

REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI MODENA
COMUNE DI SASSUOLO

SPRAY DRY S.P.A.

PROGETTO DI AMPLIAMENTO DI FABBRICATI ESISTENTI IN
VARINATE AGLI STRUMENTI URBANISTICI

**RELAZIONE IDRAULICA AI FINI DEL RISPETTO
DELL'ATTENUAZIONE IDRAULICA ALLO SCARICO**



DATA:

Maggio 2021

PRATICA N°:

004 - 21

COMMITTENTE E PROPRIETÀ:

SPRAY DRY S.P.A.

Via Emilia Romagna n. 15
41049 Sassuolo (MO)



STUDIO:

GEODES s.r.l.

Via Michelangelo, 1

41051 Castelnuovo Rangone (Mo)

Tel: 059536629 Fax: 0595331612

E-mail: geodes.srl@fiscali.it Pec: geodes@pec.geodes-srl.it

Cod.Fisc. e Part. I.V.A. 02625920364

PROGETTISTA:

Dott. Geol. Andrea Dolcini

Ing. Simona Magnani

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA.....	3
3	PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI.....	7
4	DESCRIZIONE DELLE SUPERFICI SCOLANTI E DELLA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE AZIENDALE	10
4.1	STATO DI FATTO	10
4.2	STATO DI PROGETTO.....	14
5	CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA	17
6	OBIETTIVO DI ATTENUAZIONE IDRAULICA: COEFFICIENTE UDOMETRICO ATTUALE E DI PROGETTO	18
6.1	STIMA DELLE PORTATE METEORICHE GENERATE	18
6.1.1	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....	18
6.1.2	TEMPO DI CORRIVAZIONE (T_c).....	19
6.1.3	PORTATE METEORICHE DI RETE.....	21
6.1.4	OBIETTIVO DI ATTENUAZIONE IDRAULICA DELLE AREE OGGETTO DI TRASFORMAZIONE	23
7	DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI LAMINAZIONE	24
8	CONCLUSIONE	28

1 PREMESSA

Su incarico della Ditta SPRAY DRY SpA si è proceduto alla valutazione del volume di laminazione da porre a servizio dello scarico delle acque meteoriche in pubblica fognatura gestita da Hera S.p.a e provenienti dalla porzione nord dell'area impiantistica di Via Emilia Romagna n.15 in Comune di Sassuolo (MO) interessata da progetto di ampliamento dei fabbricati esistenti.

L'adozione di tale opera si rende necessaria per contenere la portata allo scarico legata al progetto di ampliamento dell'attività produttiva del fabbricato industriale, in variante alla strumentazione urbanistica esistente.

Compatibilmente ai cosiddetti "principi di gestione del rischio idraulico sul territorio" richiesti dal Gestore della Rete HERA S.p.a, trattandosi di un'area già urbanizzata, è richiesto il rispetto del principio dell'**Attenuazione Idraulica** tramite la riduzione del coefficiente udometrico della superficie trasformata di almeno il 50% per portate meteoriche statisticamente con tempo di ritorno di 50 anni.

A tal fine, a valle della rete fognaria bianca aziendale, si propone di intervenire sulla vasca B alla quale recapitano tutte le acque meteoriche del comparto, riconvertendola a servizio della laminazione oltre che mantenerne la funzione di sedimentazione, accumulo e rilancio acque meteoriche al ciclo produttivo

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

Il sito produttivo di Sassuolo di SPRAY DRY S.p.A. è situato nel settore industriale nord-occidentale del Comune di Sassuolo, in una porzione di territorio urbanizzato morfologicamente pianeggiante di quota media circa 92 metri s.l.m., ricompresa tra la Via Emilia Romagna a sud e Via Dallari a nord.



Figura 1: ortofoto Google 2020 del sito e del suo intorno

In riferimento alla Carta Tecnica Regionale l'area ricade:

- nella Tavola 219NO – scala 1:25000 – denominata “Sassuolo”;
- nella Sezione 219020 – scala 1:10000 – denominata “Villalunga”;
- nell'Elemento 219022 – scala 1:5000 – denominato “Quattroonti”.

