

# STUDIOCARPI

STUDIO TECNICO ASSOCIATO

geom. Marco Magni - geom. Ennio Sgarbi - geom. Fabio Alberici

Idraulica e Idrologia

Ing. Alberto Biondini - via Emilia Est 985 - 41122 Modena  
tel. 059-221680 mob. 335-6826473 e-mail: alberto.biondini@fastwebnet.it

Corso Alberto Pio n. 59, 41012 Carpi (MO) · TEL. 059643727 · WEB www.studiocarpi-sta.it · EMAIL info@studiocarpi-sta.it · P.I. 01686960368

prot.  14/2022	comune <b>Carpi</b>  prov. <b>Modena</b>
----------------------	--

committente	<b>Azienda Agricola QUERCETA S.r.l. DENIMMOBILIARE S.r.l. A.I.MO Acetifici Italiani Modena S.r.l.</b>
-------------	---

descrizione	<b>PROGETTO per la realizzazione di un fabbricato industriale, completamento di viabilità privata interna e modifica a accesso carraio da realizzare a Carpi, in corrispondenza delle Vie Carrobbio e S.P. 468 per Correggio</b>
-------------	--

oggetto	<b>INTERVENTO 01</b>  <b>RELAZIONE IDRAULICA</b>				
foglio	<b>166</b>	part.	<b>164</b>	sub.	

cod.	tipologia	revisione	data	descrizione
C	P. Ese	0	12-05-2022	Emissione

scala
-------

tav.
------

il tecnico  
---

## SOMMARIO

<b>1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Inquadramento territoriale.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Area oggetto di studio .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Normativa ed Enti di riferimento .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>PGRA, PAI, APSFR Direttiva Alluvioni del Distretto del fiume Po.....</b>	<b>8</b>
3.1.1	Mappe della pericolosità.....	9
3.1.2	Mappe del rischio potenziale.....	12
3.1.3	Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR) .....	15
<b>3.2</b>	<b>PTCP – Provincia di Modena .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3</b>	<b>Consorzio di Bonifica dell’Emilia Centrale.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4</b>	<b>AIMAG S.p.A. ....</b>	<b>18</b>
<b>3.5</b>	<b>NTA – Comune di Carpi .....</b>	<b>19</b>
<b>4.</b>	<b>Intervento di progetto .....</b>	<b>20</b>
<b>5.</b>	<b>Compatibilità idraulica dell’intervento.....</b>	<b>21</b>
<b>6.</b>	<b>Invarianza idraulica .....</b>	<b>23</b>
<b>6.1</b>	<b>Idrologia del comparto.....</b>	<b>23</b>
<b>6.2</b>	<b>Dimensionamento del volume di laminazione .....</b>	<b>25</b>
<b>6.3</b>	<b>Dimensionamento della bocca tarata .....</b>	<b>28</b>
<b>7.</b>	<b>Conclusioni.....</b>	<b>29</b>

## 1. PREMESSA

---

Su incarico della proprietà ed in accordo con lo Studio Tecnico Associato STUDIOCARPI si redige la presente Relazione Idraulica inerente l'intervento di costruzione di un fabbricato ad uso deposito, finalizzato all'ampliamento del complesso agroalimentare "AIMO" e la delocalizzazione delle superfici esistenti in altro comparto.

Tale edificio si configura come ampliamento dello stabilimento agroalimentare realizzato nel contesto del Comparto P.P.15, consentendo lo stoccaggio di tutti i coadiuvanti e dei prodotti finiti delle lavorazioni.

L'edificio sarà realizzato in struttura prefabbricata, dotato sul lato sud di bocche di carico per lo smistamento delle merci da e sui mezzi di trasporto, e di tutte le necessarie aperture propedeutiche al suo corretto utilizzo.

Verrà realizzata un'ampia zona carrabile realizzata con pavimentazione industriale in cls, che consentirà ampia manovra ai mezzi pesanti e inoltre, previa la demolizione della recinzione posta sul lato nord del Comparto P.P. 15, si metteranno in diretta comunicazione i due edifici creando un unico polo produttivo.

La presente relazione è conforme a quanto prescritto dalla Delibera Regionale GPG/2016/1405 del 01/08/2016 "*Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni con particolare riguardo alla pianificazione di emergenza, territoriale ed urbanistica, ai sensi dell'art. 58 dell'Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 dell'Elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del "Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta)*", adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po, con deliberazione n. 5 del 17/12/2015.

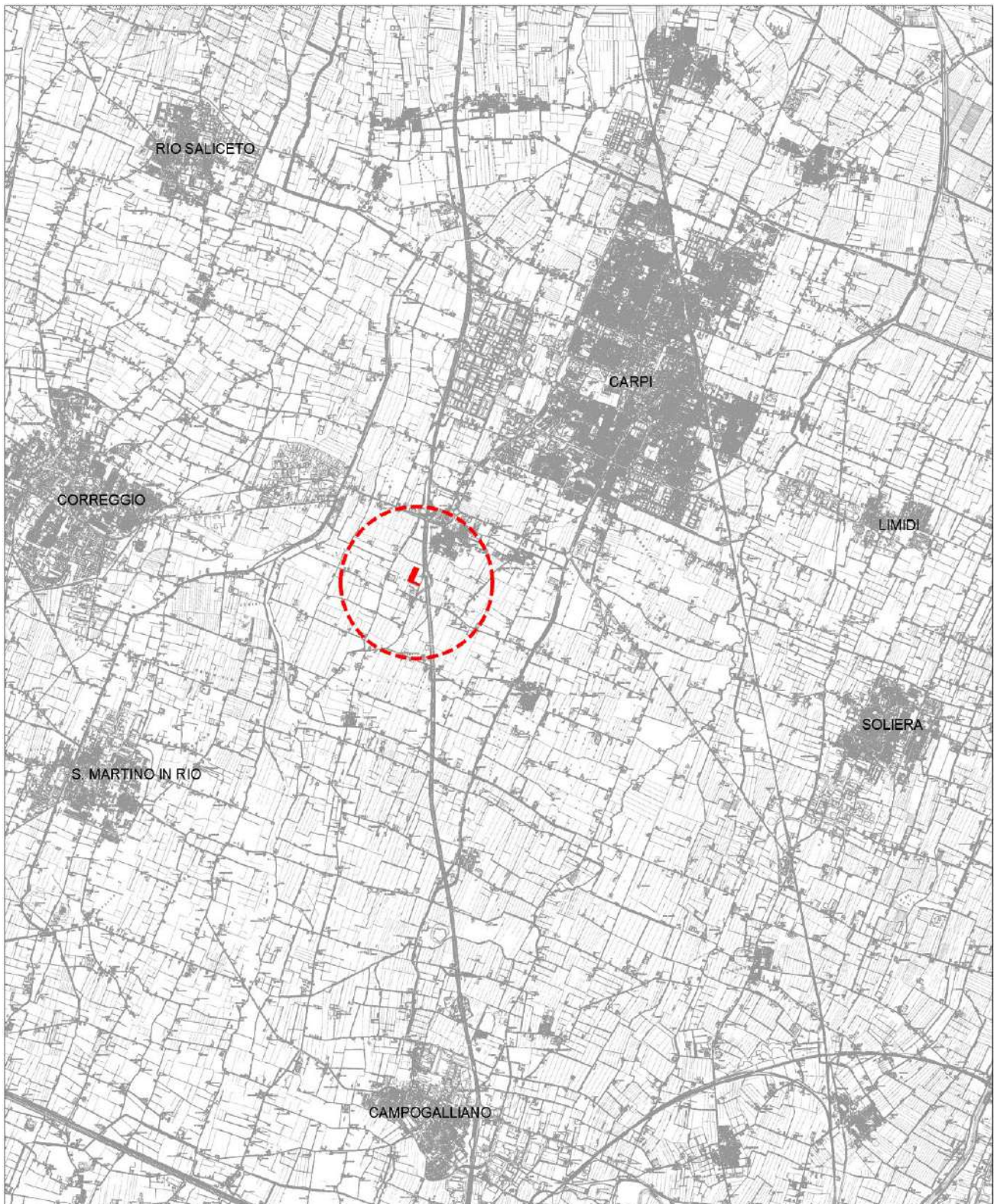
## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

---

### 2.1 Area oggetto di studio

L'area è posta a Sud Ovest della Città di Carpi, in adiacenza all'Autostrada Modena-Brennero, in corrispondenza delle Vie Carrobbio e S.P. 468 per Correggio, in località Santa Croce.

Si riporta il sito nella cartografia CTR 1:10.000 (Fig. 1) e 1:5.000 (Fig. 2), ove risulta baricentrico rispetto ai centri abitati di Carpi, Correggio, Soliera e S. Martino in Rio. Si riporta inoltre nella ortofoto in alta definizione ricavata dal Geoportale della Regione Emilia Romagna (Fig. 3), e nella planimetria catastale (Fig. 4).



**Fig. 1** Area di intervento. Corografia CTR 1:10.000 (fuori scala).





Fig. 2 Area di intervento. Carta Tecnica Regionale CTR 1:5.000 – stralcio (fuori scala).





