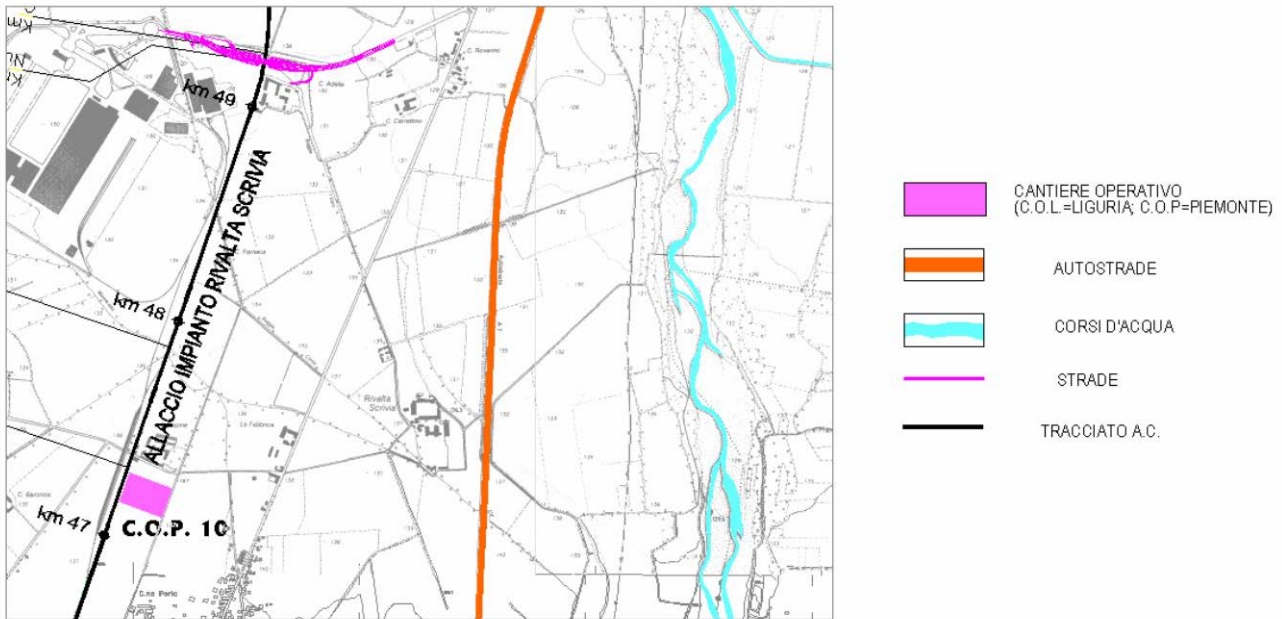
2. QUADRO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

L’assetto geologico generale e di dettaglio del territorio è stato definito nella “*Relazione Geologica Tecnica*” allegata al Progetto Definitivo a cui si rimanda per ogni dettaglio: per comodità sono stati allegati degli estratti sintetici che sono alla base del Progetto Esecutivo presente.

La configurazione dell’assetto geologico del sito e del suo significativo intorno è stata definita attraverso l’analisi della documentazione cartografica esistente, degli studi pregressi e dei rilievi di campagna; l’analisi dei dati raccolti non evidenzia particolari problematiche geologico-tecniche nell’area in esame, posta a Nord Ovest dell’abitato di Rivalta Scrivia (in territorio comunale di Tortona).

L'idrografia principale è costituita dal Torrente Scrivia. Il territorio della zona in cui è ubicato il cantiere in progetto presenta una morfologia interamente pianeggiante, con terrazzi morfologici di origine fluviale, che tuttavia non interessano l'area di cantiere.

La formazione geologica che caratterizza il substrato della zona in esame è costituita da alluvioni prevalentemente sabbioso – siltoso – argillose, talora ghiaiose, attribuibili al Fluviale Recente.



Di seguito viene fornita una breve descrizione delle Formazioni geologiche presenti in superficie nella zona interessata dal progetto e in un intorno geologicamente significativo (tra parentesi la sigla delle formazioni presenti nella Carta Geologica d'Italia in scala 1 : 100.000 – F. 70 – Alessandria):

Alluvioni (a fl)^{1 3}: alluvioni prevalentemente argillose della superficie principale della pianura a S del Po, attribuibili in parte alle Alluvioni postglaciali, in parte al Fluviale recente.

Fluviale medio (fl)²: alluvioni prevalentemente sabbioso - siltoso - argillose, con prodotti di alterazione di colore giallastro

Fluviale recente (fl)³: alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose, con modesta alterazione superficiale.