Da un punto di vista catastale il sito aziendale si posiziona nel comune censuario di Sassuolo ed in particolare:

- Foglio 9 mapp. 133, 134
- Foglio 7 mapp. 395, 396, e 397

L'area interessata d'intervento e oggetto di trasformazione corrisponde in particolar modo al solo piazzale sul lato nord del sito produttivo, ricompreso nel fg. 7 map. 395, 396 e 397 (Figura 2)

SUP. CATASTALE	
Foglio 9 map. 133	MQ. 25946
Foglio 9 map. 134	MQ. 342
Sup. Catastale Totale (Fg.9)	MQ. 26288

Foglio 7 map. 395	MQ. 10136
Foglio 7 map. 396	MQ. 7559
Foglio 7 map. 397	MQ. 1361
Sup. Catastale Totale (Fg.7)	MQ. 19056

SUP. CATASTALE TOTALE MQ 45344

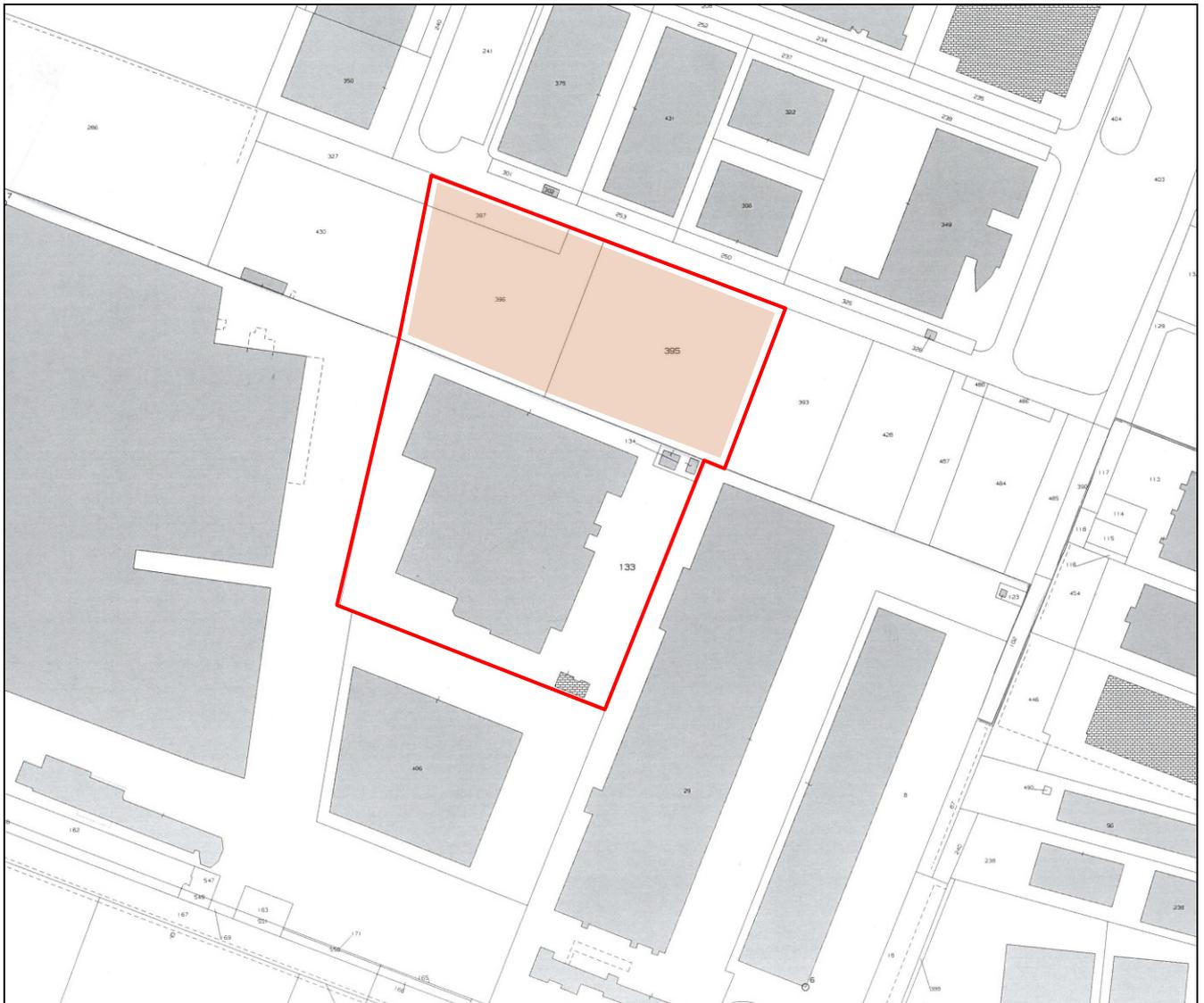


Figura 2: inquadramento dell'area su base catastale – con retino rosso l'area oggetto di trasformazione

