



Città di Lonato del Garda
Comune della Provincia di Brescia

FERALPI SIDERURGICA S.p.A. - CO.ME.CA. TECNOLOGIE S.p.A.

VARIANTE AL P.L. FERALPI - COMECA

Doc. n.

I

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

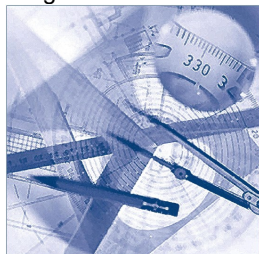


COMMITTENTE



N. Prog.	Tipo Doc	N. Tavola	Stato	Scala	Modifiche	Data	Redatto	Verificato	Approvato e Validato
/	.doc	/	/	/		03/2026	C. Bazzani	C. Bazzani	C. Bazzani

Progettista



**STUDIO TECNICO
BAZZANI CRISTIANO**

Viale Venezia, 44 – 25123 BRESCIA
tel. 030 3366439 – fax 030 3361431
info@studiotecnicobazzani.it
www.studiotecnicobazzani.it

Timbro e Firma



1. PREMESSA

Il presente studio idrologico idraulico, viene condotto con l'obiettivo di analizzare i rischi connessi a seguito alla realizzazione di una unità produttiva all'interno di un'area soggetta a disposizioni d'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA), ai sensi dell'art.58 delle norme di attuazione del piano di stralcio per l'assetto idrologico (PAI) del bacino del fiume Po. Trattasi pertanto di analisi idraulica condotta in riferimento alla normativa tecnica contenuta dell'Allegato 4 alla D.G.R. 30.11.2011 n. IX/2616 "Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374". L'obiettivo specifico della presente, risulta pertanto quello di stabilire l'idrogramma di piena del III-IV Comizio della Roggia Lonata all'interno dell'area interessata dalla realizzazione della nuova edificazione, in modo tale da valutare i rischi connessi al nuovo progetto nei confronti del reticolo idrografico presente.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Trattasi di area colloca a Sud - Est del centro storico del Comune di Lonato del Garda in un'area pianeggiante di circa 147 m s.l.m. ed è geograficamente rappresentata nella sezione D6e2 della Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia (C.T.R. R.L.) alla scala 1:10.000 come evidenziato negli estratti cartografici riportati di seguito.



Fig.1-Estratto ortofoto con individuazione dell'area interessata dalla variante al P.L. Feralpi - Comeca

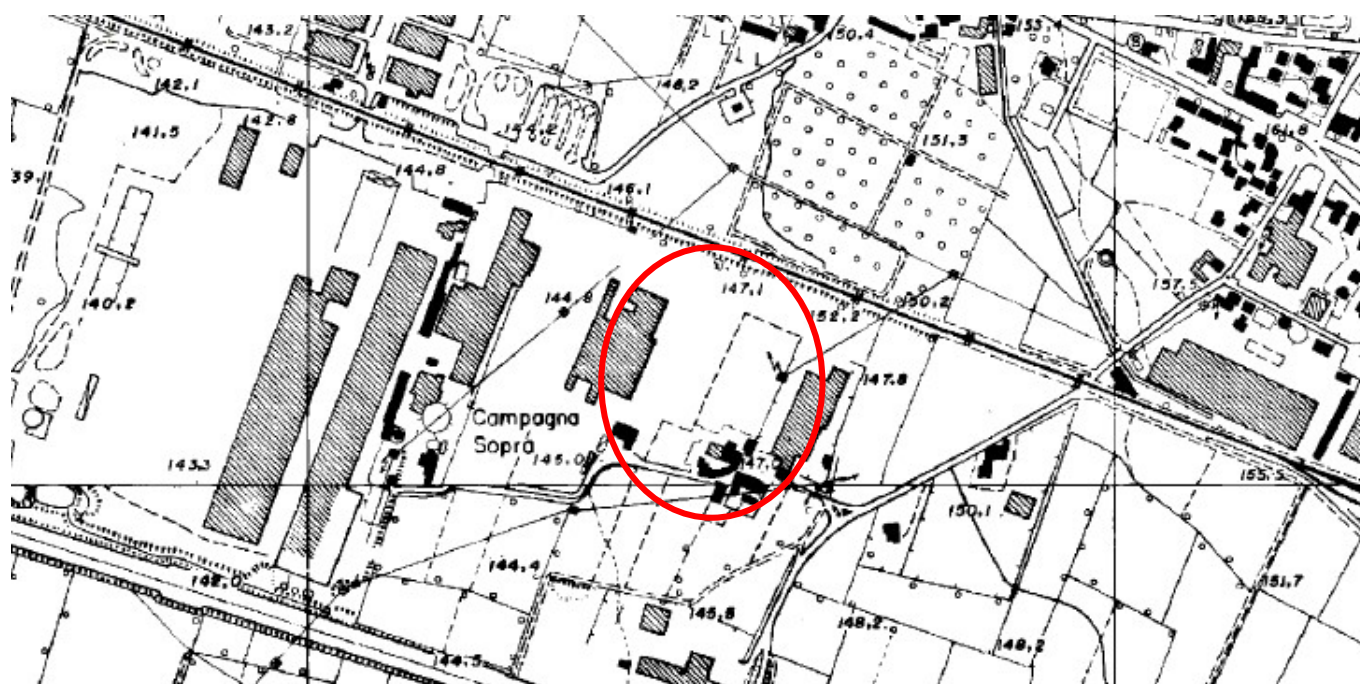


Fig.2-Estratto carta tecnica regionale CTR 1:10.000 con indicazione dell'area interessata dalla variante al P.L. Feralpi - Comeca

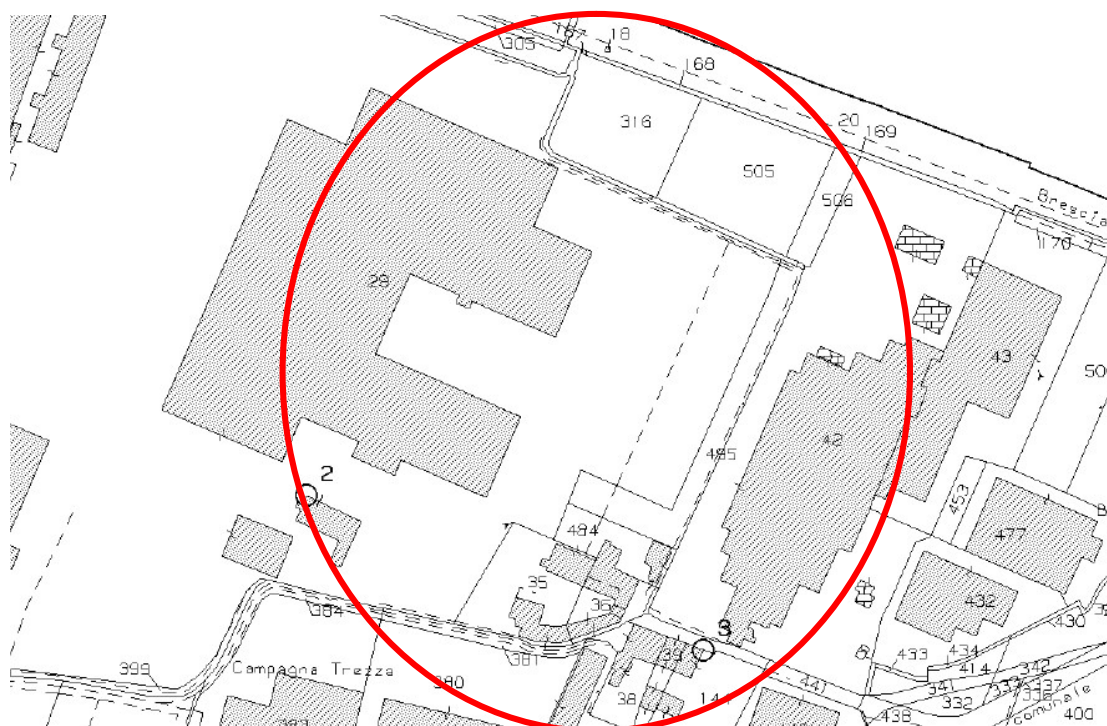


Fig.3-Estratto mappa catastale con indicazione dell'area interessata dalla variante al P.L. Feralpi - Comeca

3. VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDROLOGICO/IDRAULICO DELL'AREA INTERESSATA DALLA VARIANTE AL P.L. FERALPI - COMECA

Sulla base delle considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti, si è constatato che l'area interessata dall'intervento, adiacente al complesso di edifici già esistenti, risulta inserita cartograficamente in zona allagabile .Ovvero ,il PGRA della regione Lombardia individua tale comprensorio contrassegnato come area a pericolo alluvioni.