Alluvioni Postglaciali (a)²⁻¹

Alluvioni attuali degli alvei attivi dei corsi d'acqua (a)³

I depositi sono distinguibili tra loro su basi litologiche (composizione granulometrica ed alterazione superficiale) e su basi geomorfologiche: le scarpate segnano il passaggio tra alluvioni di età differenti. Tali scarpate non sempre sono evidenti ed in questo caso l'attribuzione sulle sole basi litologiche può essere problematica, anche perché i depositi sono caratterizzati da una certa eterogeneità granulometrica che li differenzia essenzialmente su basi percentuali, e quindi talora i materiali appartenenti a cicli deposizionali differenti possono essere litologicamente e granulometricamente piuttosto simili.

Le sopracitate alluvioni risultano essere piuttosto potenti (dati provenienti dalle stratigrafie dei pozzi profondi AGIP), arrivando talora oltre i 200 metri di profondità, per assottigliarsi progressivamente

Tecnica GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECV-RO-CA26-01-002-B00 Relazione Idrologico-idraulica

verso il margine collinare; la serie alluvionale poggia sui depositi marini del Quaternario che chiudono verso l'alto la serie del "Bacino Terziario Piemontese".

I depositi alluvionali hanno caratteristiche granulometriche eterogenee che determinano la presenza di falde acquifere sovrapposte .

La zona è idrogeologicamente omogenea: i depositi alluvionali del Fluviale recente sono caratterizzati da una permeabilità K pari a circa 10^{-3} - 10^{-6} m/s (valori di letteratura). Non sussiste pericolosità idraulica.

La soggiacenza della prima falda nella zona di cantiere è di circa 7 – 9 metri di profondità da piano campagna, tale da non creare problemi o interferenze con le opere previste; la direzione prevalente della falda libera è da sud sudest a nord nordovest.

La zona non è soggetta a dissesti in atto o potenziali, non presenta pericolosità idraulica; inoltre nella Tav. 5b degli studi geologici a supporto dello strumento urbanistico comunale del Comune di Tortona è stata classificata come area priva di rischio.

3. VERIFICHE IDRAULICHE

Per la realizzazione del cantiere in oggetto non sono necessari interventi idraulici tali da rendere necessario uno studio apposito. L'area inoltre non è soggetta a rischio idraulico.

Le verifiche idrauliche condotte riguardano esclusivamente le reti di scarico delle acque reflue e di pioggia e delle reti idriche in pressione.

In particolare, per non aggravare i regimi idraulici di piena del reticolo idrografico adiacente sono state condotte verifiche idrauliche sulle portate di restituzione delle acque di pioggia che hanno consigliato l'adozione di volumi di laminazione.

Nella fattispecie ci siamo posti nella condizione di restituire al massimo la portata di pioggia per Tr 20-ennale associata alla destinazione d'uso attuale del comparto interessato (agricola) e trattenere con idonei volumi di laminazione i maggiori afflussi dovuti alla sostituzione di suoli agricoli con piazzali impermeabili.

3.1. Sistema di smaltimento delle acque di pioggia

Nell'ambito del progetto esecutivo per il cantiere operativo COP10 Gerbidi, tenuto conto della morfologia delle aree interessate, si prevede di recapitare le acque di pioggia nel reticolo idrografico superficiale costituito dal fosso Roggia Merenganino che dista circa 800 metri dal cantiere e che fa parte del reticolo idrografico del bacino del Torrente Scrivia.

Il presente capitolo riguarda espressamente la descrizione ed il dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque di pioggia.

Il progetto prevede il trattamento delle acque di prima pioggia raccolte dalle superfici impermeabili. L'impianto di trattamento ed i volumi da avviare a depurazione sono stati dimensionati con riferimento alle indicazioni presenti nell'art.20 della L.R.27 Maggio 1985, n.62 della Regione Lombardia, (che considera le acque di prima pioggia quelle corrispondenti ad una precipitazione di 5

Tecnica GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5100ECV-RO-CA26-01-002-B00 Relazione Idrologico-idraulica Foglio 8 di 19

mm in un evento di durata pari a 15 minuti primi. Le acque di prima pioggia raccolte dai piazzali e dalle strade del nuovo insediamento saranno segregate in apposite vasche di contenimento da cui verranno addotte al trattamento per poi raggiungere il recapito finale (pozzo disperdente). Le acque di seconda pioggia verranno invece convogliate in appositi pozzi disperdenti.