**Fig. 3** Area di intervento. Ortofoto (Geoportale Regione Emilia Romagna)

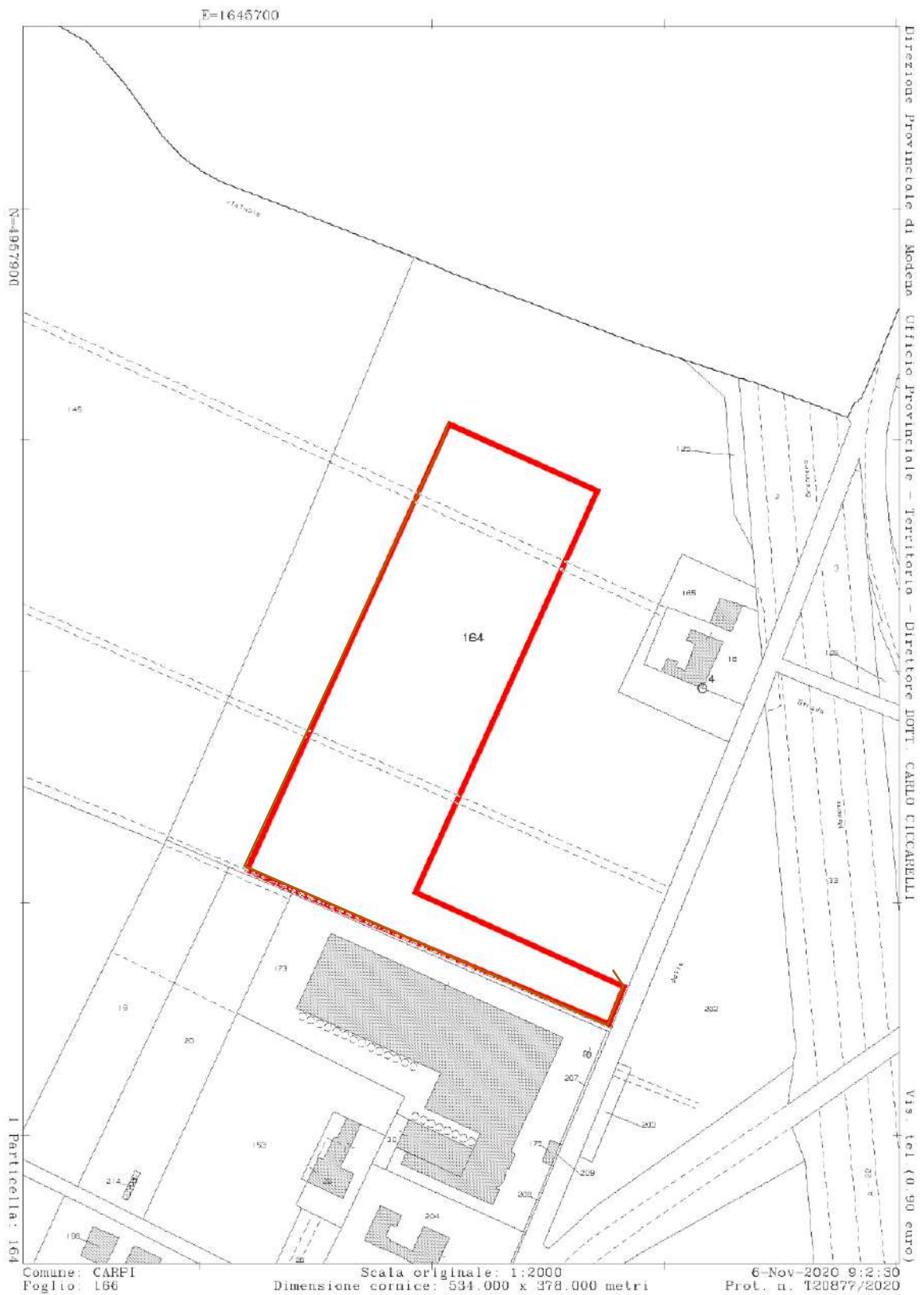


Fig. 4 Area di intervento. Planimetria catastale (fuori scala)

### 3. NORMATIVA ED ENTI DI RIFERIMENTO

---

#### 3.1 PGRA, PAI, APSFR Direttiva Alluvioni del Distretto del fiume Po

Si fa riferimento alla Direttiva europea 2007/60/CE, recepita in Italia con D.Lgs. 49/2010 con l'avvio di una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni.

In base a quanto disposto dal citato D.Lgs. 49/2010 viene predisposto il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della vita e salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale, delle attività economiche e delle infrastrutture strategiche.

Il PGRA alla scala di intero distretto agisce in sinergia con i Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) vigenti ed ha valore di piano sovraordinato rispetto alla pianificazione territoriale e urbanistica.

Il primo ciclo di pianificazione si è concluso nel 2016 quando sono stati definitivamente approvati i PGRA, che hanno svolto la loro efficacia nel periodo 2016 – 2021.

Il secondo ciclo di pianificazione si è concluso il 20 dicembre 2021 con l'adozione della Delibera n. 5/2021 da parte della Conferenza Istituzionale Permanente della Autorità di bacino distrettuale del fiume Po e la Delibera n. 27/2021 della Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale (pubblicate sulla GU n.23 del 29-01-2022).

Tale aggiornamento consegue:

- alla definizione delle Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR) effettuata in sede di Valutazione preliminare (fase 1 - dicembre 2018),
- all'aggiornamento delle mappe di pericolosità e rischio di alluvioni (fase 2 - dicembre 2019),
- all'adozione del Progetto di aggiornamento del PGRA (dicembre 2020) funzionale a consentire la fase di partecipazione pubblica che si è svolta da dicembre 2020 a giugno 2021 e alla successiva adozione dei Piani (fase 3 - dicembre 2021).

Lo strumento per la valutazione e la gestione del rischio è rappresentato dalle *mappe della pericolosità* e del rischio di alluvioni (art. 6 D.Lgs. 49/2010 e art. 6 Dir. 2007/60/CE) che riportano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, con riferimento a tre scenari (alluvioni rare, poco frequenti e frequenti) distinti con tonalità di blu, la cui intensità diminuisce in rapporto alla diminuzione della frequenza di allagamento.

Le *mappe della pericolosità* riportano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali), dal mare e dai laghi, con riferimento a tre scenari:

1- frequente (blu scuro); 2 - poco frequente (azzurro), 3 – Raro (azzurro chiaro).



Le mappe del rischio segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) e il corrispondente livello di rischio, distinto in 4 classi rappresentate mediante colori:

giallo (R1-Rischio moderato o nullo), arancione (R2- Rischio medio), rosso (R3-Rischio elevato), viola (R4- Rischio molto elevato).

Nelle seguito verrà ubicata a scala maggiore, all'interno delle mappe tematiche descritte, l'area di intervento per cui sarà possibile una classificazione puntuale dei relativi pericolosità idraulica e rischio idraulico.

### 3.1.1 Mappe della pericolosità

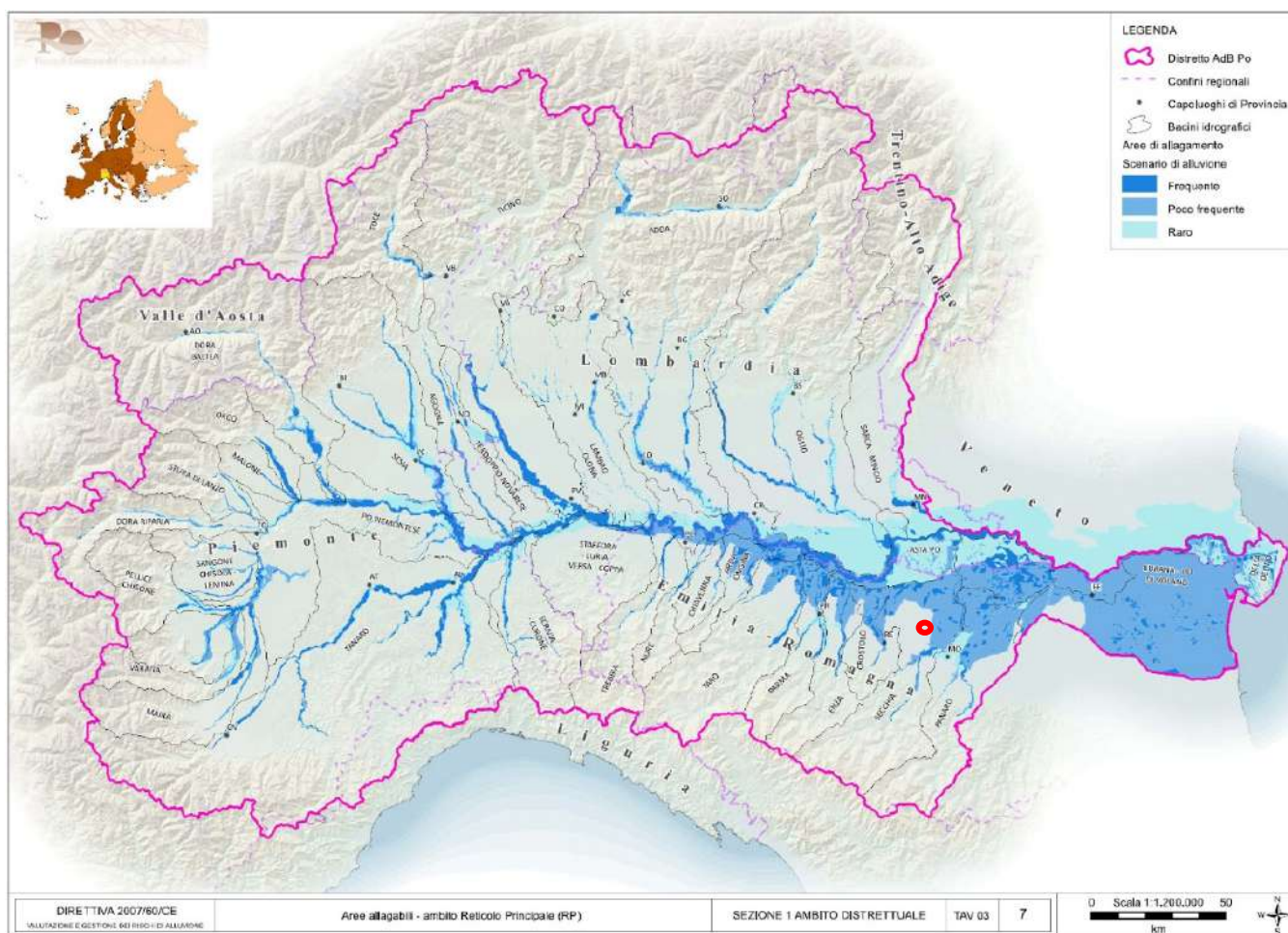


Fig. 5 Pericolosità da alluvione complessiva nel distretto padano.<sup>1</sup> ● Area di intervento

<sup>1</sup> “PROGETTO DI PIANO PER LA VALUTAZIONE E LA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI” – Atlante – Allegato 7