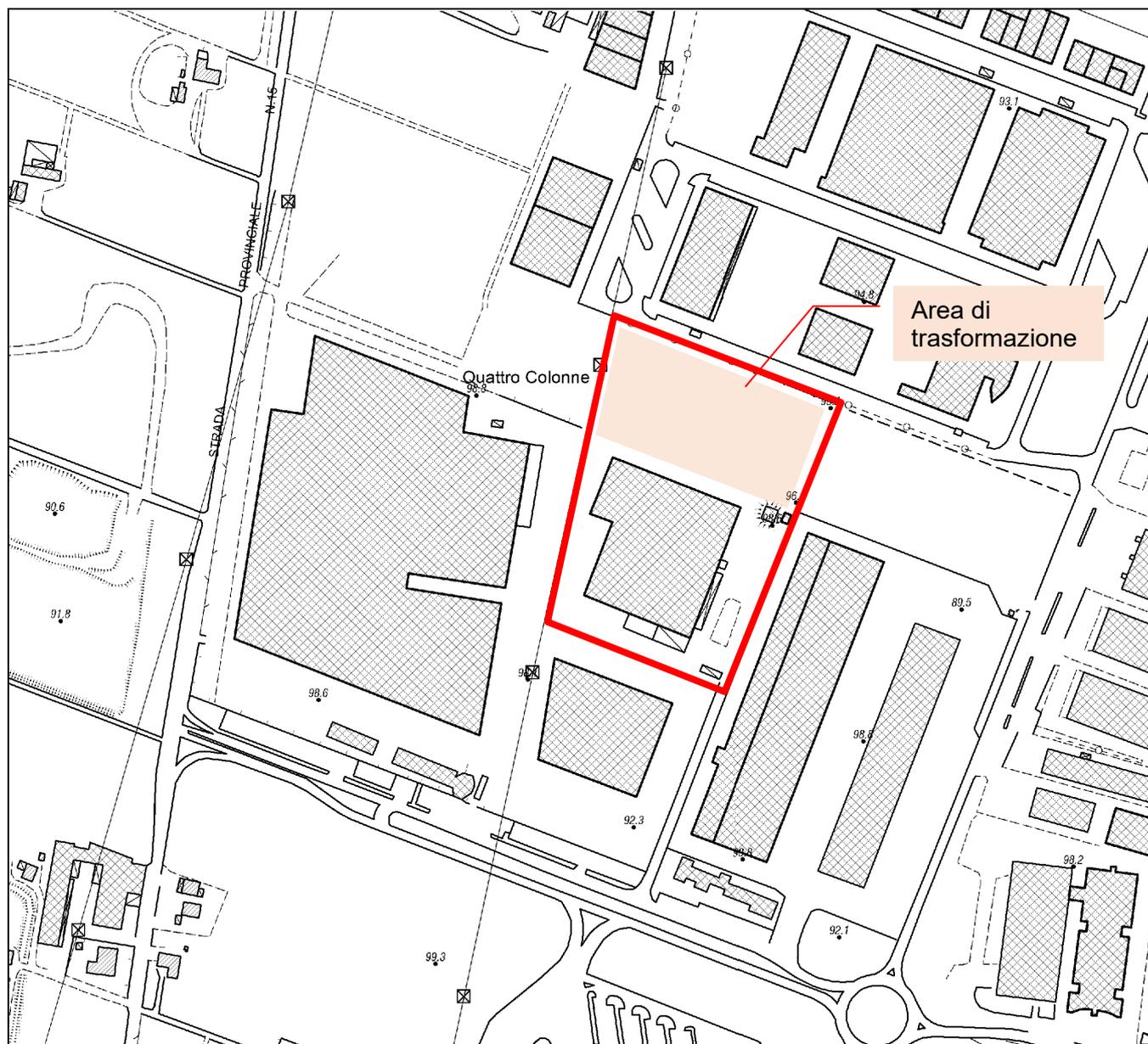


Figura 4: inquadramento del sito su base CTR 25.000

3 PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI

A tergo degli adempimenti in materia della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE e del D.Lgs 49/2010, il Comitato Istituzionale Integrato delle Autorità di Bacino nazionali con Delibera n. 235 del 2016 ha approvato i più aggiornati Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), correlato dalle rispettive mappe della pericolosità e del rischio esondazione a sua volta aggiornate al 2019.