Smaltimento delle acque di pioggia

Tenuto conto del progetto architettonico e delle finiture esterne delle superfici pedonali e carrabili, le acque piovane sono così suddivise:

- A) acque di pioggia raccolte dai tetti dei prefabbricati (“*acque pulite non contaminate*”) per le quali si prevede la dispersione diretta nel reticolo superficiale (ove possibile, altrimenti saranno avviate anch’esse a trattamento di I pioggia;
- B) acque di pioggia raccolte da parcheggi, strade bitumate e viabilità in genere per le quali, il progetto prevede la realizzazione di un sistema di cattura ed accumulo delle acque di prima pioggia che verranno corrisposte ad impianto di trattamento di disoleatura e sedimentazione in ragione di circa 2,0-4,0 l/sec ed il recapito al reticolo idrografico superficiale delle acque di seconda pioggia (al fosso Roggia Merenganino).

Le acque dei piazzali e delle superfici stradali faranno capo alla rete di raccolta che confluisce nei collettori finali in pvc interni al lotto: su ciascuno di tali collettori è installato un pozzetto derivatore che separa le acque di prima pioggia da quelle successive.

Le acque di prima pioggia vengono avviate ad una vasca di accumulo munita di valvola di chiusura che blocca l’arrivo di acqua una volta che la vasca è piena: le acque stoccate vengono poi avviate al trattamento di disoleazione e sedimentazione tramite n. 1+1 elettropompa sommergibile con portata costante di conferimento limitata a 3,0 l/s.

Le acque di seconda pioggia invece vengono avviate direttamente a smaltimento nel reticolo superficiale.

Lo schema della rete di fognatura bianca è riportato nell’apposita planimetria progettuale.

Le superfici impermeabili presenti nel progetto sono unicamente riconducibili a:

- manti di copertura dei prefabbricati;
- parcheggi e strade interne di collegamento in bitume;
- aree pavimentate in cls (zona officina e betonaggio).

Le acque dei tetti raccolte saranno condotte a terra tramite pluviali che confluiranno in appositi pozzetti interrati di dimensioni 50x50 cm da cui, tramite tubazione in PVC, saranno convogliate ove possibile al fosso campestre oppure alla rete di raccolta acque di pioggia interna al cantiere.

Nelle zone pavimentate in bitume sono state previste fognature mediante tubazione in PVC rigido con giunto a bicchiere e anello di tenuta in materiale elastomerico conforme alla norma UNI EN 1401-1 serie SN 4 con caditoie monopetto e/o a doppio petto con griglie in ghisa dotate di chiusura idraulica a sifone e collegate con il tratto fognario da fognoli in PVC delle medesime caratteristiche tecniche sopradescritte.

I condotti sono stati dimensionati sulla base delle massime piogge prevedibili con tempo di ritorno ventennale e facendo riferimento a tubazioni con sezioni minime non inferiori a 200 mm di diametro per evitare ostruzioni e consentire agevoli operazioni di pulizia e spurgo: la verifica idraulica che tiene conto delle superfici influenti consentirebbe di adottare sezioni più ristrette.

Calcolo della rete di drenaggio

Legge di pioggia

La curva caratteristica della piovosità è stata assunta in riferimento a stazioni pluviometriche prossime alla zone in esame e tipiche del comprensorio intorno alla città di Tortona. La seguente tabella riporta i dati pluviometrici presi per base della presente progettazione idraulica: si tratta di dati reperiti direttamente sul sito dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

Tempi di ritorno

Stazione pluviometrica	20 anni	100 anni	200 anni	500 anni
a	50.52	65.55	71.96	80.42
n	0.272	0.272	0.272	0.272

Nel caso in esame si utilizzerà come legge di pioggia quella con tempo di ritorno di 20 anni.

Calcolo della portata di pioggia

Il calcolo delle portate di pioggia è stato eseguito per ciascun tronco con il noto metodo del tempo di corrivazione: per le verifiche idrauliche volte a stimare gli afflussi meteorici si fa riferimento al metodo del tempo di corrivazione calcolato con l'espressione del Giandotti:

Tecnica GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECV-RO-CA26-01-002-B00 Relazione Idrologico-idraulica

$$t_c = \frac{4 A^{1/2} + 1,5 L}{(0,80 \times (z_m - z_0))} = 0,25 \text{ h} \quad (1)$$

dove:

- t_c = tempo critico di corrivazione in ore
- A = superficie del bacino espressa in kmq;
- L = lunghezza massima del bacino espressa in km
- $z_m - z_0$ = altezza media e minima del bacino imbrifero in m

Il tempo critico di calcolo per la rete in esame riferito alla sezione di chiusura è compreso fra 20 e 30 minuti primi. A vantaggio della sicurezza si assume $t_c = 15$ minuti.