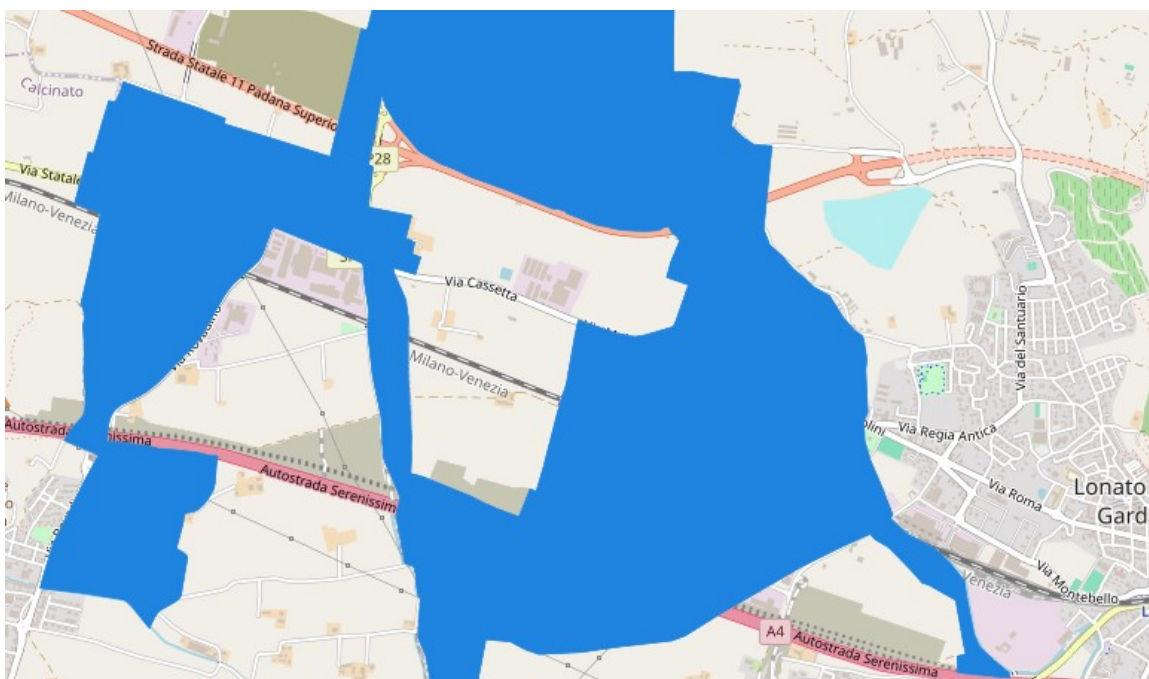


Fig.4-Estratto PGRA regione Lombardia, con indicazione dell'area interessata da fenomeni di allagamento

Analizzando i dati si evidenzia che la zona interessata dalla variante alla Lottizzazione Feralpi - Comeca risulta caratterizzata da un ambito territoriale RSP (reticolo secondario di pianura), con scenario di alluvione frequente "H", tipo di causa "M", caratterizzata da un tempo di ritorno T=50 anni. L'individuazione dell'area soggetta a inondazione, risulta essere individuata e pertanto tracciata sulla base di informazioni derivanti dalla mappatura di aree storicamente esondate e segnalate dai consorzi di bonifica, nonché dall'elaborato 2 del PAI (Atlante dei rischi idraulici ed idrologici), così come aggiornato dai comuni (fenomeni di tipo Ee, Eb, Em e aree RME per esondazione).



Pericolosità RSP scenario frequente - H

Ambito territoriale	RSP
Nome Consorzio	07 - Mella e Chiese
Codice scenario di alluvione	H
Tempo di ritorno	50
Tipo causa	M
Area kmq	7.47829153079
nr. abitanti esposti	1548
nr. impianti IED	0

Fig.5-Estratto PGRA regione Lombardia, pericolosità dell'area interessata

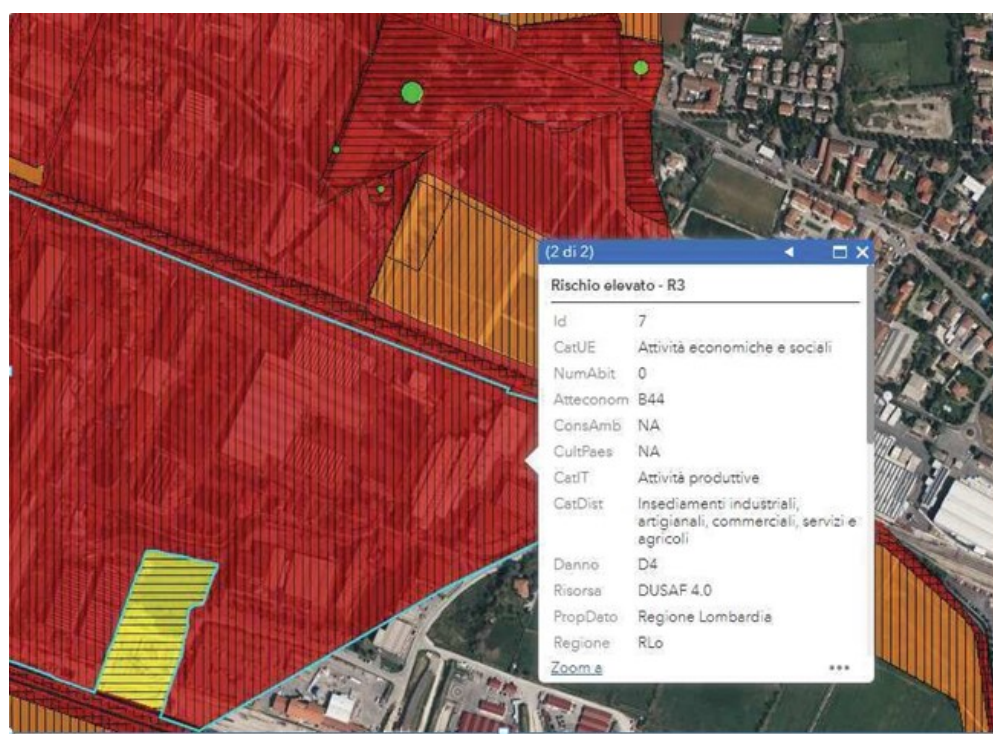


Fig.6-Estratto PGRA regione Lombardia, rischio dell'area interessata

In riferimento ai dati reperiti si osserva che l'area risulta caratterizzato da un rischio elevato "R3" con danno "D4".

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale			
Scenario	Tempo di ritorno		RP	RSCM*	RSP	ACL
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 anni (frequente)	P3 elevata	10-20 anni	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 anni (poco frequente)	P2 media	100-200 anni	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500 anni	Em, Cn		Massimo storico registrato

* Legenda PAI

Fig.7-Mappe di pericolosità-scenari di inondazione

CLASSE D4		CLASSE D3		CLASSE D2		CLASSE D1	
DUSAF		DUSAF		DUSAF		DUSAF	
1111	Tessuto residenziale denso	133	Cantieri	211	Seminativi	134	Aree degradate non utilizzate e non vegetate
1112	Tessuto residenziale continuo mediamente denso	12124	Cimiteri	1411	Parchi e giardini	231	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive
1121	Tessuto residenziale discontinuo	132	Discariche	221	Vigneti	311	Boschi di latifoglie
1122	Tessuto residenziale rado e nucleiforme	131	Cave	222	Frutteti e frutti minori	312	Boschi conifere
1123	Tessuto residenziale sparso	2113	Colture orticole	223	Oliveti	313	Boschi misti
11231	Cascine	2114	Colture floro-vivaistiche	3114	Castagneti da frutto	314	Rimboschimenti recenti
1424	Aree archeologiche	2115	Orti familiari	213	Risaie	331	Spaglie, dune ed alvei ghiaiosi
12122	Impianti di servizi pubblici e privati			2313	Marcite	321	Praterie naturali d'alta quota
12111	Insedimenti industriali, artigianali, commerciali			1412	Aree verdi incolte	322 - 324	Cespuglieti
12112	Insedimenti produttivi agricoli			2241	Pioppeti	332	Accumuli detritici e affioramenti litoidi privi di vegetazione
12121	Insedimenti ospedalieri			2242	Altre legnose agrarie	333	Vegetazione rada
12123	Impianti tecnologici					411	Vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere
1222	Reti ferroviarie e spazi accessori					3113	Formazioni ripariali
123	Aree portuali					3222	Vegetazione dei greti
12125	Aree militari oblitee					3223	Vegetazione degli argini sopraelevati
124	Aeroporti ed eliporti					511	Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali
1421	Impianti sportivi					5121	Bacini idrici naturali
1423	Parchi divertimento					5123	Bacini idrici da attività estrattive interessanti la falda
1422	Campeggi e strutture turistiche e ricettive					5122	Bacini idrici artificiali
						335	Ghiacciai e nevi perenni