Secondo la “Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti” del “Piano di Gestione del Rischio Alluvioni” (PGRA), l’area interessata dall’intervento di progetto è soggetta a possibili eventi alluvionali con le seguenti previsioni di pericolosità/probabilità e contenuta nelle tavole 201NE – CARPI, sia per quanto riguarda il reticolo principale (RP) che il reticolo secondario di pianura (RSP):

201NE - CARPI

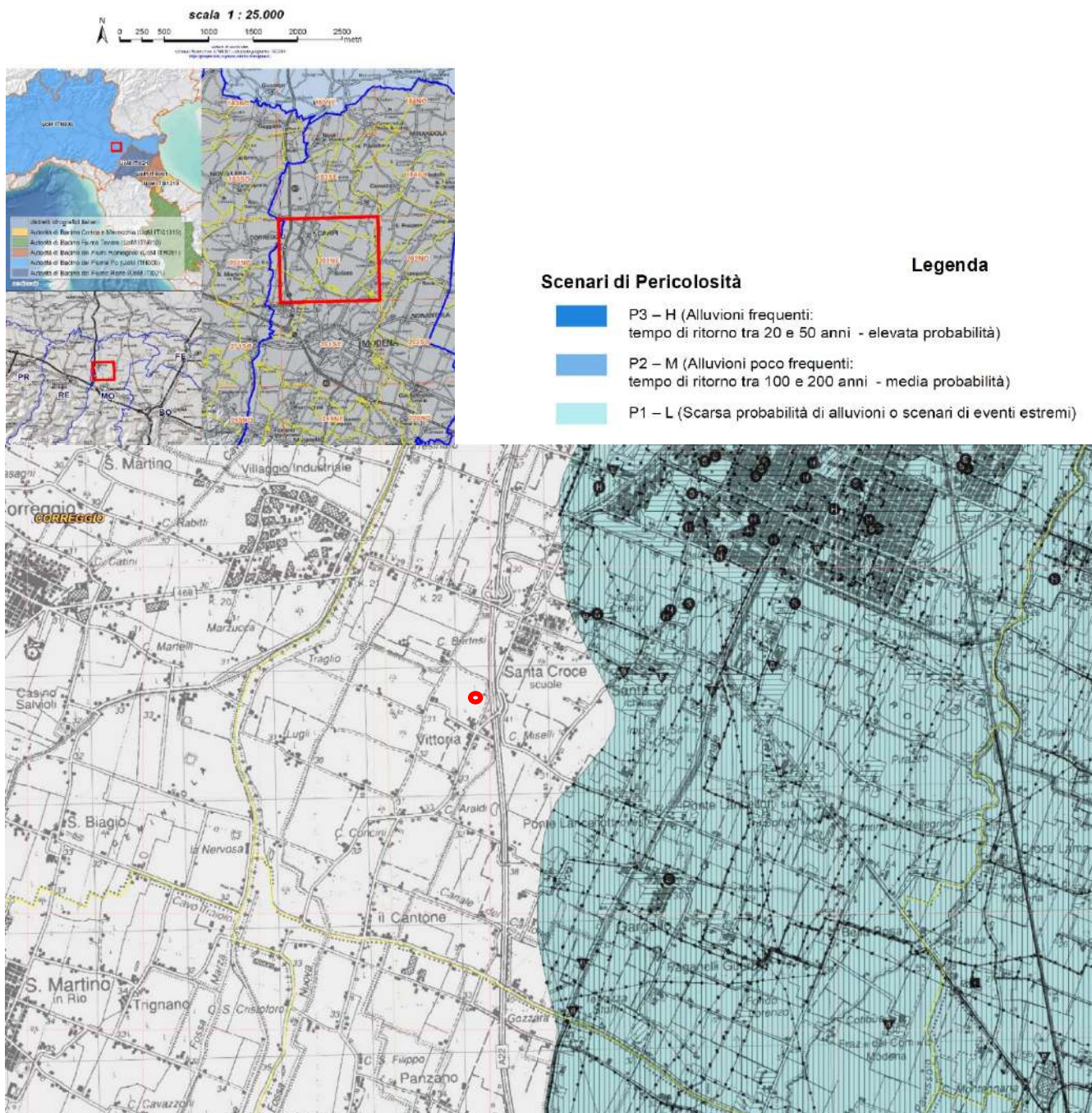


Fig. 6 Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti – Reticolo naturale principale (stralcio)

● Area di intervento: non esposta



201NE - CARPI

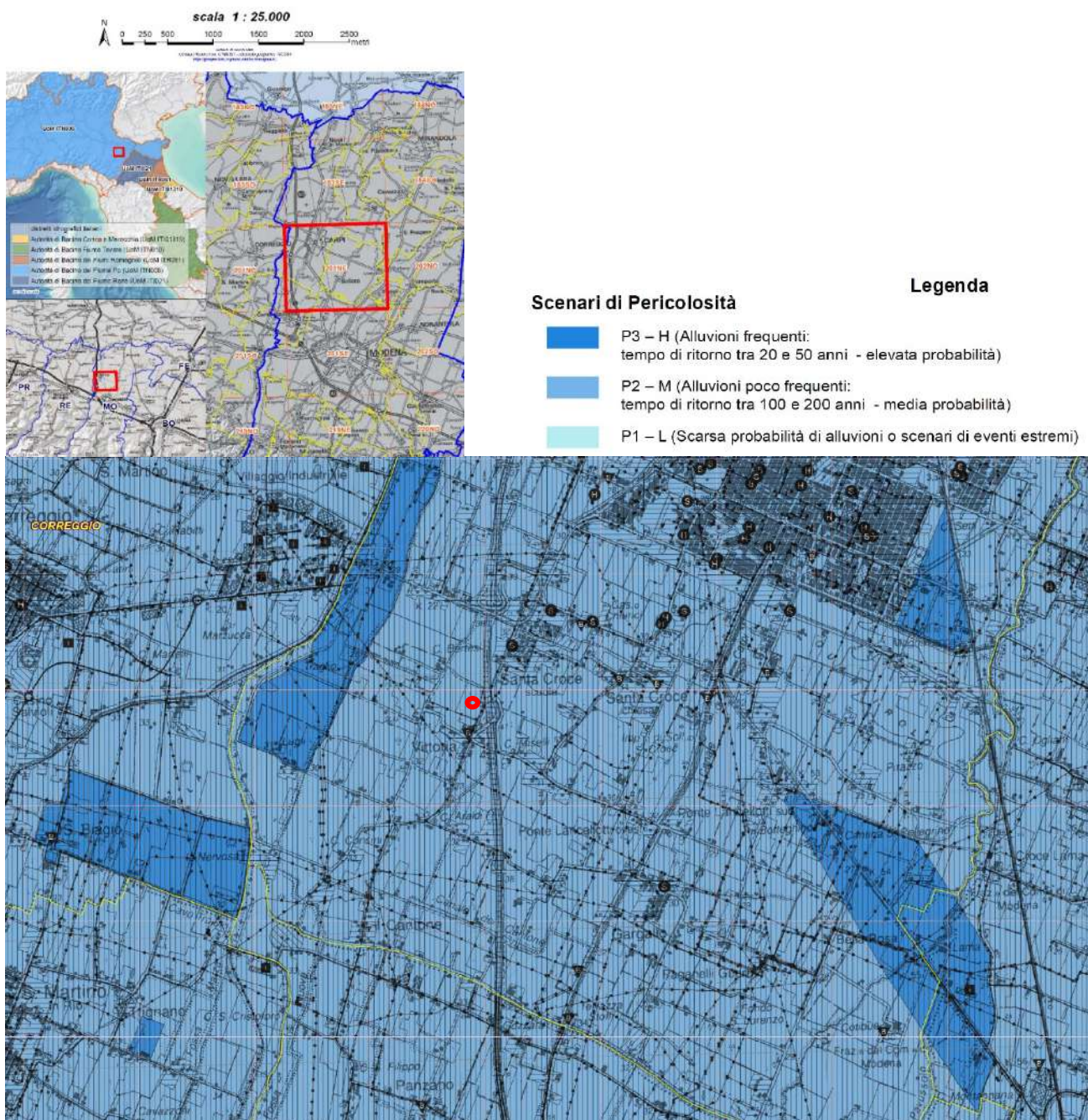


Fig. 7 Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti – Reticolo secondario di pianura (stralcio)

● Area di intervento: zona P2-M tempo di ritorno 100-200 anni, media probabilità

Risulta dunque che:

- Per quanto riguarda il reticolo principale (Fiumi Secchia e Panaro) l'area in studio è all'esterno delle aree potenzialmente allagabili;
- Per quanto riguarda il reticolo secondario di pianura (prevalentemente canali del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale) l'area ricade nella zona P2-M, alluvioni poco frequenti con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni, media probabilità.



### 3.1.2 Mappe del rischio potenziale

In merito al rischio potenziale **R** occorre rilevare che è il risultato della combinazione di diversi fattori, concettualmente espressa dalla formula:

$$R = P \times E \times V \text{ o } R = P \times Dp$$

dove

**P** (pericolosità): probabilità di accadimento, all'interno di una certa area e in un certo intervallo di tempo, di un fenomeno naturale di assegnata intensità.

**E** (elementi esposti): persone e/o beni (abitazioni, strutture, infrastrutture, ecc.) e/o attività (economiche, sociali, ecc.) esposte ad un evento naturale.

**V** (vulnerabilità): grado di capacità (o incapacità) di un sistema/elemento a resistere all'evento

**Dp** (danno potenziale): grado di perdita prevedibile a seguito di un fenomeno naturale di data intensità, funzione sia del valore che della vulnerabilità dell'elemento esposto.

**R** (rischio): numero atteso di vittime, persone ferite, danni a proprietà, beni culturali e ambientali, distruzione o interruzione di attività economiche, in conseguenza di un fenomeno naturale di assegnata intensità.