In relazione al tempo critico di corrivazione stabilito in $t_c = 30'$ si utilizzano le curve di possibilità pluviometrica per piogge con tempo di ritorno 20-ennale (tempo di ritorno a cui è commisurata l'officiosità della fognatura):

$$T = 20 \text{ anni} \quad h = 50,52 t^{0,272}$$

Per il calcolo della portata massima attesa nella sezione finale per eventi di pioggia aventi tempo di ritorno 20-ennale si fa riferimento all'espressione:

$$Q [\text{mc/s}] = I \times A \times \psi / 360 \quad (2)$$

dove:

- Q = portata in mc/s;
- I = intensità di pioggia critica in mm/h
- A = valore della superficie imbrifera espressa in ha;
- ψ = coefficiente di afflusso assunto pari 0.9 per presenza di quasi totalità di superfici pavimentate .

L'intensità di pioggia derivante dal calcolo è pari a 85,5 mm/h.

Il cantiere vien suddiviso operativamente in tre zone: la zona destinata all'impianto di betonaggio con superficie in c.a. e le due zone del cantiere affidate a due ditte diverse in parte bitumate ed in parte cementate.

- area betonaggio: 4580 mq con portata di massima di pioggia pari a 121 l/s (data dalla relazione (2));
- area cantiere est: 9286 mq con portata di massima di pioggia pari a 247 l/s (data dalla relazione (2));
- . area cantiere ovest: 12875 mq con portata di massima di pioggia pari a 345 l/s (data dalla relazione (2));

Tecnica GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECV-RO-CA26-01-002-B00 Relazione Idrologico-idraulica

Dimensionamento volumi di prima pioggia

Seguendo le indicazioni presenti nell'art.20 della L.R.27 Maggio 1985, n.62 della Regione Lombardia, (che considera le acque di prima pioggia quelle corrispondenti ad una precipitazione di 5 mm in un evento di durata pari a 15 minuti) , e considerando il fatto che la superficie destinata a strade e piazzali copre per intero l'area di cantiere, le acque di prima pioggia sono stimabili in:

- **area betonaggio: 4591 mq volume I pioggia 22,50 mc** con portata di punta I pioggia pari a 25 l/s;
- **area cantiere est: 9037 mq volume I pioggia 47,00 mc** con portata di punta I pioggia pari a 52 l/s;
- **area cantiere ovest: 7792 mq volume I pioggia 40,00 mc** con portata di punta I pioggia pari a 44 l/s;

3.2 Calcolo della portata max di progetto e volumi I pioggia

Piazzali quota 137,60 msm :gestione acque di pioggia – AREA BETONAGGIO

Superfici impermeabili piazzale a quota 137,60 msm: 4.591 mq

Qpr (portata di progetto)= 85,5x 1,0 x 0,459/ 360 =0,121 mc/s (sezione collettore piazzale)

I volumi totali affluiti nell'evento critico assunto sono dati da:

$$V_{\text{aff.}} = \psi A \times h = A \times 50,52 \ t^{0.272} = 0,90 \times 4590 \text{ mq} \times 0.03016 \text{ m} = 125 \text{ mc}$$

La sezione del collettore del piazzale che confluisce al pozzetto separazione I pioggia/II pioggia sarà costituita da una tubazione PVC rigido conforme alla norma UNI EN 1401-1 SN4 DE400: la pendenza motrice di progetto è stata assunta pari cautelativamente a 0,5%.

Per la verifica delle portate specifiche delle sezioni finali della rete acque meteoriche si fa riferimento alla formula di Gauckler – Strickler:

$$V = X \sqrt{Rif}$$

$$Q = \Omega X \sqrt{Rif}$$

in cui:

X = coeff. di Chesy = $c R^{1/6}$

c = coeff. di Gauckler – Strickler = 90 (tubazioni plastiche)

if = pendenza di fondo = 0,5%

$R = \text{raggio idraulico} = \Omega/\rho = r/2 = 0,100 \text{ m}$

$\Omega = \text{sezione liquida} = 0,125 \text{ m}^2$

$\rho = \text{perimetro bagnato} = 1,25 \text{ m}$

si ha quindi:

$$V = X \sqrt{Rif} = 1,37 \text{ m/s}$$

$$Q = \Omega \cdot X \sqrt{Rif} = 0,171 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dalla rete di raccolta delle acque di pioggia, tramite un pozzetto separatore posto sulla condotta principale PVC DE 400 equipaggiato con sfioratore laterale opportunamente dimensionato, verrà effettuata la suddivisione tra le acque di prima e seconda pioggia.