Reti stradali	
D4	Reti primarie: autostrade, strade statali/regionali, strade provinciali
D3	Reti secondarie: strade comunali

Valutazione e gestione del rischio di alluvioni in Regione Lombardia - L'attuazione della direttiva 2007/60/CE - Milano 12 febbraio 2014

Fig.8-Attribuzione della classe di danno-elementi poligonali

Elementi esposti	Danno
Beni culturali vincolati	D4
Immobili e aree di notevole interesse pubblico	D4
Impianti allegato I del D.L. 59/2005	D4
Aree protette per estrazione acqua a uso idropotabile	D4
Strutture ospedaliere	D4
Scuole	D4
Dighe	D4
Depuratori	D3
Inceneritori	D3

Fig.9-Attribuzione della classe di danno-elementi puntuali

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4	R2
	D3	R4	R3	R2
	D2	R3	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

Matrice 1
Reticolo principale (RP)
Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R3	R2
	D3	R3	R3	R1
	D2	R2	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

Matrice 2
Aree costiere lacuali (ACL)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'	
		P3	P2
CLASSI DI DANNO	D4	R3	R2
	D3	R3	R1
	D2	R2	R1
	D1	R1	R1

Matrice 3
Reticolo secondario di pianura (RSP)

Fig.10-Mappe di rischio-matrici

4. DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA PERTINENTE ALL'AREA INTERESSATA DALLA VARIANTE ALLA LOTTIZZAZIONE FERAPI – COMECA

In riferimento a quanto evidenziato nel §.3.0 del presente studio di compatibilità delle opere previste con il bacino idrografico presente, si osserva che l'area oggetto di studio risulta caratterizzata da una pericolosità di allagamento "P3" e pertanto molto elevata con tempo di ritorno $T=50$ anni e pertanto con una probabilità di accadimento frequente. La presenza di un'area contrassegnata come area ad alta probabilità di inondazione, è da ricercarsi dalla rilevante presenza della rete irrigua derivata dalla Roggia Lonata, caratterizzata da una serie di aste denominati "Comizi", nominati con numerazione sequenziale da 1° a 9°, che si derivano dalla sponda idrografica destra della roggia Lonata con tragitto all'interno del territorio lungo la direzione Nord- Sud. La presenza dei "Comizi" derivanti dalla Loggia Lonata, risulta di particolare importanza nei confronti del territorio in cui essi si innervano, in quanto trattasi di aste che non svolgono la sola esclusiva funzione irrigua, ma bensì rappresentano elementi atti al recapito delle acque prodotte dai colatori trasversali che drenano le acque all'interno di alcuni scarichi fognari.

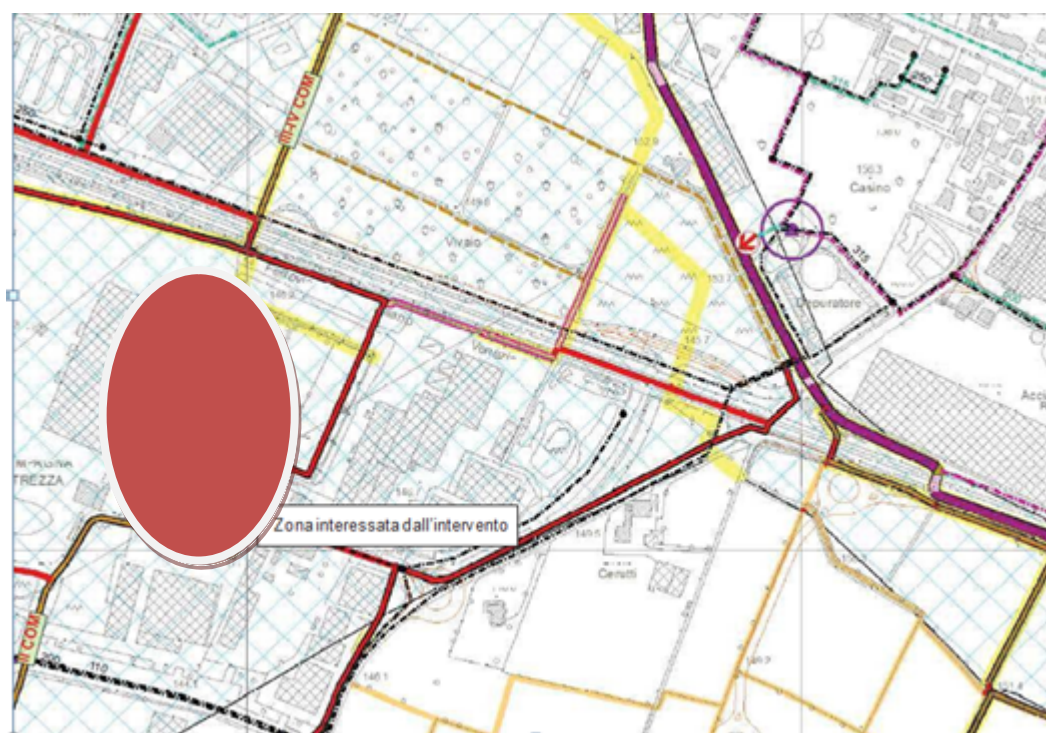


Fig.11-Estratto cartografico riferito al tracciato dell'intervento

Legenda

RETICOLO IDRICO PRINCIPALE - RIP - (DGR X/7581/2017 - All. A)

-  Fossa REDONE SUPERIORE (BS094Z) (sezione naturale)
-  Fossa REDONE SUPERIORE (BS094Z) (sezione intubata)

RETICOLO IDRICO DI BONIFICA -RIB- (Consorzio Chiese) - (DGR X/7581/2017 -All. C)

-  ROGGIA LONATA (tratto in sezione intubata)
-  ROGGIA LONATA (tratto in sezione artificiale)
-  Comizio con sezione in terra
-  Fosso consortile con sezione in terra
-  Comizio con sezione intubata
-  Fosso consortile con sezione intubata
-  Comizio con sezione artificiale
-  Fosso consortile con sezione artificiale

I corsi d'acqua sono codificati con il Codice SIBITER o con il Codice Canale presente nel Reticolo Idrico Regionale Unificato (RIRU)

RETICOLO IDRICO DI BONIFICA (Consorzio Garda Chiese) - (DGR X/7581/2017 -All. C)

-  Canale ARNO' (tratto in sezione intubata)
-  Canale ARNO' (tratto in sezione artificiale)
-  Fosso / Galleria di Barche

I corsi d'acqua sono codificati con il Codice SIBITER o con il Codice Canale presente nel Reticolo Idrico Regionale Unificato (RIRU)

RETICOLO IDRICO MINORE DI COMPETENZA COMUNALE -RIM- (DGR X/7581/2017 -All. D)

-  Corso d'acqua in sezione naturale - Codice corso d'acqua : XXYY (dove XX=bacino idrografico, YY=n° progressivo asta)
-  Corso d'acqua in sezione intubata
-  Lago / stagno organico al sistema idrografico ed afferente al RIM - Codice lago : LXXYY (dove XX=bacino idrografico, YY=n° progressivo lago)
-  Zona umida - Codice zona umida: UXXYY (dove XX=bacino idrografico, YY=n° progr. zona umida)
-  Perimetro delle zone umide nella cartografia del PTCP

Fig.12-Legenda riferita all'estratto cartografici di figura 11

In riferimento a sopralluoghi effettuati, nonché in riferimento a studi di pericolosità idraulica condotti in aree limitrofe alla zona del presente studio, si osserva che l'asta potenzialmente responsabile di fenomeni di esondazione con ruscellamento di acqua nell'area circostante, con interessamento dell'area oggetto della presente variante al P.L. Feralpi Comeca è rappresentato dal Comizio 3° e 4° di cui alla fig.11 di cui si riporta estratto di dettaglio nelle pagine poste di seguito.