Sempre nel PGRA, per l'area interessata dall'intervento in progetto, la “Mappa del rischio potenziale” per il Reticolo naturale principale e per il Reticolo Secondario di Pianura è riportato nelle tavole successive:

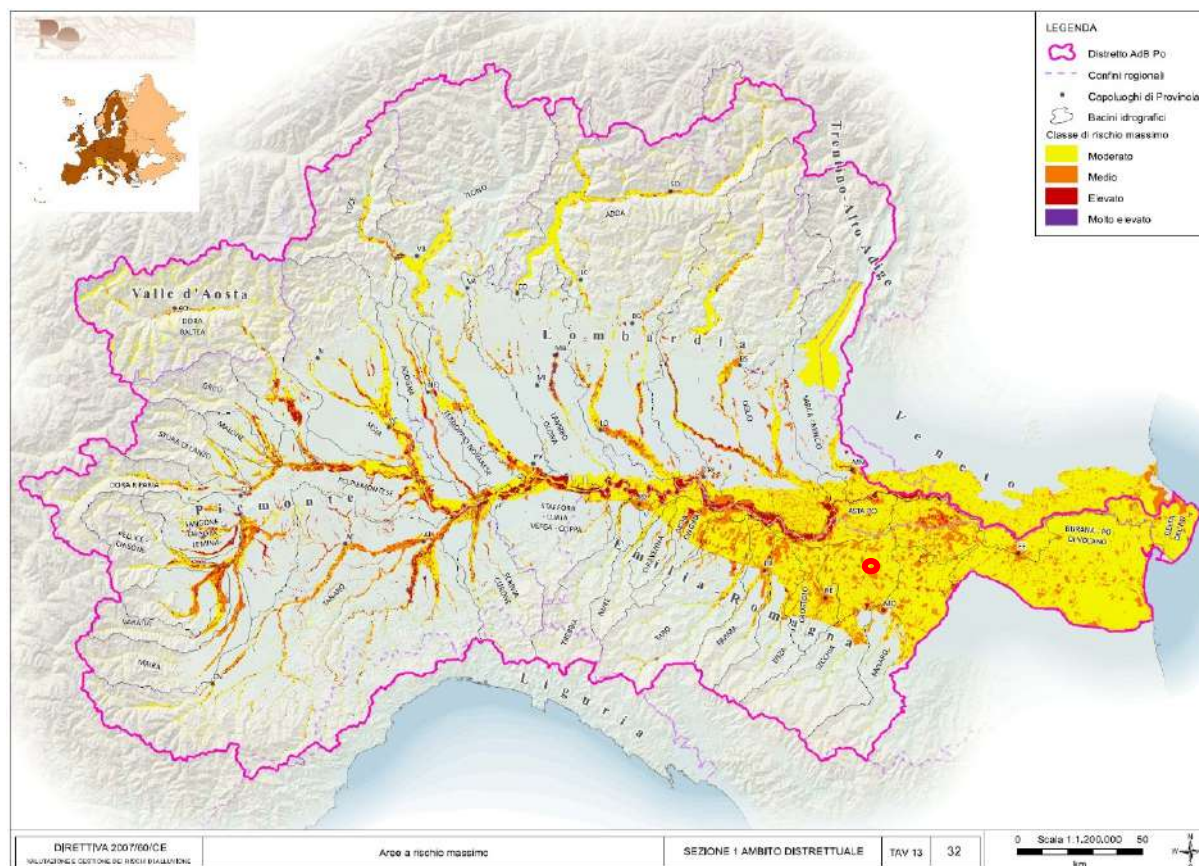


Fig. 8 Rischio da alluvione complessiva nel distretto padano. ● Area di intervento

201NE - CARPI

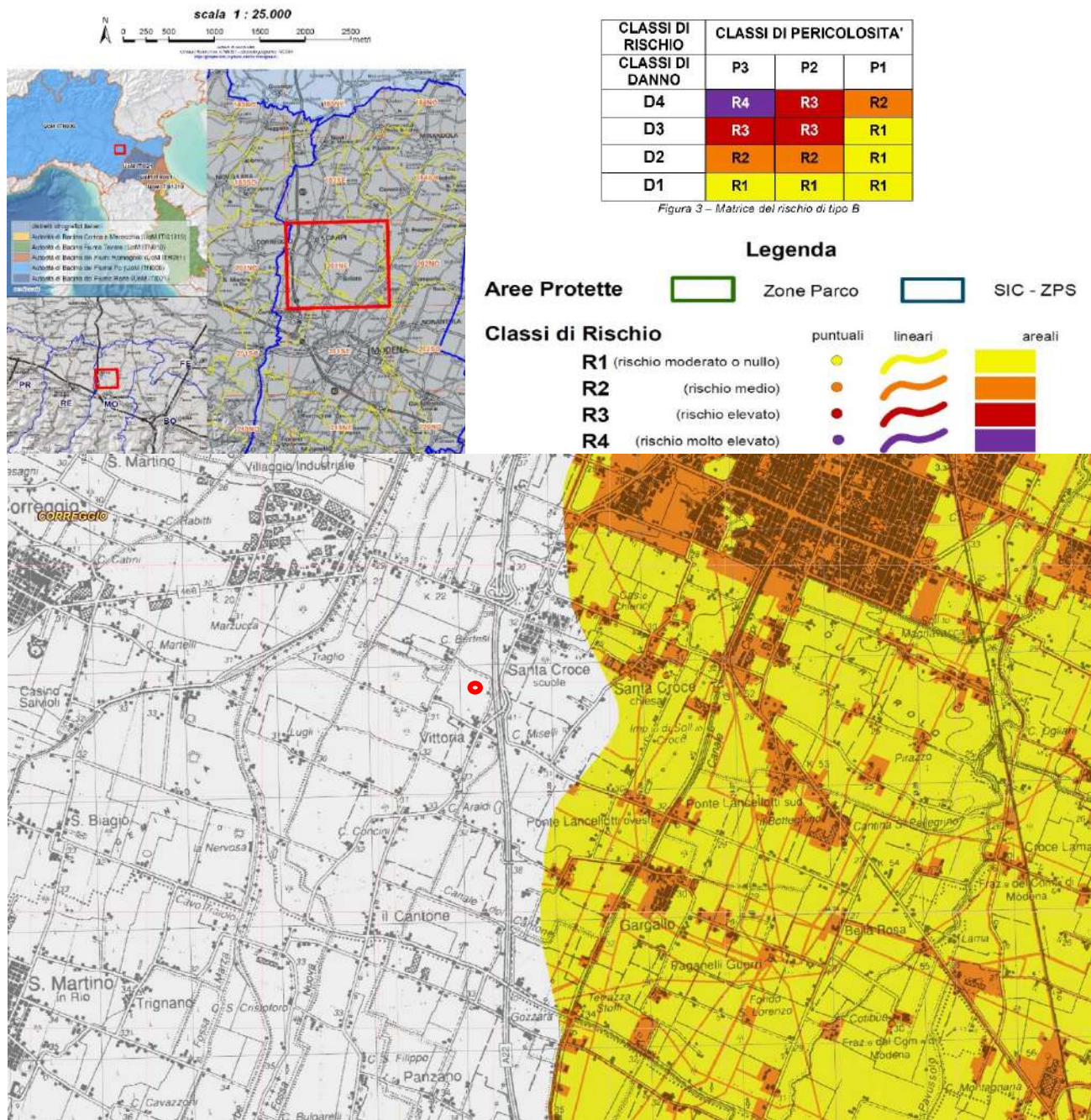
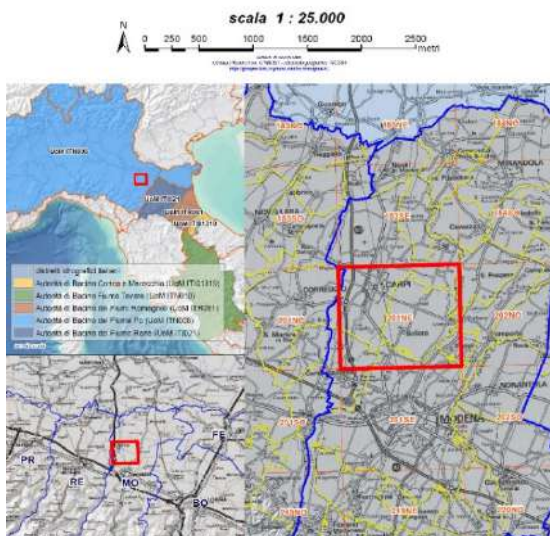


Fig. 9 Mappa del rischio potenziale e degli elementi potenzialmente esposti – Reticolo principale (stralcio)

● Area di intervento: rischio nullo



201NE - CARPI



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

Figura 3 – Matrice del rischio di tipo B

Aree Protette Zone Parco SIC - ZPS

Classi di Rischio

R1 (rischio moderato o nullo)			
R2 (rischio medio)			
R3 (rischio elevato)			
R4 (rischio molto elevato)			



Fig. 10 Mappa del rischio potenziale e degli elementi potenzialmente esposti – Reticolo secondario di pianura (stralcio)

● Area di intervento: R1 rischio moderato o nullo



### 3.1.3 Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR)

La definizione delle Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR) conseguente all’adozione dei Piani (fase 3 - dicembre 2021) ha riconfermato per l’area in esame la Tavola TAV30 ITN008 ITBABD APSFR 2019 RP FD0019 SecchiaCassa di cui si riporta uno stralcio:

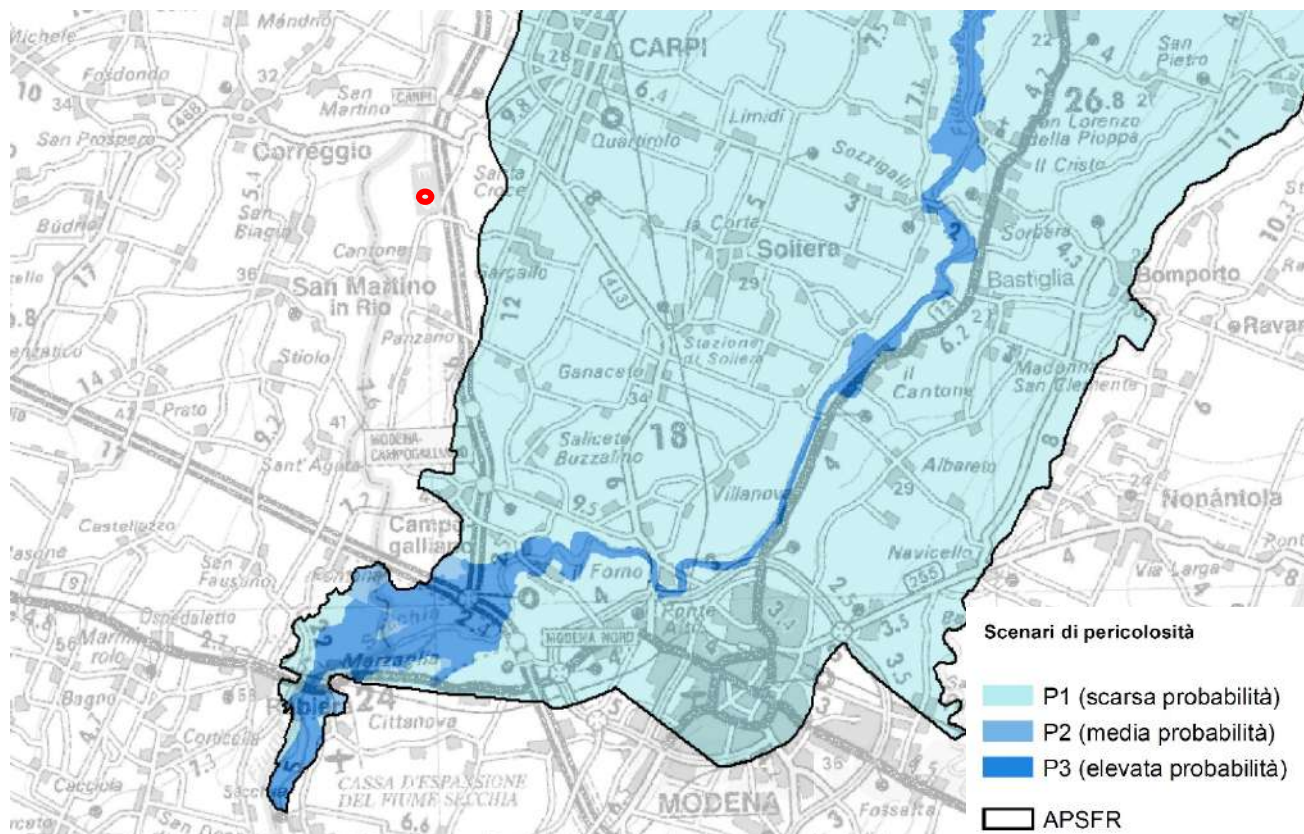
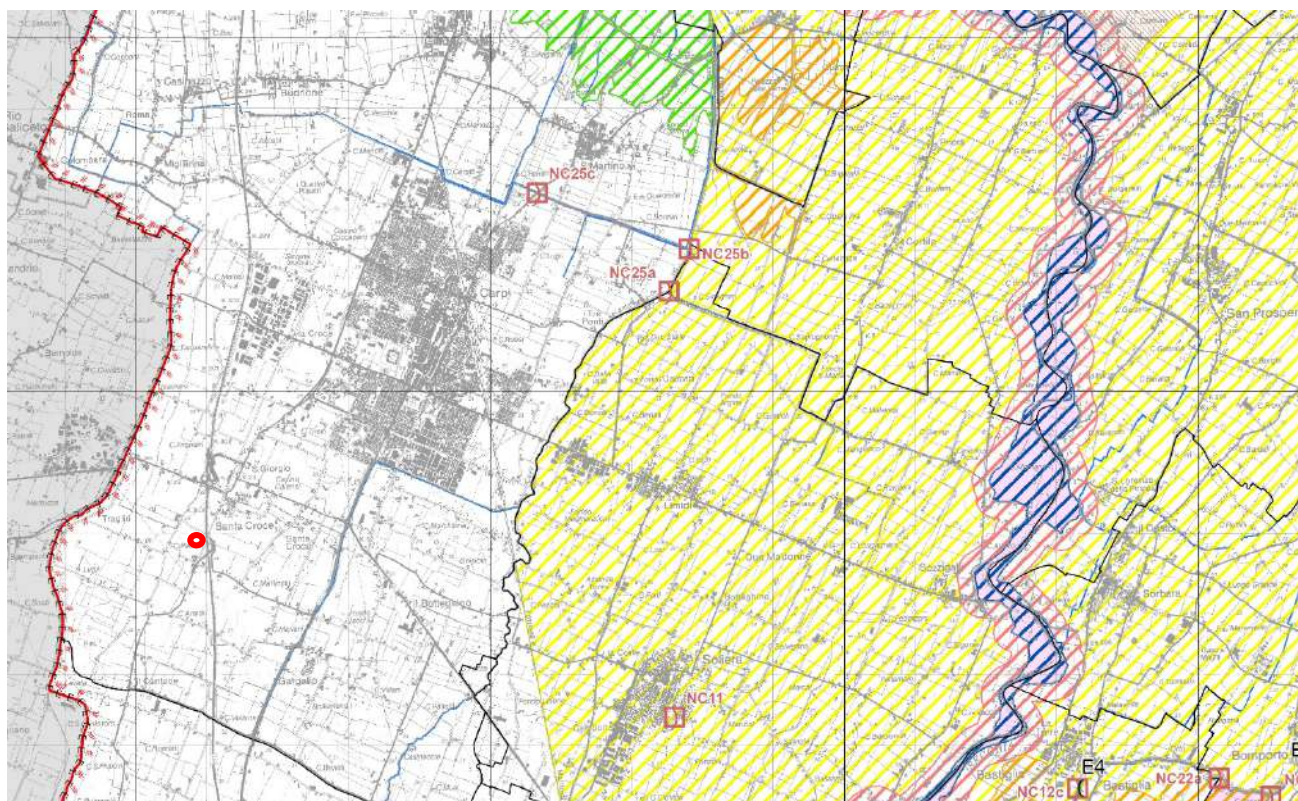


Fig. 11 Mappa delle Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR) – TAV30 ITN008 Fiume Secchia dalla cassa di espansione alla confluenza in Po (stralcio) ● Area di intervento: rischio nullo

## 3.2 PTCP – Provincia di Modena

Relativamente agli aspetti idraulici il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) riporta la mappatura del rischio idraulico con la suddivisione del territorio in quattro aree distinte:

1. A1: Aree ad elevata pericolosità idraulica;
2. A2: Aree depresse a elevata criticità idraulica con possibilità di permanenza dell’acqua superiore ad un metro;
3. A3: Aree depresse ad elevata criticità idraulica, aree a rapido scorrimento;
4. A4: Aree a media criticità idraulica con bassa capacità di scorrimento.



VOCI DI LEGENDA

Aree a differente pericolosità e/o criticità idraulica	
	A1 - Aree ad elevata pericolosità idraulica (Art.11)
	A2 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica con possibilità di permanenza dell'acqua a livelli maggiori di 1 metro (Art.11)
	A3 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica aree a rapido scorrimento ad elevata criticità idraulica (Art.11)
	A4 - Aree a media criticità idraulica con bassa capacità di scorrimento (Art.11)
	Aree golenali naturali ed artificiali
	Paleodossi di accertato interesse (Art.23A, comma 2, lettera a)
	Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (Art.10)
	Fasce di espansione inondabili (Art.9, comma 2, lettera a)
	Limite delle aree soggette a criticità idraulica (Art.11)

Fig. 12 PTCP Rischio idraulico; carta della pericolosità e criticità idraulica. Tav. 2.3.1 (stralcio)

● Area di intervento: pericolosità e criticità idraulica nulla

### 3.3 Consorzio di Bonifica dell’Emilia Centrale

Il Consorzio di Bonifica dell’ Emilia Centrale è un ente di diritto pubblico, nasce nell’ottobre del 2009 dalla fusione dei Consorzi di Bonifica Parmigiana Moglia Secchia e Bentivoglio-Enza, ed assicura la corretta gestione e distribuzione delle acque superficiali per la tutela e lo sviluppo del territorio.



In pianura, le opere del Consorzio garantiscono il corretto deflusso delle acque meteoriche, tramite la loro raccolta, allontanamento e smaltimento ed assicurano inoltre la difesa dalle inondazioni delle acque provenienti dai territori situati più a monte. Anche a causa della sempre maggiore urbanizzazione del territorio e dei cambiamenti climatici in atto, tale attività risulta fondamentale per garantire la salvaguardia da possibili allagamenti gli immobili (terreni e fabbricati) posti nel comprensorio di bonifica.

Nel periodo estivo la bonifica distribuisce inoltre acqua a fini irrigui ed ambientali, ad un territorio di circa 120.000 ettari, rappresentato globalmente nella Fig 13 seguente.