Le acque di prima pioggia saranno avviate a trattamento di disoleazione e successivamente convogliate all'impianto di trattamento acque di betonaggio.

Le acque di seconda pioggia saranno recapitate tramite sollevamento alla vasca di laminazione e da questa direttamente nel reticolo idrografico superficiale. Prima dell'immissione nel corso d'acqua si prevede di installare un pozzetto a disposizione dei campionamenti e controlli ASL ed ARPA.

Il dimensionamento dell'impianto di I pioggia viene effettuato seguendo le indicazioni presenti nell'art.20 della L.R.27 Maggio 1985, n.62 della Regione Lombardia, (che considera le acque di prima pioggia quelle corrispondenti ad una precipitazione di 5 mm in un evento di durata pari a 15 minuti). Considerando il fatto che la superficie destinata a strade e piazzali risulta essere di circa 7300 mq, le acque di prima pioggia sono stimabili in circa 40,0 l/sec per un **volume di circa 22,50 mc.**

Piazzali quota 137,60 msm :gestione acque di pioggia – AREA CANTIERE ZONA-EST

Superfici impermeabili piazzale a quota 137,60 msm: 9.037 mq

Qpr (portata di progetto)= $85,5 \times 1,0 \times 0,9037 / 360 = \mathbf{0,245 \text{ mc/s}}$ (sezione collettore piazzale)

I volumi totali affluiti nell'evento critico assunto sono dati da:

$$V_{\text{aff.}} = \sqrt[3]{A \times h} = A \times 50,52 \ t^{0.272} = 0,90 \times 9037 \text{ mq} \times 0.03016 \text{ m} = 257 \text{ mc}$$

La sezione del collettore del piazzale che confluisce al pozzetto separazione I pioggia/II pioggia sarà costituita da una tubazione PVC rigido conforme alla norma UNI EN 1401-1 SN4 DE630: la pendenza motrice di progetto è stata assunta pari cautelativamente a 0,5%.

Per la verifica delle portate specifiche delle sezioni finali della rete acque meteoriche si fa riferimento alla formula di Gauckler – Strickler:

$$V = X \sqrt{Rif}$$

$$Q = \Omega X \sqrt{Rif}$$

in cui:

$$X = \text{coeff. di Chesy} = c R^{1/6}$$

c = coeff. di Gauckler – Strickler = 90 (tubazioni plastiche)

i_f = pendenza di fondo = 0,5%

$$R = \text{raggio idraulico} = \Omega / p = r/2 = 0,150 \text{ m}$$

$$\Omega = \text{sezione liquida} = 0,282 \text{ m}^2$$

$$p = \text{perimetro bagnato} = 1,88 \text{ m}$$

si ha quindi:

$$V = X \sqrt{R i_f} = 1,53 \text{ m/s}$$

$$Q = \Omega \cdot X \sqrt{R i_f} = 0,431 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Dalla rete di raccolta delle acque di pioggia, tramite un pozzetto separatore posto sulla condotta principale PVC DE 630 equipaggiato con sfioratore laterale opportunamente dimensionato, verrà effettuata la suddivisione tra le acque di prima e seconda pioggia.

Le acque di prima pioggia saranno avviate a trattamento di disoleazione e successivamente convogliate all'impianto di trattamento acque di betonaggio.

Le acque di seconda pioggia saranno recapitate tramite sollevamento alla vasca di laminazione e da questa direttamente nel reticolo idrografico superficiale. Prima dell'immissione nel corso d'acqua si prevede di installare un pozzetto a disposizione dei campionamenti e controlli ASL ed ARPA.

Il dimensionamento dell'impianto di I pioggia viene effettuato seguendo le indicazioni presenti nell'art.20 della L.R.27 Maggio 1985, n.62 della Regione Lombardia, (che considera le acque di prima pioggia quelle corrispondenti ad una precipitazione di 5 mm in un evento di durata pari a 15 minuti). Considerando il fatto che la superficie destinata a strade e piazzali risulta essere di circa 9300 mq, le acque di prima pioggia sono stimabili in circa 52,0 l/sec per un **volume di circa 47 mc.**

Piazzali quota 137,60 msm :gestione acque di pioggia – AREA CANTIERE ZONA-OVEST

Superfici impermeabili piazzale a quota 137,60 msm: 7792 mq

Qpr (portata di progetto)= $95,5 \times 1,0 \times 0,7792 / 360 = 0,206 \text{ mc/s}$ (sezione collettore piazzale)

I volumi totali affluiti nell'evento critico assunto sono dati da:

$$V_{\text{aff.}} = \psi A \times h = A \times 50,52 \ t^{0.272} = 0,90 \times 7792 \text{ mq} \times 0.03016 \text{ m} = 235 \text{ mc}$$

La sezione del collettore del piazzale che confluisce al pozzetto separazione I pioggia/II pioggia sarà costituita da una tubazione PVC rigido conforme alla norma UNI EN 1401-1 SN4 DE630: la pendenza motrice di progetto è stata assunta pari cautelativamente a 0,5%.