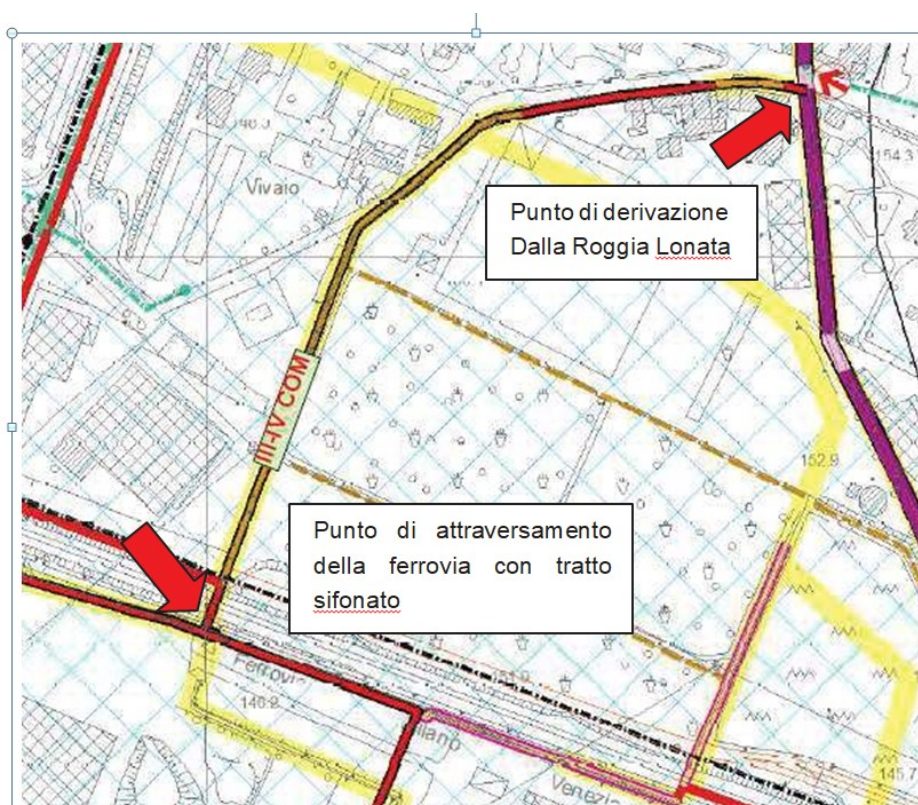


Fig.13-Tracciato del comizio 3° e 4° attiguo al vivaio con derivazione dalla Roggia Lonata ed attraversamento della ferrovia con manufatto costituito da tratto sifonato

In riferimento al sopralluogo effettuato, si è potuto rilevare che il tragitto del Comizio 3° e 4° presenta una piega lungo la direzione Sud, raggiungendo la ferrovia Milano-Venezia, la quale viene attraversata tramite un manufatto sifonato, portandosi all'interno dell'area di proprietà della ditta Feralpi S.p.A. L'attraversamento sifonato, trova suo recapito all'interno di un manufatto idraulico, costituito da una vasca di "calma", munita di uno sfioratore frontale, attraverso il quale è possibile avviare a valle una portata bene definita stabilita in funzione della geometria dello stramazzo, in modo tale che il deflusso venga avviato all'interno di due rami distinti, costituiti da tubazioni in PEAD corrugato DN-DE 1'000 mm che lambiscono sul lato orientale l'insediamento per poi portarsi verso l'Autostrada Milano – Venezia. Il sopralluogo condotto, ha permesso di rilevare che il tratto di asta del Comizio 3° e 4° risulta costituita sezione idraulica differente, in quanto realizzata attraverso manufatti di tipologia geometrica non omogenea, ovvero in parte costituita da elementi scatolari ed in parte caratterizzata da alveo a cielo aperto culminante a monte dell'attraversamento con canale realizzato con canalina come evidenziato nella figura 14 di cui alla foto 1. Dall'analisi di rilievo

effettuata, nonché da reperimento della documentazione, non è stato possibile definire le dimensioni del manufatto sifonato di attraversamento ferroviario.



*Fig.14-Comizio 3° e 4° nel tratto attiguo al vivaio prima del tratto Sifonato;
canaletta 1500x1100 mm*

5. FINALITA' DELL'ANALISI DELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' DELLE OPERE REALIZZATE CON LA RETE IDROGRAFICA PRESENTE

Lo studio di compatibilità idraulica delle opere realizzate nei confronti del reticolo idrografico presente, si rende necessario al fine di valutare gli effetti delle opere previste all'interno dell'area individuate rispetto alla situazione preesistente, in modo particolare in riferimento a quanto contenuto nell'art.38 delle N.T.A del Piano di stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po e al contenuto della "Direttiva 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'11.05.1999 ed aggiornata con Deliberazione n. 10 del Comitato Istituzionale del 05.04.2006. Sulla base di quanto sancito dal punto 1.2 della direttiva, attraverso il quale vengono stabiliti i criteri applicabili a tutte le categorie delle opere con il quale è possibile stabilire la compatibilità delle opere realizzate nei confronti del reticolo idrografico presente. La definizione della compatibilità idraulica delle opere, viene stabilita analizzando più aspetti, in modo particolare raggruppabili in:

- E.1. Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena;
- E.2. Riduzione della capacità di invaso dell'alveo;
- E.3. Interazioni con le opere di difesa idrauliche (opere di sponda e argini) esistenti;
- E.4. Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento;
- E.5. Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo di inciso e di piena;
- E.6. Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale;
- E.7. Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Sulla base delle indicazioni fornite dalla direttiva, nonché in riferimento allo studio in esame, la valutazione della compatibilità delle opere da realizzare con l'area definita a rischio di pericolosità legato al reticolo secondario di pianura (RSP), viene estesa valutando gli effetti prodotti dal nuovo intervento nei confronti dei soli punti E.1-E.2-E.7. La valutazione del presente studio, si propone pertanto di analizzare e dimostrare che l'intervento proposto, sia tale da non portare ad una variazione del profilo inviluppo di piena e della capacità di invaso rispetto alle condizioni attuali, con lo scopo di giungere ad una valutazione del grado di sicurezza nei confronti della pericolosità di fenomeni alluvionali dovuti alla rete idrografica presente o indotti dalla presenza del nuovo insediamento.

In riferimento allo specifico studio, la valutazione della compatibilità delle opere nei confronti dell'area a vincolo di pericolosità legato al reticolo secondario di pianura (RSP), si concentra sugli apporti meteorici prodotti dal 3° e 4° Comizio, in modo tale da valutare se la sezione idrica del tratto di asta situata nella zona ove è prevista la realizzazione della nuova unità produttiva sia idonee al convogliamento della portata generata dal bacino imbrifero situato a monte. Dal sopralluogo effettuato in sito, si osserva che il tratto di canale del "Comizio" oggetto di studio, risulta costituito da una sezione idrica di diversa tipologia, ovvero costituita lungo il tratto adiacente a via Industria da un elemento scatolare a sezione rettangolare di dimensione 800x1200 mm, per poi confluire all'interno di una canaletta 1500x1100 mm posta a monte del tratto sifonato.

Analizzando la rete di convogliamento delle acque attigue al Vivaio, si rileva lungo l'asta del Comizio 3° e 4° la presenza di uno scarico delle acque fognarie depurate, provenienti dall'intera area abitata a monte delle ex S.S.1. Lo scarico a gravità delle acque fognarie provenienti dal bacino imbrifero urbano di monte, presenta scarico all'interno del Comizio 3° e 4°, in quanto unica asta caratterizzata da tragitto altimetrico in grado d'accogliere gli apporti urbani provenienti dal bacino imbrifero urbano. Proseguendo in direzione sud, a monte dell'attraversamento ferroviario Milano- Venezia, a monte del tratto sifonato, si rileva che lo scarico della canaletta avviene all'interno di una vasca costituita da uno scaricatore laterale in sponda idrografica sinistra, la cui luce di deflusso delle acque risulta variabile, regolabile attraverso una paratoia manuale, atta a regolare ed a limitare le portate a valle dell'attraversamento ferroviario. Dal sopralluogo condotto, si è riscontrato che allo stato attuale lo

scarico presente lungo via Paolo Borsellino (figura n.16), atto ad convogliare la portata convogliata dall'elemento scolmatore, risulta pressochè occluso, tale da impedire la canalizzazione dell'eccesso raggiunto in vasca lungo la direzione di scarico prevista in fase progettuale.