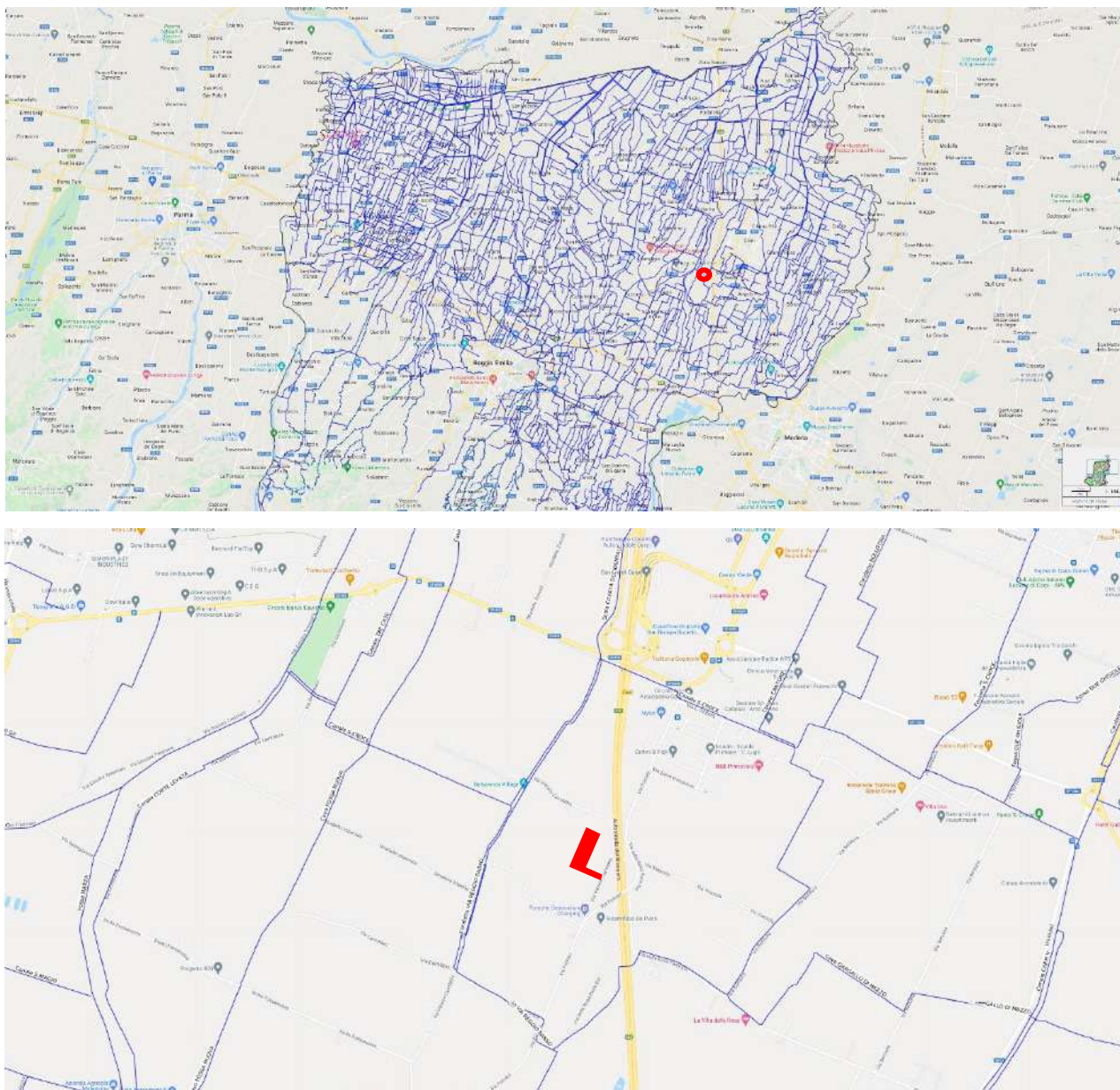



Fig. 13 Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale. Rete complessiva dei canali e particolare.  Area di intervento



Per il dimensionamento delle opere idrauliche il Consorzio dà le seguenti indicazioni, riportate testualmente:

Per quanto attiene al **tempo di ritorno della pioggia di progetto**, esso varia in questo modo:

- Tr=25 anni per ambiti residenziali urbani ed extraurbani,
- Tr=50 anni per ambiti industriali e logistici non a rischio, impianti di depurazione,
- Tr=100 anni per ospedali, aeroporti, discariche di rifiuti pericolosi, siti industriali a rischio, infrastrutture primarie e secondarie

Per interventi tra compresi tra il Torrente Crostolo ed il Fiume Secchia, utilizzare le seguenti curve di possibilità pluviometrica tratte da uno studio del Prof. Marinelli del 2009 eseguito per i canali consortili.

Tempo di ritorno T	Alta pianura		Media pianura		Bassa pianura	
	a	n	a	n	a	n
25	51.44	0.21	58.93	0.23	69.09	0.17
50	57.50	0.21	66.21	0.23	78.16	0.16
100	63.50	0.21	73.44	0.23	87.16	0.16

### 3.4 AIMAG S.p.A.

AIMAG S.p.A., nel Dicembre 2019, ha redatto uno studio pluviometrico per il proprio territorio utilizzando dati provenienti da vari fonti: n.27 pluviometri AIMAG installati in tutti i Comuni in gestione con serie storiche di dati di almeno 20 anni con frequenza di registrazione 5 minuti, n.7 pluviometri ARPA – ER (Albareto dal 2005 al 2019 con frequenza di registrazione 15 minuti, Cortile di Carpi dal 2007 al 2019 con frequenza di registrazione 15 minuti, Marzaglia dal 2008 al 2019 con frequenza di registrazione di 15 minuti, Modena dal 2005 al 2019 con frequenza di registrazione di 15 minuti, Ponte Bacchello dal 2007 al 2019 con frequenza di registrazione di 15 minuti, Rolo dal 2007 al 2019 con frequenza di registrazione di 15 minuti, San Felice sul Panaro dal 2005 al 2019 con frequenza di registrazione di 15 minuti).

Le elaborazioni statistiche effettuate hanno consentito di definire la curva di possibilità pluviometrica:

#### Curva di possibilità pluviometrica

La curva di possibilità pluviometrica, per un tempo di ritorno pari a 20 anni, è caratterizzata dai seguenti valori dei parametri a e n:

pioggia durata $\leq$ 1 ora	pioggia durata $>$ 1 ora
a = 51,599	a = 51,599
n = 0,401	n = 0,182

### 3.5 NTA – Comune di Carpi

Le norme costituiscono il riferimento giuridico del Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Carpi, elaborato ai sensi della L. 1150/42, come in seguito modificata ed integrata, e delle altre norme legislative vigenti, statali, regionali e provinciali.

Il PRG assume il punto di vista dello sviluppo sostenibile quale criterio di riferimento, verifica e regolamentazione dei processi attuativi della pianificazione urbanistica. A tal fine, approfondisce, articola e specifica, le disposizioni del Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) e del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) in riferimento agli specifici indirizzi, direttive e prescrizioni.

In merito agli aspetti idraulici si cita l'**Art. 9bis** - *limitazioni e prescrizioni in attuazione delle disposizioni di cui al Piano Gestione Rischio Alluvioni (Var. 42 D.C.C. 116/2017)*.

Si riporta parte del testo dell'articolo si precisa che

“...in relazione alle caratteristiche di pericolosità e rischio descritte nelle aree perimetrate a pericolosità P3 e P2 dell'ambito Reticolo Secondario di Pianura, di cui alla cartografia di variante al PAI, si deve garantire l'applicazione:

- di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;
- di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.

Le successive indicazioni operative vanno considerate per il rilascio dei titoli edilizi relativi ai seguenti interventi edilizi definiti ai sensi delle vigenti leggi:

- a) ristrutturazione edilizia;
- b) interventi di nuova costruzione;
- c) mutamento di destinazione d'uso con opere.

... alcuni dei possibili accorgimenti che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, demandando alle Amministrazioni Comunali la verifica del rispetto delle presenti indicazioni in sede di rilascio del titolo edilizio...la documentazione tecnica di supporto ai Piani operativi/attuativi deve comprendere uno studio idraulico adeguato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali...”

Il presente studio risponde pienamente alla prescrizione dell'articolo 9bis delle NTA di Carpi.



#### 4. INTERVENTO DI PROGETTO

Con il progetto di ampliamento oggetto del presente studio il “Gruppo De Nigris” dà una risposta alla esigenza di poter ampliare le superfici da destinare alle attività produttive e di stoccaggio dei prodotti.

Come detto in premessa l’edificio sarà realizzato in struttura prefabbricata, dotato sul lato Sud di bocche di carico per lo smistamento delle merci da e sui mezzi di trasporto, e di tutte le necessarie aperture propedeutiche al suo corretto utilizzo.