Per la verifica delle portate specifiche delle sezioni finali della rete acque meteoriche si fa riferimento alla formula di Gauckler – Strickler:

$$V = X \sqrt{Rif}$$

$$Q = \Omega X \sqrt{Rif}$$

in cui:

X = coeff. di Chesy = $c R^{1/6}$

c = coeff. di Gauckler – Strickler = 90 (tubazioni plastiche)

if = pendenza di fondo = 0,5%

R = raggio idraulico = $\Omega/p = r/2 = 0,150$ m

Ω = sezione liquida = $0,282$ m²

p = perimetro bagnato = $1,88$ m

si ha quindi:

$$V = X \sqrt{Rif} = 1,53 \text{ m/s}$$

$$Q = \Omega \cdot X \sqrt{Rif} = 0,431 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dalla rete di raccolta delle acque di pioggia, tramite un pozzetto separatore posto sulla condotta principale PVC DE 630 equipaggiato con sfioratore laterale opportunamente dimensionato, verrà effettuata la suddivisione tra le acque di prima e seconda pioggia.

Le acque di prima pioggia saranno avviate a trattamento di disoleazione e successivamente convogliate alla vasca di laminazione.

Le acque di seconda pioggia saranno recapitate tramite sollevamento alla vasca di laminazione e da questa direttamente nel reticolo idrografico superficiale.

Prima dell'immissione nel corso d'acqua si prevede di installare un pozzetto a disposizione dei campionamenti e controlli ASL ed ARPA.

Il dimensionamento dell'impianto di I pioggia viene effettuato seguendo le indicazioni presenti nell'art.20 della L.R.27 Maggio 1985, n.62 della Regione Lombardia, (che considera le acque di prima pioggia quelle corrispondenti ad una precipitazione di 5 mm in un evento di durata pari a 15 minuti). Considerando il fatto che la superficie destinata a strade e piazzali risulta essere di circa 12000 mq, le acque di prima pioggia sono stimabili in circa 45,0 l/sec per un **volume di circa 65 mc.**

3.3. Calcolo volumi di laminazione

L'aumento della superficie complessiva impermeabilizzata rispetto allo scenario ante-operam dell'insediamento di progetto, vale complessivamente circa 26.700 mq come risulta dalla Tab. 1. Cautelativamente in questo caso abbiamo considerato anche il contributo al deflusso dell'area a disposizione Cociv che, al momento, viene lasciata al grezzo senza equipaggiamenti logistici ma che prevediamo possa essere pavimentata (area D).

area	Superfici stato originario			Superfici stato di progetto		
	Agricola (mq)	Imperm. (mq)	Totale (mq)	drenante (mq)	Imperm. (mq)	Totale (mq)
A	7792	0	7792	0	12875	12875
B	4591	0	4580	0	4580	4580
C	9037	0	9286	0	9286	9286
D	5321	0	5321	0	5321	5321
totali	26741	0	26741	0	26741	26741

Tab. 1: Confronto Stato Originario-Stato di progetto nei riguardi dell'uso dei suoli

Dalla Tabella 1 di confronto si rileva che la differenza in termini di superfici impermeabili fra lo stato ante-operam e lo stato di progetto vale circa 26.741 mq pari a tutta la superficie occupata dal cantiere.

E' evidente che i maggiori afflussi rispetto alla situazione attuale vanno riferiti proprio alla sostituzione di aree agricole altamente drenanti con superfici impermeabili.

Nell'ambito dei successivi calcoli di verifica, alle originarie superfici agricole sono stati associati coefficienti di afflusso pari a 0,15, mentre per le aree pavimentate si fissa un coeff. di afflusso di 0,9.

L'immissione nella rete di canali circostanti deve essere limitata al valore di portata corrispondente ai terreni originari: i maggiori afflussi saranno accumulati in vasche di autocontenimento che funzioneranno come vere e proprie vasche volano di laminazione delle portate di punta. Le acque di pioggia accumulate verranno reimmesse nel canale esterno al cantiere sempre con soglia di portata fissata al valore corrispondente al contributo della originaria superficie del lotto.