A valle del tratto sifonato, ovvero a sud della ferrovia, la portata canalizzata dal sifone viene immessa all'interno di un manufatto ripartitore, costituito da una vasca di "calma", munita da sfioratore frontale, attraverso il quale è possibile ottenere un controllo dei deflussi da avviare a valle avviandoli in modo diversificato all'interno di due tubazioni de diametro =1000 mm che, presentano tragitto in direzione Ovest (adiacente alla ferrovia) per poi piegare in direzione Sud all'interno del piazzale della ditta Comeca Tecnologie S.p.a, per poi seguire tragitti opposti l'una in direzione Est/Sud e l'altra in direzione Ovest/Sud (vedi figura 15). In figura 15 si evidenzia:

- la posizione dello scaricatore di piena posto a monte del tratto sifonato
- la tubazione con tragitto Ovest lungo i binari (totalmente occlusa)
- l'elemento ripartitore della portata avviata dal tratto sifonato a valle della ferrovia
- il tragitto delle due tubazioni a valle del manufatto ripartitore all'interno della proprietà Feralpi S.p.A ed Comeca Tecnologie S.p.A.

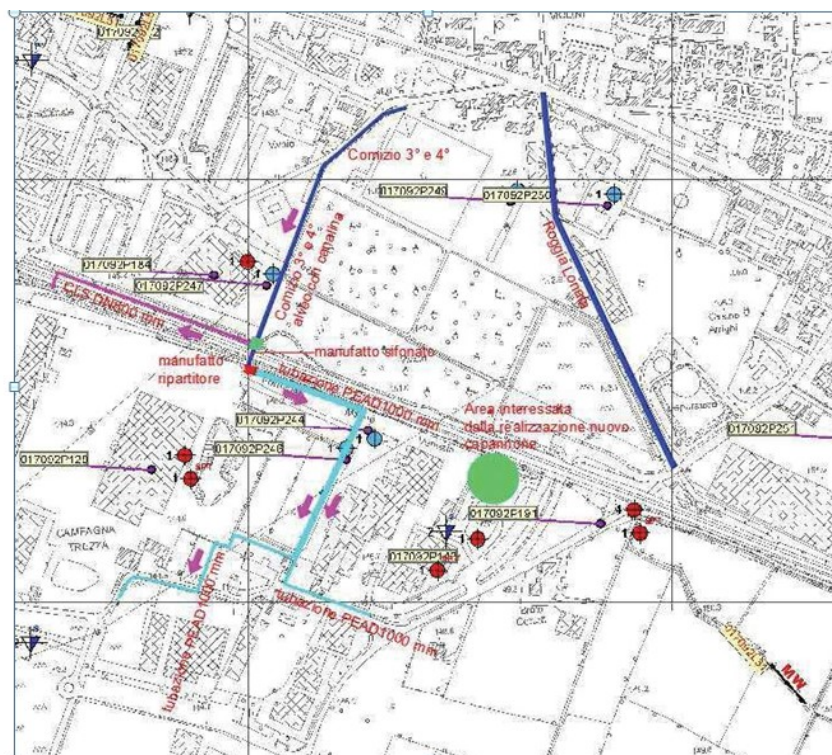


Fig.15-Tracciato delle tubazioni diam.1000 mm a valle del manufatto ripartitore presente all'interno dell'area di proprietà della ditta Feralpi S.p.a



Fig.16 - Scaricatore di piena Comizio 3° e 4° posto a monte del tratto sifonato



Fig.17 - Manufatto di attraversamento della ferrovia

6. CRITICITA' MANIFESTATA DALLA RETE IDROGRAFICA AI FINIO DELLA VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITA' DELLE NUOVE OPERE PREVISTE ALL'INTERNO DELL'AREA OGGETTO DI VARIANTE AL P.L. FERALPI - COMECA

Le criticità della rete idrografica presente nell'area interessata dal nuovo intervento, sono state riscontrate attraverso delle valutazioni oggettive e reali che hanno interessato l'area durante l'avvento di eventi meteorici critici. La memoria storica degli eventi meteorici che hanno colpito l'area oggetto di del presente studio, hanno evidenziato in particolari occasioni l'avvento di fenomeni di allagamento della via Molini, dovuti all'incapacità di trasporto del deflusso prodotto da parte del Comizio 3° e 4°. Dagli studi già presenti per la valutazione della pericolosità del reticolo secondario di pianura (RSP) dovuti alla presenza del Comizio 3° e 4°, riferendo l'attenzione in modo particolare allo studio di compatibilità idraulica condotto dall'ing. dott. Giuseppe Negrinelli ed ing. dott. Antonio di Pasquale, relativo al piano attuativo in variante Feralpi 1, si evidenzia che i fenomeni di allagamento sono da ricondurre all'apporto delle acque reflue urbane depurate al Comizio 3° e 4°, contributo che, durante l'avvento di eventi meteorici critici per l'asta, comporta un incremento di deflusso tale rendere la sezione idrica del Comizio inadeguata per il convogliamento delle acque recapitate. L'incompatibilità della sezione idrica nei confronti del deflusso da convogliare, comporta l'affermarsi di fenomeni di ruscellamento delle acque eccedenti le capacità di smaltimento della rete e pertanto alla formazione di aree con ristagno d'acqua e pertanto soggette ad inondazione. L'analisi di seguito evidenziata, si propone pertanto di analizzare se le acque di ruscellamento prodotte dal Comizio 3° e 4° nel tratto a monte dell'attraversamento ferroviario, possono formare zone di ristagno d'acqua o comunque inondazione nell'area in cui è prevista la variante al P.L. Feralpi – Comeca.

In riferimento alla conformazione morfologica del territorio lungo il quale il Comizio 3° e 4° trova il suo tragitto, si segnala che le acque di ruscellamento eccedenti la capacità della sezione idrica del Comizio, non possono trovare libero deflusso all'interno dell'area interessata dalla nuova edificazione, in quanto ostacolate dalla presenza di barriera naturale dovuta alla conformazione plano-altimetrica del territorio interessato dal fenomeno esondativo. La fuoriuscita di acqua dal sedime dell'alveo interessante il Comizio 3° e 4° nel tratto a monte dell'attraversamento ferroviario, trova contrasto e pertanto ostacolo nel suo movimento in lato sud per la presenza del rilevato della ferrovia, mentre in direzione est per la presenza della Roggia Lonata, il cui sedime è posizionato ad una quota superiore rispetto al piano di libero deflusso delle acque. La presenza dei due sbarramenti naturali, congiunta all'andamento altimetrico del terreno della zona compresa tra via Paolo Borsellino e via Molini (area del vivaio), fanno sì che le acque di ruscellamento che non trovano recapito all'interno di alcun collettore, si allontanano dall'area interessata dalla realizzazione del nuovo capannone, in direzione Ovest verso il punto del territorio maggiormente depresso (sottopasso "vecchio" di via Pasini) e pertanto con distribuzione secondo gli spartiacque morfologici naturali.

In riferimento a quanto evidenziato, stabilito che l'asta del "Comizio" 3° e 4° posta a Nord della ferrovia, risulta caratterizzata da una sezione idrica inadeguata nei confronti del deflusso da canalizzare, nonostante l'affermarsi di acque di ruscellamento, queste risultano "governate" nel loro libero deflusso dalla morfologia del territorio naturale che le allontana in direzione opposta dall'area interessata dal processo di edificazione. In riferimento alle considerazioni effettuate, constatato che la rete idrografica posta a monte dell'attraversamento ferroviario non può essere ritenuta causa di fenomeni di allagamento a valle dello stesso, l'analisi e pertanto la valutazione di possibili aree di allagamento (come indicato dalla cartografia del PGRA) deve essere condotta valutando le capacità di smaltimento e le eventuali criticità della rete delle acque meteoriche poste a valle del tratto sifonato e pertanto dopo l'attraversamento ferroviario.

L'analisi di seguito descritta, verrà pertanto condotta valutando la capacità delle rete di drenaggio presente associata all'andamento morfologico del territorio in cui esse trovano tragitto. L'analisi di seguito evidenziata si propone pertanto di analizzare il massimo deflusso convogliato dal sifone sia compatibile con le capacità di smaltimento della rete posta a valle.

7. CAPACITA' DI SMALTIMENTO DELLA RETE IDROGRAFICA PRESENTE NELL'AREA ATTIGUA ALL'AREA OGGETTO DELLA VARIANTA AL P.L. FERALPI - COMECA

Sulla base delle considerazioni effettuate precedentemente, l'analisi viene estesa sulla rete idrografica posta a valle dell'attraversamento, ovvero lungo il tracciato intubato del Comizio 3° e 4° posto internamente alla proprietà Comeca Tecnologie S.p.A. Valutato che eventuali fenomeni esondativi interessanti l'area posta a monte dell'attraversamento, non risultano interferenti con l'area interessata dalla realizzazione della nuovo stabilimento, con il presente studio, l'analisi è volta a verificare la possibilità dell'avvento di potenziali esondazioni dovute all'inadeguatezza dei manufatti canalizzatori posti al valle del tratto sifonato.