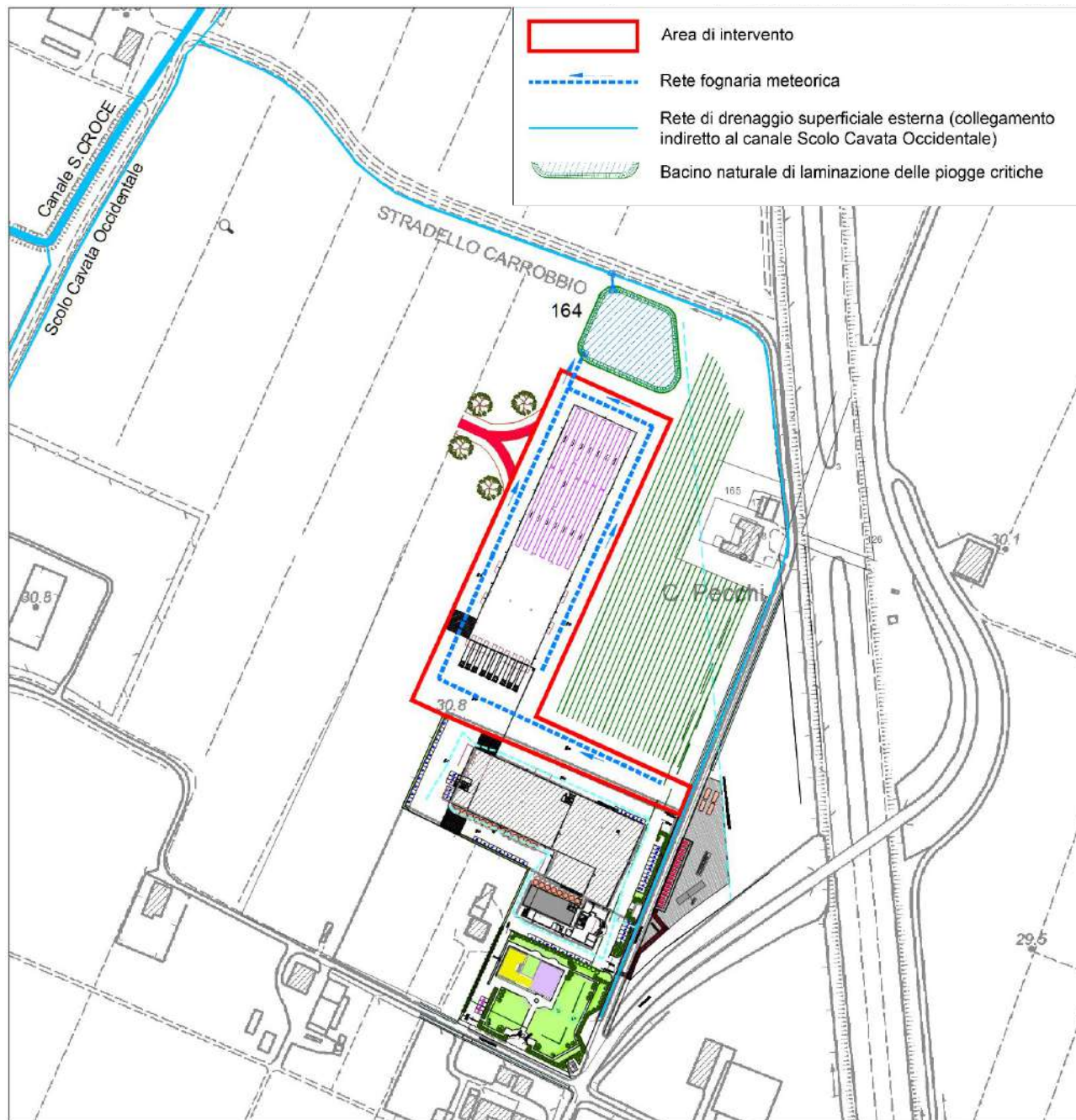


Fig. 14 Intervento di progetto

Verrà realizzata un'ampia zona carrabile realizzata con pavimentazione industriale in cls, che consentirà ampia manovra ai mezzi pesanti e inoltre, previa la demolizione della recinzione posta sul lato nord del Comparto P.P. 15, si metteranno in diretta comunicazione i due edifici creando un unico polo produttivo.

Nella realizzazione del nuovo comparto la pavimentazione verrà posta ad una quota superiore di + 0.25 m rispetto alla quota media dell'attuale piano campagna.

## 5. COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO

---

Con riferimento alle Norme Tecniche di Attuazione del Comune di Carpi si evidenzia dunque la necessità di garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica, oltre alla verifica delle eventuali criticità che vengono di seguito analizzate con riferimento ai vari punti del precedente Capitolo 3 e alla relativa cartografia:

### A) PGRA, PAI, APSFR Direttiva Alluvioni del Distretto del fiume Po (paragrafo 3.1):

#### **Mappe della pericolosità (paragrafo 3.1.1)**

Reticolo Principale, area di intervento ***non esposta***;

Reticolo Secondario di Pianura, area di intervento in zona P2-M tempo di ritorno 100-200 anni, ***media probabilità***.

Il reticolo secondario è costituito essenzialmente dai canali del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale. Le previsioni del Consorzio, in questo caso di assenza di indicazioni specifiche del PGRA sui tiranti idrici conseguenti ad allagamento, sono di tener conto di uno scenario di pericolosità causato da fuoriuscita d'acqua dalla sommità arginale del cavo consorziale pari a 10÷20 cm e velocità di deflusso della piena minore o uguale a 0.4 m/s, condizioni che non sono da ritenersi particolarmente critiche, come peraltro indicato dal PGRA vigente.

Tenuto conto dell'innalzamento della quota di imposta di progetto di + 0.80 – 1.00 m rispetto al piano campagna circostante, il rischio da allagamento per esondazione dal reticolo secondario di pianura può ritenersi praticamente ***nullo***.

#### **Mappe del rischio potenziale (paragrafo 3.1.2)**

Reticolo Principale, area di intervento ***rischio nullo***;

Reticolo Secondario di Pianura, area di intervento R1 ***rischio moderato o nullo***. Considerato l'innalzamento del piazzale di non meno di 0.80 m, si può affermare che vi sarà ***rischio nullo***.

#### **Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR) (paragrafo 3.1.3)**

TAV30 ITN008 Fiume Secchia dalla cassa di espansione alla confluenza in Po, scenario di pericolosità, area di intervento ***rischio nullo***.



B) PTCP Provincia di Modena (paragrafo 3.2):

Rischio idraulico; carta della pericolosità e criticità idraulica. Tav. 2.3.1, area di intervento: ***pericolosità e criticità idraulica nulla.***

C) Consorzio di Bonifica dell' Emilia Centrale (paragrafo 3.3):

Si adottano curve di possibilità pluviometrica per  $Tr = 50$  anni e i valori della Media pianura  $a = 66.21\text{mm}$   
 $n = 0.23$

D) NTA - Comune di Carpi (paragrafo 3.4):

Art. 9bis prescrive l'***invarianza idraulica*** dell'intervento. Il calcolo del volume di laminazione farà riferimento alla curva di possibilità pluviometrica qui indicata.

### **Conclusioni sulla compatibilità idraulica dell'intervento**

Risulta dunque che per tutti i punti esaminati A), B), C) non vi sono criticità né rischi di carattere idraulico, per cui l'intervento di progetto risulta **compatibile dal punto di vista idraulico in termini di pericolosità e rischio potenziale da eventi alluvionali**, una volta che si sarà ottemperato alla prescrizione del punto D) NTA - Comune di Carpi relativamente all'invarianza idraulica.

## 6. INVARIANZA IDRAULICA

---

Dal punto di vista idraulico la conseguenza più evidente nella trasformazione di un'area agricola coltivata ad area industriale è quella della modifica sostanziale della tipologia della superficie scolante, da terreno coltivato o destinato a prato, ad elevata permeabilità, a superfici impermeabili, quali piazzali in cls o asfalto e coperture impermeabili dei fabbricati.

E' evidente che un medesimo evento meteorico dà luogo, nei due casi descritti, ad un apporto ben diverso di acqua alla rete scolante (in questo caso i canali di bonifica), sia in termini quantitativi che in termini di tempo di formazione del picco di portata massima.

Nel primo caso il terreno naturale, arato o prato, è in grado di assorbire una considerevole parte della pioggia che si infiltrerà nel sottosuolo, una parte sarà assorbita per effetto della evapotraspirazione, una parte sarà immagazzinata nelle irregolarità del terreno, ed infine l'eccedenza verrà convogliata alla rete dei canali.

Nel secondo caso la pioggia che cade sui tetti e sui piazzali, una volta riempite velocemente le grondaie e le piccole asperità delle superfici asfaltate e le fognature interne di drenaggio, si avvia in tempi molto più brevi e in quantità molto maggiori ai canali recettori.

Nelle superfici impermeabilizzate la portata meteorica addotta alla rete scolante può essere da 15 a 30 volte superiore a quella di una medesima superficie agricola. E' evidente che trasformazioni del territorio da agricolo a urbanizzato, anche per modeste superfici, comporterebbe un notevole aggravio del carico idraulico nella rete di drenaggio che in breve tempo sarebbe messa in crisi.

Da ciò deriva la prescrizione dell'invarianza idraulica, consistente essenzialmente, negli interventi di nuova urbanizzazione, nell'inserimento di volumi di accumulo con dispositivi di scarico a portata controllata. Il valore di tale portata, nel principio dell'invarianza idraulica, per il medesimo evento meteorico, non deve superare quella che viene normalmente addotta alla rete di drenaggio esterna.

### 6.1 Idrologia del comparto

Nella progettazione della maggior parte delle opere idrauliche interessate al controllo delle portate di piena il primo passo consiste nella stima della massima portata prevedibile.

Tale portata, detta portata critica, è sempre originata dalle precipitazioni meteoriche, ed in generale dipende dalle caratteristiche, molto variabili sia nel tempo che nello spazio, delle trasformazioni che l'acqua subisce durante il suo ciclo idrologico. E' necessario affrontare il problema in termini probabilistici, e ciò significa considerare la portata di piena come una variabile stimata in relazione ad un livello di probabilità che essa ha di non essere superata, o meglio, in relazione ad un periodo di tempo detto "*tempo di ritorno*" che intercorre mediamente tra due eventi nei quali il valore di tale portata è superato.



L'approccio metodologico seguito nella progettazione delle opere in oggetto si è basato preliminarmente sulla ricerca relativa alle precipitazioni intense e di breve durata del bacino idrografico di interesse, e, nello specifico, nella definizione delle curve di possibilità pluviometrica tipiche dell'area di interesse.

In questo caso sono disponibili gli studi idrologici messi a disposizione dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale e da AIMAG S.p.A. che hanno determinato delle curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno diversi (TR = 20 anni AIMAG, TR = 25-50-100 anni Bonifica).

Queste curve consistono essenzialmente in relazioni matematiche che legano le caratteristiche integrali delle precipitazioni massime, cioè altezza complessiva della pioggia  $[mm]$ , intensità media  $[i]$  e la sua durata  $[t_p]$ , alla probabilità di accadimento.

$$h = a(TR) \cdot (t_p)^n$$

Il suolo che caratterizza l'area in progetto, ad urbanizzazione avvenuta, è una superficie con elevato grado di impermeabilizzazione, essendo quasi completamente ricoperta da coperture impermeabili, viabilità asfaltata e piazzali di stoccaggio.

Da queste evidenze muove la scelta cautelativa di trascurare la sottrazione agli afflussi operata dall'infiltrazione nel suolo e modellare il processo afflussi-deflussi tenendo in conto delle sole perdite idrologiche imputabili ai cosiddetti piccoli invasi dell'area in progetto. Si è eseguito il dimensionamento delle opere secondo i metodi propri della disciplina idraulica tenendo conto dell'accumulo superficiale dei piccoli invasi e dei collettori fognari di drenaggio, adottando infine come *coefficiente di afflusso medio equivalente* il valore di  $\phi = 0.8$ .