Calcolo della portata max di immissione nel reticolo idrografico (portata di soglia):

Si calcola di seguito il contributo al deflusso dei terreni originari del lotto: si assumono, come detto in precedenza i seguenti coefficienti di deflusso: aree agricole o verdi: 0,15 ; aree impermeabilizzate 0,9.

La Tab. 2 riporta le curve caratteristiche di possibilità pluviometrica di riferimento per la zona in esame.

Tab. 2: Curve di possibilità pluviometrica utilizzate

Stazione pluviometrica	20 anni	100 anni	200 anni	500 anni
a	50.52	65.55	71.96	80.42
n	0.272	0.272	0.272	0.272

Le curve di possibilità pluviometrica sono espresse con **h** in mm. e **t** in ore .

La verifica seguente viene condotta assumendo per l'evento critico un tempo di ritorno 20-ennale in linea con quanto previsto nel calcolo della rete di fognatura acque piovane.

Per le verifiche idrauliche volte a stimare gli afflussi meteorici si fa riferimento al metodo del tempo di corrivazione calcolato con l'espressione del Giandotti:

$$t_c = \frac{4 A^{1/2} + 1,5 L}{0,80(z_m - z_0)} \quad (1)$$

dove:

- t_c = tempo critico di corrivazione in ore
- A = superficie del bacino espressa in kmq;
- L = lunghezza massima del bacino espressa in km
- $z_m - z_0$ = altezza media e minima del bacino imbrifero in m

Il tempo critico di calcolo viene assunto pari a 15 minuti primi. nella configurazione di progetto; nella condizione d'uso del suolo attuale viene invece assunta pari a 30'.

Tecnica GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECV-RO-CA26-01-002-B00 Relazione Idrologico-idraulica
	Foglio 17 di 19

In relazione al tempo critico di corrivazione stabilito in $t_c = 30'$ si utilizzano le curve di possibilità pluviometrica per piogge con durata inferiore all'ora (v. sopra) con tempo di ritorno 20-ennale:

$$T = 20 \text{ anni} \qquad h = 50,2 t^{0,272}$$

Per il calcolo della portata massima attesa nella sezione finale per eventi di pioggia aventi tempo di ritorno 20-ennale si fa riferimento all'espressione:

$$Q \text{ [mc/s]} = I \times A \times \psi / 360 \quad (2)$$

dove:

Q = portata in mc/s;

I = intensità di pioggia critica in mm/h per $T_c = 30'$ (suoli agricoli)

A = valore della superficie imbrifera espressa in ha;

ψ = coefficiente di afflusso assunto pari a 0,15 (coeff. afflusso medio)

Nel caso in esame si ottiene:

$$Q_s \text{ (portata stato attuale)} = 83,14 \times 2,67 \times 0,15 / 360 = \mathbf{0,092 \text{ mc/s}}$$

Dal calcolo effettuato risulta che alla rete dei canali, nello scenario originario ante-operam, vengono immesse acque piovane con portata di 92 l/s (Q_s portata stato attuale).

La portata associata allo scenario attuale viene fissata in **90 l/s** : tale portata assumerà valore di **portata di soglia** nello scenario di progetto.

Calcolo della portata max di progetto:

Per il calcolo della portata massima attesa nella sezione finale per eventi di pioggia aventi tempo di ritorno 20-ennale si fa ancora riferimento all'espressione:

$$Q \text{ [mc/s]} = I \times A \times \psi_m / 360 \quad (2)$$

dove:

Q = portata in mc/s;

I = intensità di pioggia critica in mm/h per $t_c=15'$ (suoli impermeabili)

A = valore della superficie imbrifera espressa in ha;

ψ_m = coefficiente di afflusso medio assunto pari a 0,9

Tecnica GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECV-RO-CA26-01-002-B00 Relazione Idrologico-idraulica
	Foglio 18 di 19

Nel caso in esame si ottiene:

$$Q_{pr} \text{ (portata di progetto)} = 138,00 \times 2,67 \times 0,9 / 360 = \mathbf{0,921 \text{ mc/s}}$$

Utilizzando la curva di possibilità pluviometrica ($h = 50,2 t^{0,272}$) per $T_c = 15$ minuti si ottiene $h = 34,43$ mm che, sulla superficie del cantiere di 26741 mq, valgono circa 920 mc. **Il volume di laminazione sarà dato da $(0,921 - 0,092 \text{ mc/s}) \times 60 \times 15 = 746 \text{ mc}$.**

Il progetto prevede volumi complessivi di laminazione di circa 1000 mc realizzati mediante vasca con argini in terra rivestiti in telo impermeabile in PVC o PE adeguatamente protetto. La vasca viene realizzata ai margini del cantiere in adiacenza alla via Cerca e nei pressi della nuova rotatoria.