Rilevato che a valle del manufatto ripartitore di portata presente all'interno dell'area Feralpi, l'avvio della portata a valle viene garantito da due tubazioni del diametro DN 1000 mm in PEAD, con pendenza longitudinale pari all'incirca ad 0,00195 m/m, stabilita la geometria è possibile pervenire alla valutazione della massima portata convogliabile della singola condotta. Nelle pagine poste di seguito, fissato il coefficiente di scabrezza delle pareti lungo il quali avviene il moto, si rappresenta l'andamento del deflusso canalizzabile dal singolo manufatto al variare dell'altezza idrometrica raggiunta.

NATURA DELLE PARETI	γ	m
1. Pareti di cemento perfettamente lisciate o di tavole piallate o tubazioni di eternit	0,06	0,12
2. Pareti di cemento lisciate o di tavole piallate o tubazioni di acciaio senza saldatura	0,10	0,15
3. Pareti di intonaco ordinario, grès ceramico, lamiera sottile con chiodature poco sporgenti, ghisa nuova	0,16	0,20
4. Tubazioni in cem. lisciate, con diametro $> 0,40$ m, o tubazioni in lamiera con molte chiodature	0,18	—
5. Calcestruzzo piano, tubi di cem. con giunture frequenti, ghisa in servizio corrente	0,23	0,25
6. Pareti in cem. non bene lisciate, o pareti di tavole grezze, o di muratura ordinaria molto accurata, o in terra molto regolare, o tubi di ghisa in servizio da molti anni, o tubi in lamiera con moltissime chiodature	0,36	—
7. Pareti di cemento male lisciate, o di pietrame ordinario	0,46	0,55
8. Terra irregolare, calcestruzzo grezzo o vecchio, cement-gun, ghisa vecchia	0,85	0,75
9. Canali in terra con lievi depositi di sabbia sul fondo, o con pareti di muratura in cattive condizioni, o con pareti metalliche o rivestite di lamiera con chiodatura ordinaria	1,00	1,25
10. Terra a sez. irregolare con erbe sporgenti, fiumi naturali in letto regolare	1,30	1,75
11. Canali in terra in cattive condizioni, vegetazione sul fondo e sulle sponde, o depositi irregolari di massi e ghiaia .	1,75	2,50
12. Canali di terra in abbandono, con sezione quasi interamente ostruita dalla vegetazione, o corsi naturali con alveo in ghiaia	2,30	3,00

Fig.18-Coefficienti della formula di Bazin e Coefficiente “m” della formula di Kutter

Adottando un coefficiente di scabrezza pari ad $m=0,15$ si ha che la massima portata convogliabile dal singolo collettore vale:

d	0,85	DIAMETRO [m]
p	0%	Pendenza
m	0,15	Coeff. di scabrosità di Kutter

Fig.19-Caratteristiche della sezione del collettore

h [m]	Q[m ³ /sec]
0,04	0,004
0,09	0,019
0,13	0,044
0,17	0,079
0,21	0,123
0,26	0,175
0,30	0,234
0,34	0,298
0,38	0,367
0,43	0,440
0,47	0,514
0,51	0,588
0,55	0,661
0,60	0,730
0,64	0,795
0,68	0,852
0,73	0,898
0,77	0,930
0,81	0,939
0,85	0,880

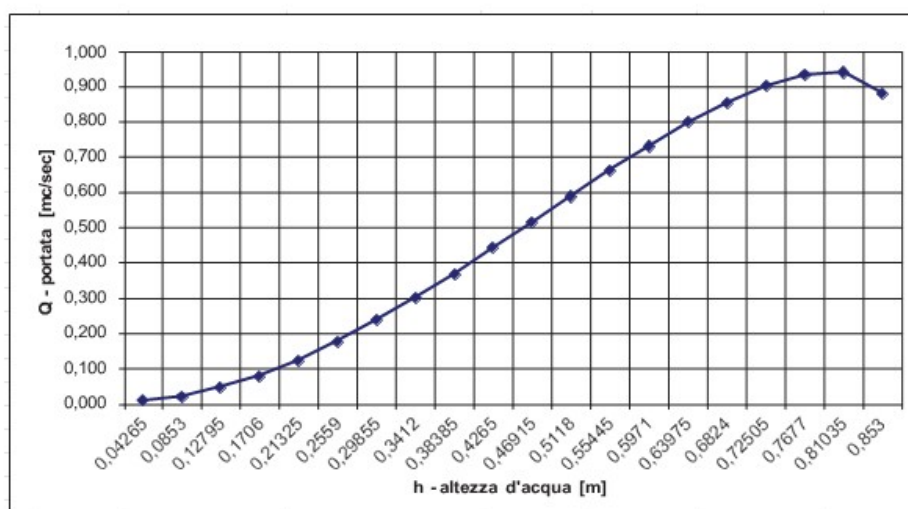


Fig.20-Scala delle portate

Dall'analisi svolta si osserva che la massima portata convogliabile dalla singola tubazione vale $Q=880$ l/s e pertanto la massima portata avviata a valle dell'elemento ripartitore vale $Q=1.760,00$ l/s= $1,76$ m³/s

8. ANALISI DELLE PIOGGE INTESE DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Un passo fondamentale dell'analisi idrologica per la stima della portata critica consiste nella determinazione delle curve di possibilità pluviometrica medie puntuali del bacino. L'operazione deve essere condotta in modi differenti a seconda delle informazioni disponibili. Se all'interno dell'area d'interesse del bacino cadono più stazioni pluviometriche o pluviografiche appare ragionevole fare riferimento ai metodi che stimano tale curva come media spaziale dei valori determinati per le singole stazioni pluviografiche. Quando invece, come accade in questo caso, nel bacino non ricade nessuna stazione di misura, un modo più articolato per la determinazione delle curve di possibilità climatica è quello di fare riferimento a tutte le stazioni circostanti valutando in tale modo per l'area d'interesse delle curve ottenute dalla media pesata di quelle delle stazioni prese in esame. Per curva caratteristica di possibilità pluviometrica si intende la relazione tra l'altezza di pioggia, h , caduta nella generica durata, " d ", e il tempo di ritorno, " T ", della stessa; tempo definito come il numero medio di anni in cui " h ", nella durata " d " viene superata in media una sola volta. La sua espressione per campi di durate abbastanza

ampi, può essere rappresentata da relazioni del tipo

$$h(d,T)=aT d^n \quad (8.1)$$

dove aT [mm/h n] rappresenta la pioggia oraria di tempo di ritorno T ed n è un esponenziale di scala. Le piogge massime annuali che si verificano in una data località per un assegnata durata, date le loro caratteristiche di variabilità, possono essere assimilate a una variabile aleatoria. Della variabile aleatoria disponendo di una serie di osservazioni è possibile definire la distribuzione di probabilità " $P(h)$ ", la quale è legata al tempo di ritorno dalla relazione:

$$T(h)=1/[1-P(h)] \quad (8.2)$$

ove P è la probabilità di non superamento.

Disponendo in una serie di osservazioni, di massimo annuale, h , dell'altezza di precipitazione con durata " d ", scelta un tipo di legge probabilistica che si presta bene a interpolare le osservazioni è possibile pervenire alla determinazione del quantile $h(d)$. La distribuzione di probabilità scelta in questo particolare caso è la distribuzione a due parametri di Gumbel definita dalla relazione:

$$P(h)=\exp(-\exp(-y)) \quad (8.3) \text{ dove } y \text{ è la variabile ridotta tale per cui:}$$

$$y = \alpha_d (h - u_d) \quad (8.4)$$

dalla quale si consta che per definire la probabilità di non superamento di un evento è necessario stimare i parametri " α_d ", " u_d ". Stimando i parametri ad esempio con il metodo dei momenti (si considera la media, " μ ", e la deviazione standard, " σ "), supponendo che la media e lo scarto della popolazione coincidano con la media " $m(h)$ " e lo scarto " $s(h)$ " del campione delle osservazioni si determinano i quantili d'altezza di precipitazione a tempo di ritorno assegnato:

dove:

$$h(d)= u_d - 1/(\alpha_d) \ln \ln(T/(T-1)) \quad (8.5)$$

dove:

$$\alpha_d = 1,283/\sigma u_d$$

$$= \mu - 0,45\sigma$$

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori dei parametri sopra definiti al variare della durata dell'evento per la stazione di riferimento, sulla base dei valori d'altezza di precipitazione massima registrata alle diverse durate. Stimati i parametri attraverso i metodi sopra definiti, nella progettazione di un sistema idraulico complesso, o di una semplice struttura, occorre fare una scelta circa il "grado di rischio" che si vuol conseguire per l'opera da realizzare, questo implica nel caso delle portate critiche e quindi delle piogge che le generano la scelta di un tempo di una probabilità, "P" e quindi di un tempo di ritorno "T". La determinazione delle curve di possibilità pluviometrica è stata calcolata attraverso i dati stabiliti dall'agenzia regionale per la protezione dell'ambiente (ARPA)