I parametri  $a$  e  $n$  delle curve di possibilità pluviometrica per AIMAG e per il Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale sono:

AIMAG	tempo di ritorno TR	=	20	anni
	Durata	>	1	ora
	$a = 51.599$ mm		$n = 0.182$	
Consorzio	tempo di ritorno TR	=	50	anni
	Durata		non definita	
	$a = 66.210$ mm		$n = 0.230$	(Media pianura)

Si adottano pertanto i valori più gravosi della Bonifica, e la curva caratteristica che ne consegue è:

$$a = \mathbf{66.210} \text{ mm} \qquad n = \mathbf{0.230} \qquad h = 66.210_{(50)} t_p^{0.230}$$

L'area in esame ha una superficie complessiva circa 1,6621 [ha], e attualmente è un'area totalmente a verde agricolo, come evidenziato nella ortofoto di Fig. 3 sopra riportata, e trova collocazione in località S. Croce di Carpi ad ovest dell'autostrada Modena Brennero, in cui il coefficiente udometrico massimo è  $u=20$  l/s.ha

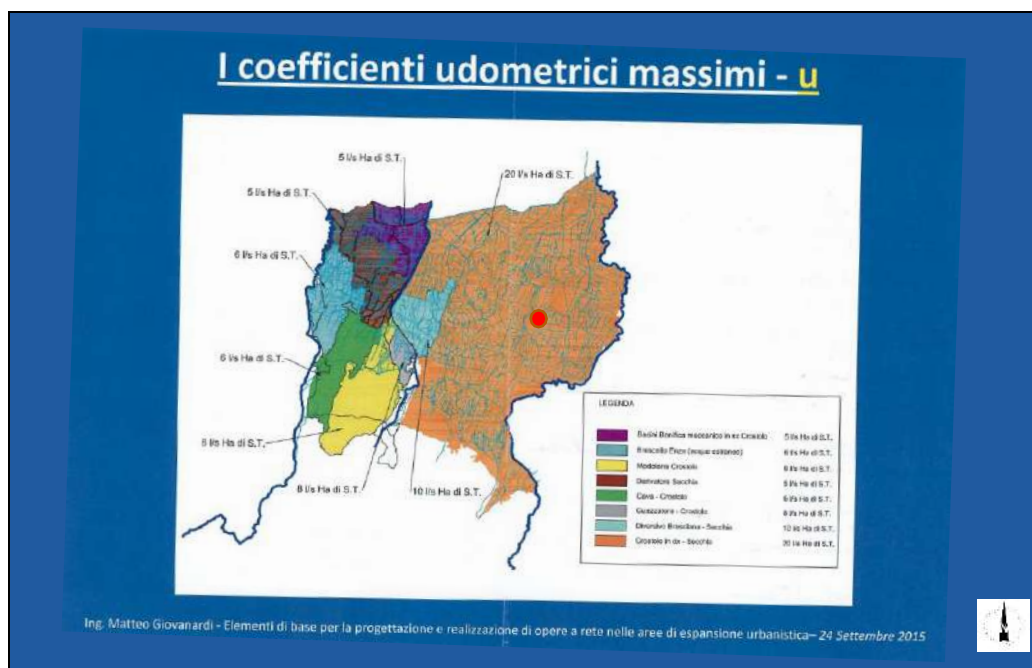


Fig. 15 Individuazione territoriale dell'area interessata dall'intervento di progetto, identificata in rosso. Il coefficiente udometrico ammesso è dunque pari a 20 l/sxha.

Questo valore del coefficiente udometrico dovrà essere mantenuto invariato ad urbanizzazione avvenuta.

## 6.2 Dimensionamento del volume di laminazione

Al fine di determinare il volume da assegnare all'invaso per una efficace laminazione, si utilizza la procedura di dimensionamento definita "delle sole piogge" che fornisce una valutazione più cautelativa del volume di invaso del sistema sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata massima di scarico, ipotizzata costante, che si vuole in uscita dal comparto, senza fare alcuna considerazione sulla forma dell'idrogramma.

Si presenta ora il metodo e le sue equazioni applicati nel caso di utilizzo della formulazione classica della curva di possibilità pluviometrica a due parametri (a,n)  $h=a \cdot t^n$ , come qui illustrata, dove h è l'altezza di pioggia in mm corrispondente ad un evento di durata t.

Con questa ipotesi il volume entrante nella vasca per effetto di una pioggia di durata t risulta:

$$V_{IN} = S \cdot \varphi \cdot h(t) = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n$$

dove  $\varphi$  è il coefficiente d'afflusso costante del bacino drenato a monte della vasca. Nello stesso tempo t il volume uscito dalla vasca sarà:



$$V_{OUT} = Q_{IMP} \cdot t = S \cdot u_{IMP} \cdot t$$

Dove  $Q_{IMP}$  e  $u_{IMP}$  sono rispettivamente la portata e il coefficiente udometrico imposti allo scarico. Il volume invasato al tempo  $t$  sarà dato dalla differenza dei volumi in ingresso e in uscita dal sistema:

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{IMP} \cdot t$$

Si tratta ora di trovare la durata di pioggia  $t_{cr}$  che massimizza il volume invasato  $V_{max}$  derivando l'espressione precedente. La condizione di massimo è così espressa:

$$t_{cr} = \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

E quindi il volume da assegnare al sistema di invaso sarà:

$$V_{max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Dall'applicazione di questa relazione è stato possibile ricavare, oltre alla volumetria necessaria, anche il tempo critico di pioggia per la vasca, assegnato un tempo di ritorno che nello specifico è stato assunto pari a 25 anni.

Come visto in precedenza la massima portata di scarico ammessa deve rispettare il coefficiente udometrico  $u=20$  l/sxha fissato per l'invarianza idraulica di questa porzione di territorio (Fig. 6), pertanto, essendo l'area sottesa pari a 1,6621 ha, si ha:

$$Q_{scarico} = 1,6621 \times 20 = \mathbf{33,2} \text{ l/s}$$

Le precedenti relazioni esposte in forma analitica sono rappresentate dal prospetto seguente assunti:

$$a = \mathbf{66.210} \text{ mm} \quad n = \mathbf{0.230} \quad \varphi = \mathbf{0.8}$$

ove  $\varphi$  è il coefficiente di assorbimento assunto per l'area urbanizzata.

Le precedenti relazioni esposte in forma analitica sono rappresentate dal prospetto seguente:

Dati di progetto:

$\varphi$	0.8
<b>S</b> [ha]	1.6621
<b>a</b> [mm]	66.210
<b>n</b>	0.230
<b>Q<sub>uscita</sub></b> [l/s]	33.2

Risultati del calcolo:

	[ore]	[min]
<b>T<sub>vasca</sub></b>	<b>1.98</b>	<b>119</b>
<b>V<sub>vasca</sub> [m3]</b>	<b>794</b>	

Prudenzialmente si incrementa il volume utile del 20%:

Volume utile  $V = 794 \times 1.20 = 953 \text{ m}^3$  approssimato a

$$V = 1000 \text{ m}^3$$

Al valore analitico del volume utile minimo è stato dunque aggiunto un ulteriore 20% per tenere conto che due eventi ravvicinati possano essere invasati in successione, ed il secondo evento non trovi la vasca di laminazione completamente vuota, considerando che il tempo di svuotamento necessario è di quasi 6 ore.

Il volume specifico di laminazione in rapporto alla superficie del comparto, risulta pari a:

$$V_s = 1000/1.6621 = 602 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Quindi superiore al valore minimo raccomandato di 300 m<sup>3</sup>/ha.

Il volume di laminazione così individuato viene ricavato mediante una depressione nel terreno di proprietà a Nord dell'area di intervento a cui affluisce l'emissario della rete meteorica del piazzale, come indicato nella Figura 14.

Il bacino "naturale", così come indicato, ha una superficie media di 2300 mq, per cui il volume massimo sarà invasato con un'altezza media

$$h = 1000/2300 = 0.43 \text{ m.}$$

Il bacino di laminazione sarà collegato al canale stradale esterno mediante una bocca tarata che viene dimensionata per scaricare una portata massima non superiore a quella stabilita di 33.2 l/s.



### 6.3 Dimensionamento della bocca tarata

Lo scarico delle acque di pioggia dovrà avvenire a portata non superiore a

$$Q_{\text{scarico}} = 33.2 \text{ l/s} = 0.0332 \text{ m}^3/\text{s}$$

A tale scopo viene predisposta una bocca tarata di controllo all'uscita della vasca di laminazione, dimensionata in modo che l'efflusso, in condizioni medie di funzionamento, non superi il valore indicato.

Questa portata è quella massima scaricata dall'area di intervento in caso di pioggia critica con tempo di ritorno TR = 25 anni.

Il diametro D del condotto di scarico (bocca tarata), secondo le consuete relazioni della foronomia, è dato da:

$$D = (4 Q_{\text{scarico}} / (\alpha \pi (2 g \Delta h)^{0.5}))^{0.5}$$

In cui

$\alpha = 0.6$  coefficiente di efflusso

$\Delta h = 0.20 \text{ m}$  differenza di livello media tra quota del pelo libero in vasca e quota del pelo libero nel canale. Si considera che il canale esterno abbia un'altezza d'acqua pari a 2/3 della quota spondale, cioè quasi pieno

D = diametro della tubazione di scarico

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$  accelerazione di gravità

Si ha:

$$D = (4 Q_{\text{scarico}} / (\alpha \pi (2 g \Delta h)^{0.5}))^{0.5} = (4 \cdot 0.0332 / (0.6 \cdot \pi \cdot (19.62 \cdot 0.2)^{0.5}))^{0.5} = 0.2 \text{ m} = 206 \text{ mm}$$

Adottando una tubazione in PVC SN8 – SDR34 per fognatura DN 200, con Ø esterno = 200 mm e Ø interno 188.2 mm, e nelle medesime condizioni idrauliche la portata scaricata è data dalla relazione

$$Q_{\text{scarico}} = (D^2 \alpha \pi (2 g \Delta h)^{0.5})/4 = (0.1882^2 \cdot 0.6 \cdot \pi \cdot (19.62 \cdot 0.2)^{0.5})/4 = 0.0331 \text{ m}^3/\text{s} = 33.1 \text{ l/s}$$

Le condizioni di invarianza idraulica risultano quindi soddisfatte.

## 7. CONCLUSIONI

---

L'intervento di progetto, con l'adozione dei dispositivi idraulici qui illustrati, risulta dunque pienamente compatibile con tutti gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistici vigenti.

Carpi, 12/05/2022

Ing. Alberto Biondini