A tale vasca verranno condotte 3 tubazioni di mandata che recapitano le acque di pioggia dei tre piazzali del cantiere (betonaggio, Affidatario 1 e Affidatario 2). L'uscita invece sarà realizzata mediante tubazione in acciaio DN250 che recapita al reticolo superficiale (Roggia Mareganino) che attraversa la linea storica FS a circa 800 metri dal cantiere.

La sezione di tale condotta di scarico è dimensionata per portata massima pari a 90 l/s.

3.4 Calcolo impianti di sollevamento acque di pioggia aree di cantiere

Il cantiere vien suddiviso operativamente in tre zone: la zona destinata all'impianto di betonaggio con superficie in c.a. e le due zone del cantiere affidate a due ditte diverse in parte bitumate ed in parte cementate.

- area betonaggio: 4591 mq con portata di massima di pioggia pari a 121 l/s;
- area cantiere est: 9037 mq con portata di massima di pioggia pari a 245 l/s;
- area cantiere ovest: 7792 mq con portata di massima di pioggia pari a 206 l/s;

Da ciascuna area le portate di pioggia raccolte dai piazzali vengono inviate alla vasca di laminazione.

Si prevedono quindi n. 3 gruppi di sollevamento costituiti da:

- *area betonaggio 4591 mq: 2+1 pompa avente $Q_p = 65$ l/s, prevalenza 10 m;*
- *area cantiere est 9037 mq: 2 + 1 pompa avente $Q_p = 130$ l/s, prevalenza 10 m;*
- *area cantiere ovest 7792 mq: 2+1 pompa avente $Q_p = 130$ l/s, prevalenza 10 m*

Per tali gruppi di pompaggio i collettori di mandata avranno diametri rispettivamente pari a DN300 per l'area betonaggio; DN450 per l'area cantiere est e DN450 per l'area cantiere ovest.

Tecnica GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5100ECV-RO-CA26-01-002-B00 Relazione Idrologico-idraulica
	Foglio 19 di 19

Caratteristiche gruppi di pompaggio:

- Sollevamento betonaggio: n. 2+1 pompa sommergibile tipo Flygt N3153 LT 412, P=9,0 kW, 1460 g/min, mandata DN200, avente punto di lavoro Q=65 l/s e prevalenza H=10,0 m;
- Sollevamento area est: n. 2+1 pompa sommergibile tipo Flygt N3171 LT, P=15,0 kW, 965 g/min, mandata DN250, avente punto di lavoro Q=130 l/s e prevalenza H=8,50 m;
- Sollevamento area ovest: n. 2+1 pompa sommergibile tipo Flygt N3171 LT, P=15,0 kW, 965 g/min, mandata DN250, avente punto di lavoro Q=130 l/s e prevalenza H=8,50 m;

Non viene considerata l'area destinata a Cociv ancora non definita nelle sue funzioni e soprattutto nelle superfici impermeabili.

3.5 Calcolo impianti di sollevamento a valle della laminazione

L'impianto di sollevamento a valle della vasca di laminazione ha la funzione di trasferire l'acqua piovana al reticolo superficiale costituito dalla Roggia Marenganino. Tale recapito è posto a circa 800 metri rispetto alla posizione dei gruppi di pompaggio e si deve scavalcare il cavalcavia ferroviario esistente con tubazione staffata al manufatto esistente.

La portata massima di trasferimento è fissata in 90 l/s ed equivale al contributo dell'area nekletl sue condizioni attuali di utilizzo dei suoli (uso agricolo).

La tubazione DN250 con portata di 90 l/s ha perdite di carico unitarie di 12,5 m/km che equivalgono nel nostro caso (800 m) a circa 10,0 m a cui vanno aggiunte le differenze altimetriche (quote geodetiche) che sono fissate in 15 metri per tener conto del passaggio sul cavalcavia.

La prevalenza totale è quindi fissata in 25 m.

L'impianto di sollevamento viene quindi equipaggiato con n. 3+1 elettropompe sommergibili aventi ciascuna le seguenti caratteristiche:

- pompa sommergibile tipo Flygt N3153 HT, P=9,0 kW, 1460 g/min, 4 poli, mandata DN100, avente punto di lavoro Q=30 l/s e prevalenza H=27 m;