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	27.26
N - Coefficiente di scala	0.2673
GEV - parametro alpha	0.2734
GEV - parametro kappa	-0.0408
GEV - parametro epsilon	0.8306

Fig.21-Coefficienti impiegati per la determinazione della curve di possibilità pluviometrica

Tr	2	5	10	20	50	100	200
wT	0,93088	1,24194	1,44868	1,64759	1,90593	2,10016	2,29423

Fig.22-Parametri per la formulazione analitica delle curve di possibilità pluviometrica

Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	25.4	34.2	40.2	46.2	54.2	60.3	66.7
2	30.6	41.1	48.4	55.6	65.2	72.6	80.3
3	34.1	45.8	53.9	61.9	72.7	81	89.5
4	36.8	49.5	58.2	66.9	78.5	87.4	96.6
5	39	52.5	61.8	71	83.3	92.8	102.6
6	41	55.2	64.9	74.5	87.4	97.4	107.7
7	42.7	57.5	67.6	77.7	91.1	101.5	112.2
8	44.3	59.6	70.1	80.5	94.4	105.2	116.3
9	45.7	61.5	72.3	83.1	97.4	108.6	120
10	47	63.2	74.4	85.4	100.2	111.7	123.4

Fig.23-Altezza di precipitazione calcolata al variare della durata dell'evento e del tempo ritorno considerato

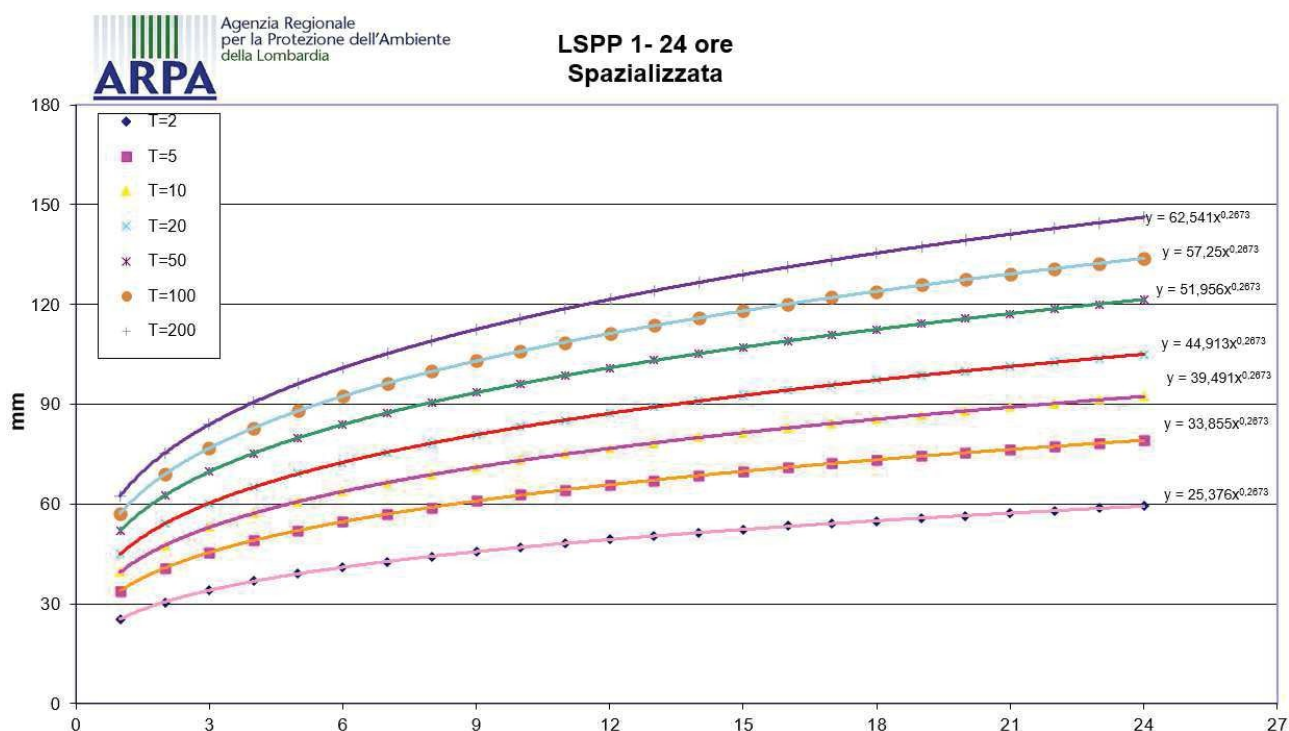


Fig.24-Curve di possibilità pluviometrica

9. VALUTAZIONE DEL DEFLUSSO AVVIATO ALLA RETE DI COLLETTAMENTO POSTA A VALLE DELL'ATTRAVERSAMENTO FERROVIARIO

In riferimento alle considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti, si evince che i fenomeni di allagamento che possono interessare l'area posta a monte dell'attraversamento ferroviario, risultano influenti nei confronti di possibili allagamenti dell'area oggetto di intervento. Accertato che l'incapacità di drenaggio delle acque attraverso il tratto sifonato, può portare a rigurgiti della corrente a monte dell'attraversamento con allagamento delle sole aree poste a monte della ferrovia, l'elemento critico d'analizzare per l'eventuale spaglio di acqua nell'area circostante, può essere rappresentato dall'elemento ripartitore di portata posto a valle dell'attraversamento ferroviario, ovvero dal manufatto costituito da una vasca di "calma" con sfioratore frontale atto a convogliare il deflusso proveniente dal tratto sifonato all'interno di due tubazioni in PEAD (vedi fotografie di figura 25 e 26). Nella figura 25 si evidenzia lo sfioratore frontale attraverso il quale viene avviata a valle una portata specifica variabile in funzione dell'altezza della lamina di acqua raggiunta sopra lo stramazzo, il cui livello risulta regolato da una vasca di calma posta a monte dello sfioratore (vedi figura 26), posta a valle del

tratto sifonato. La variazione del livello idrometrico raggiunto all'interno della vasca, è determinato dalla quantità di acqua in arrivo dal sifone e pertanto regolata dalla massima capacità di deflusso del manufatto sifonato.



Fig.25-Foto n.4- Manufatto ripartitore di portata presente all'interno della proprietà Feralpi S.p.A

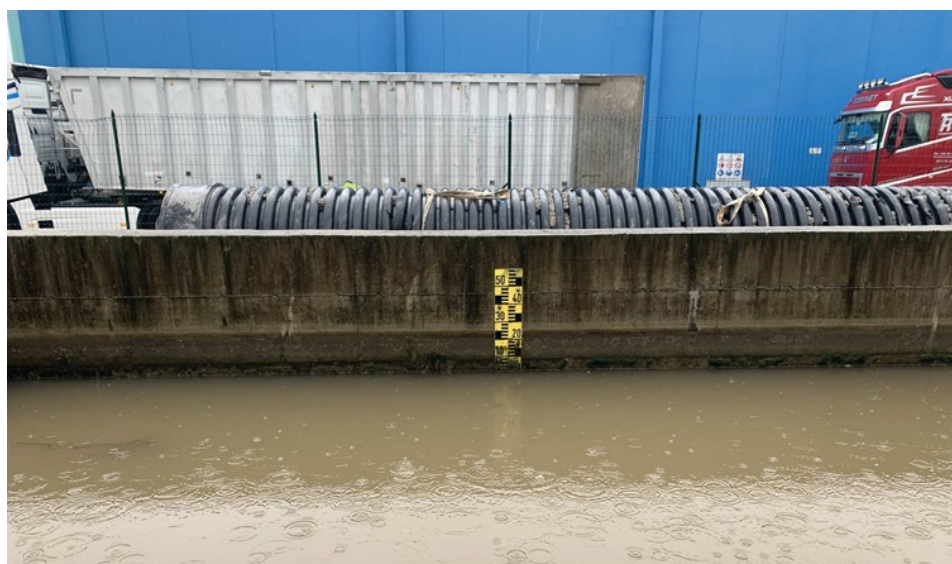


Fig.26-Foto n.5- Asta idrometrica posizionata a monte dello sfioratore con zero idrometrico posto all'estradosso della soglia sfiorante

Il mancato reperimento delle dimensioni del manufatto sifonato, non ha permesso di determinare la sua massima capacità di deflusso, non permettendo pertanto di verificare se i manufatti posti a valle dello stesso siano idonei al convogliamento della massima portata convogliata dal sifone. La presenza di un asta idrometrica all'interno della vasca di calma, ci consente di valutare le portate avviate dallo sfioratore. In funzione della memoria storica del personale gestore dei manufatti presenti, nonché in riferimento alla fotografia di fig.26, si è rilevato che il livello raggiunto all'interno della vasca di calma, ha mantenuto livelli pressochè costanti con ciclicità frequente nell'intorno dei 25 cm a partire dallo zero idrometrico e pertanto dalla sommità dello stramazzo.

In suddette ipotesi di calcolo, considerando tale escursione massima, il deflusso avviato dallo sfioratore ai manufatti di valle, risulta essere pari ad $Q_{sfioro}=639,37$ l/s e pertanto inferiore rispetto alle reali capacità di drenaggio dei collettori (DN1000 mm)



Fig.27-Deflusso avviato a valle dalla soglia sfiorante nelle condizioni di altezza del fluido indisturbato pari a $H=25$ cm (livello idrometrico raggiunto in vasca con ciclicità frequente)

L'avvio del deflusso proveniente dallo sfioratore, viene avviato alle tubazioni di valle attraverso un pozzetto di salto tale da garantire disconnessione idraulica tra la soglia sfiorante e manufatti canalizzatori, in modo tale da evitare interferenze nel processo di sfioro, mantenendolo indisturbato. La presenza della disconnessione idraulica dei manufatti (sfioro/tubazioni), consente pertanto di evitare fenomeni di rigurgito all'interno della vasca di "calma" che possono portare ad incrementi del livello idrometrico in vasca tali da:

- avviare una portata allo sfioro superiore rispetto alle capacità delle tubazioni presenti a valle (DN1000 mm)
- portare alla fuoriuscita di acqua dalla vasca a seguito di incrementi di battente non più contenuto all'interno delle pareti del manufatto

Dalla memoria storica rivendicata dalla proprietà, nonché dal personale dipendente dello stabilimento, è stato

confermato che non si è mai assistito a fenomeni di spaglio d'acqua nell'area attigua al manufatto ripartitore ed in generale a fenomeni di allagamento dell'area occupata dallo stabilimento, avvalorando l'ipotesi che nel periodo di vita del manufatto il sistema di convogliamento delle acque posto a valle dell'attraversamento ferroviario ha garantito l'avvio dei deflussi a valle della proprietà Feralpi S.p.A, in modo ordinato ed indisturbato, senza formazioni di allagamenti localizzati od estesi nell'area interessata dal tragitto dei due collettori e pertanto all'interno dell'area interessata dalla realizzazione della nuova unità produttiva.

In riferimento a studi già condotti per l'area in esame si è rilevato che la massima portata ammissibile transitante presso il sifone risulta pari ad 1,74 m³/s e pertanto compatibile con le reali capacità di convogliamento dello 2 tubazioni poste a valle dello sfioro (DN1000 mm, portata massima convogliata $Q_{\text{collettori}} = 880 \text{ l/s} \times 2 = 1760 \text{ l/s} = 1,76 \text{ m}^3/\text{s} > 1,74 \text{ m}^3/\text{s}$).

Stabilito sulla base di precedenti studi il deflusso massimo in arrivo alla vasca di "calma", rilevata

l'adeguatezza delle tubazioni a valle dell'elemento ripartitore nei confronti della portata da canalizzare, rimane da verificare il massimo livello idrometrico raggiunto all'interno della vasca posta a monte dello sfioratore nella condizione di massima portata in ingresso ($Q = 1,74 \text{ m}^3/\text{s}$).

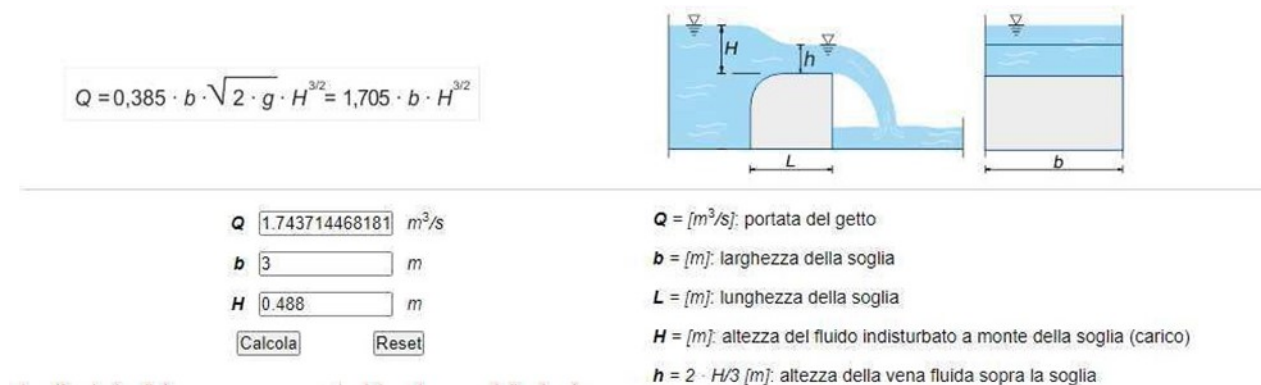


Fig.28-Altezza del massimo livello idrometrico pari a $H=0,488 \text{ m}$ raggiunto in vasca nella condizione di massima portata in entrata al sistema

Dal rilievo effettuato in sito, si è rilevato che l'altezza delle pareti dell'elemento ripartitore di portata risultano caratterizzate da un'altezza pari ad $h=77,0 \text{ cm}$ a partire dall'estradosso della soglia sfiorante che pertanto garantiscono il contenimento della massima portata in ingresso al manufatto ($h=77 \text{ cm} > 48,8 \text{ cm}$)

10. CONCLUSIONI

Dalle considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti, si è segnalato che la presenza di eventuali allagamenti dovuti all'incapacità della sezione idrica nei confronti del deflusso da convogliare, comportano acque di ruscellamento con moto lungo un tragitto indotto dal bacino imbrifero naturale che, a causa della presenza in rilevato della Roggia Lonata e della ferrovia, costituisce barriera naturale al libero scarico di suddette acque nell'area interessata dal presente progetto. L'analisi effettuata nei confronti della rete a valle dello sbarramento naturale (attraversamento ferroviario), ha portato a segnalare che la rete di smaltimento presente risulta idonea al convogliamento della massima portata avviata dal sifone $Q=1,74 \text{ m}^3/\text{s}$ (capacità delle tubazioni $Q=1,76 \text{ m}^3/\text{s}$) con leggero margine tale da consentire eventuali deflussi in ingresso ad esse, dovuti alla presenza di caditoie collocate all'interno del piazzale Comeca Tecnologie S.p.A.

La presenza di uno stramazzone realizzato all'interno di una vasca di "calma" con pareti di altezza $h=77,0 \text{ cm}$ dall'estradosso della soglia sfiorante, ha comportato la necessità di riscontrare se in condizioni di massimo deflusso in ingresso alla vasca, queste risultano idonee al contenimento della massima escursione idrometrica indotta da un deflusso di $1,74 \text{ m}^3/\text{s}$.

Come evidenziato nel calcolo di figura 28, il massimo livello idrometrico raggiunto in vasca risulta tale da essere contenuto all'interno di essa ($hidromax=0,488\text{m}<0,77 \text{ m}$) e pertanto idoneo atto ad evitare spagli di acqua nelle aree circostanti.

In riferimento all'analisi condotta, si segnala che la realizzazione del nuovo intervento, non determina interferenza con la rete idrografica presente, garantendo il mantenimento del profilo di piena della stessa senza riduzione della capacità di invaso dell'alveo. Sulla base di quanto verificato, si è pertanto potuto stabilire che la realizzazione del nuovo progetto consente di mantenere inalterate le condizioni di sicurezza preesistenti rispetto alla piena ed al libero deflusso delle acque. La presenza della rete idrografica nella zona interessata dall'intervento come evidenziato nei paragrafi precedenti, non comporta pregiudizio nei confronti del progetto che si intende realizzare, in quanto non si rileva per l'area di interesse pericolo di avvento di fenomeni alluvionali. In riferimento a quanto definito, con il presente studio si dichiara la compatibilità del progetto con il vincolo di pericolosità legato al reticolo secondario di pianura (RSP, allegato A al punto 3.3.3 terzo capoverso D.G.R 19/06/2017 N.X/6738).



Brescia (BS), Marzo 2026