La carta del Rischio Alluvioni approvata dalla Regione Emilia Romagna, così come aggiornata al 2019 (applicativo Moka Web) evidenzia come l'area oggetto di intervento di Via Emilia Romagna n. 15 in Comune di Sassuolo ricade entro la perimetrazione delle fasce di possibile esondazione di alluvioni POCO FREQUENTI del reticolo secondario di pianura (pericolosità P2-M).

Nessuna interferenza è ravvisata con il reticolo idrografico principale.

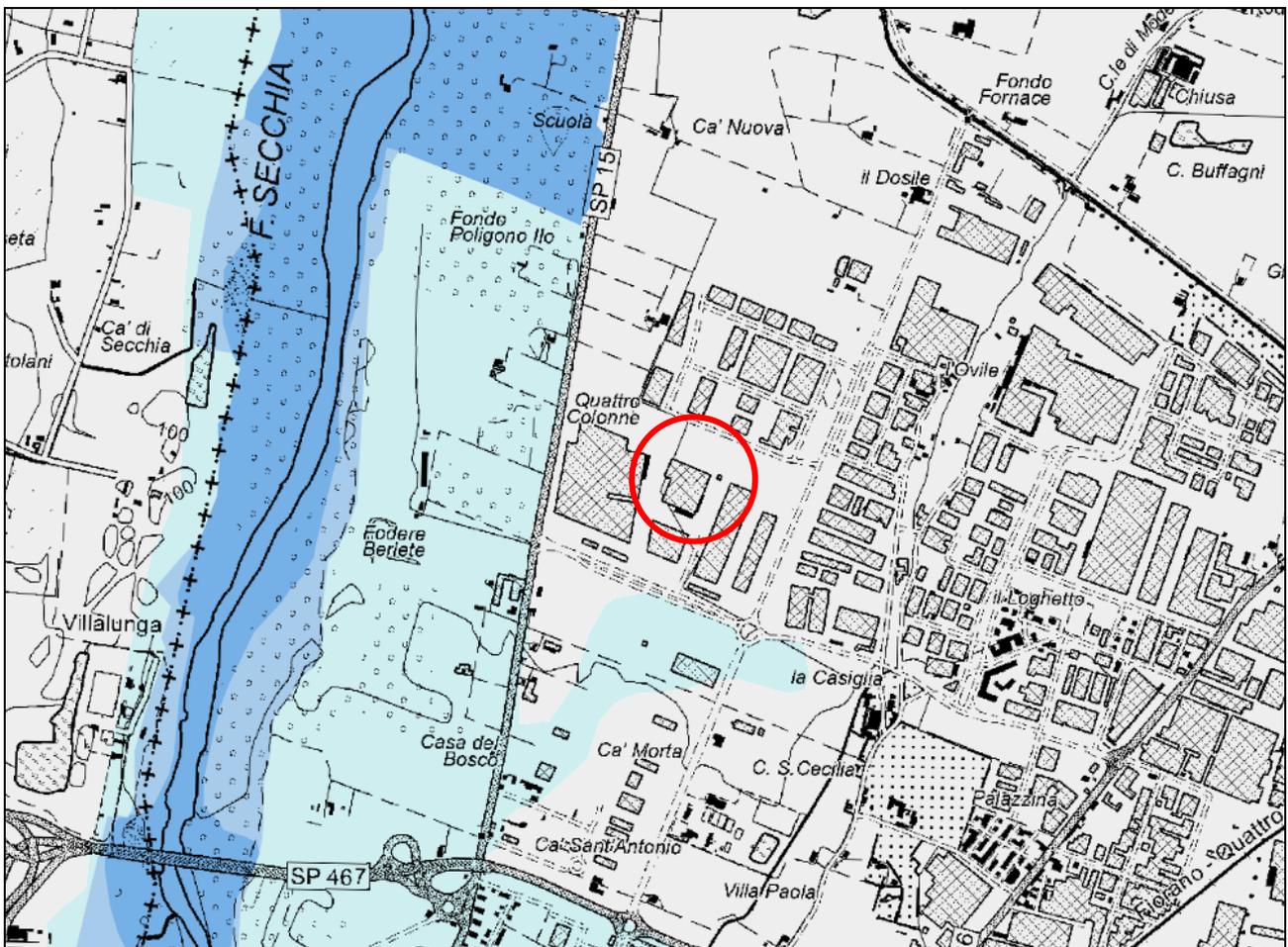


Figura 5: PPGR - Mappa della pericolosità reticolo idrografico principale

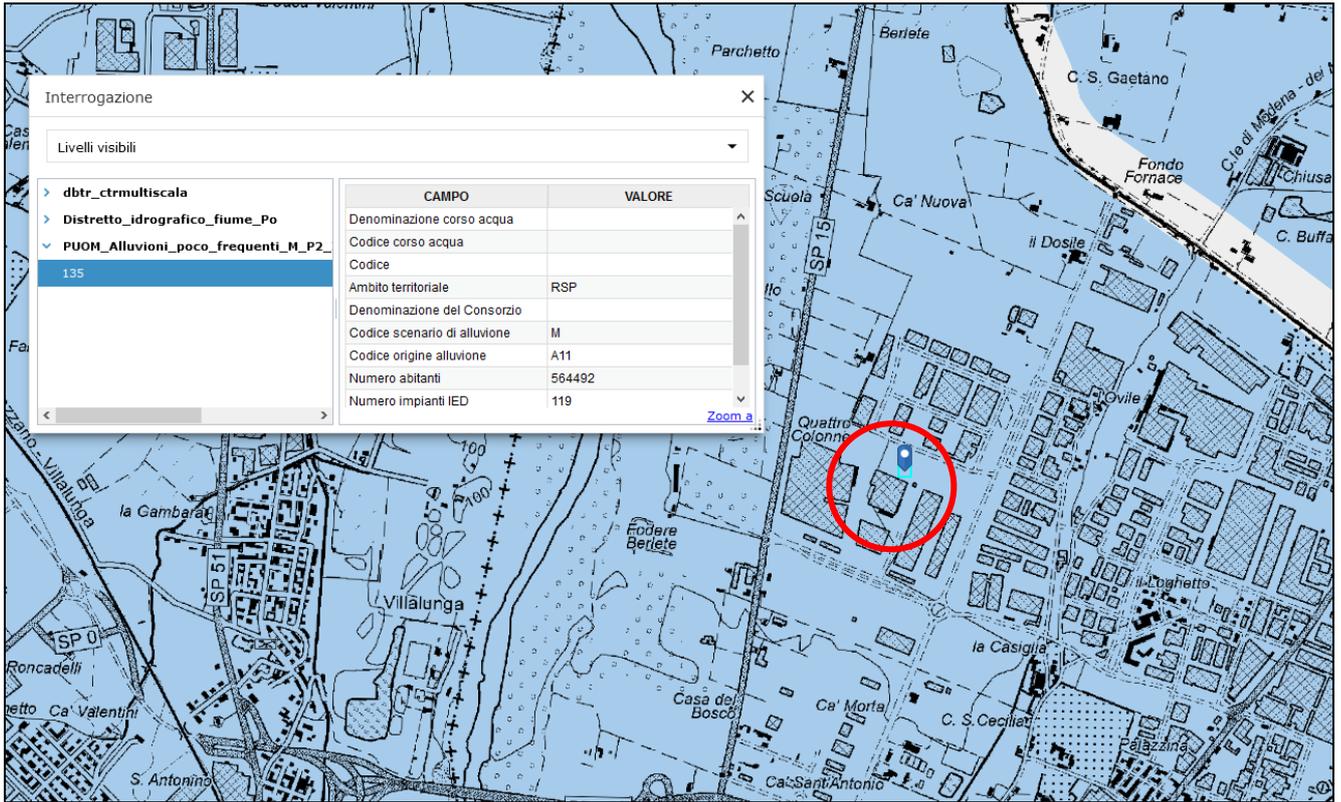


Figura 6: PPGR - Mappa della pericolosità reticolo idrografico secondario di pianura

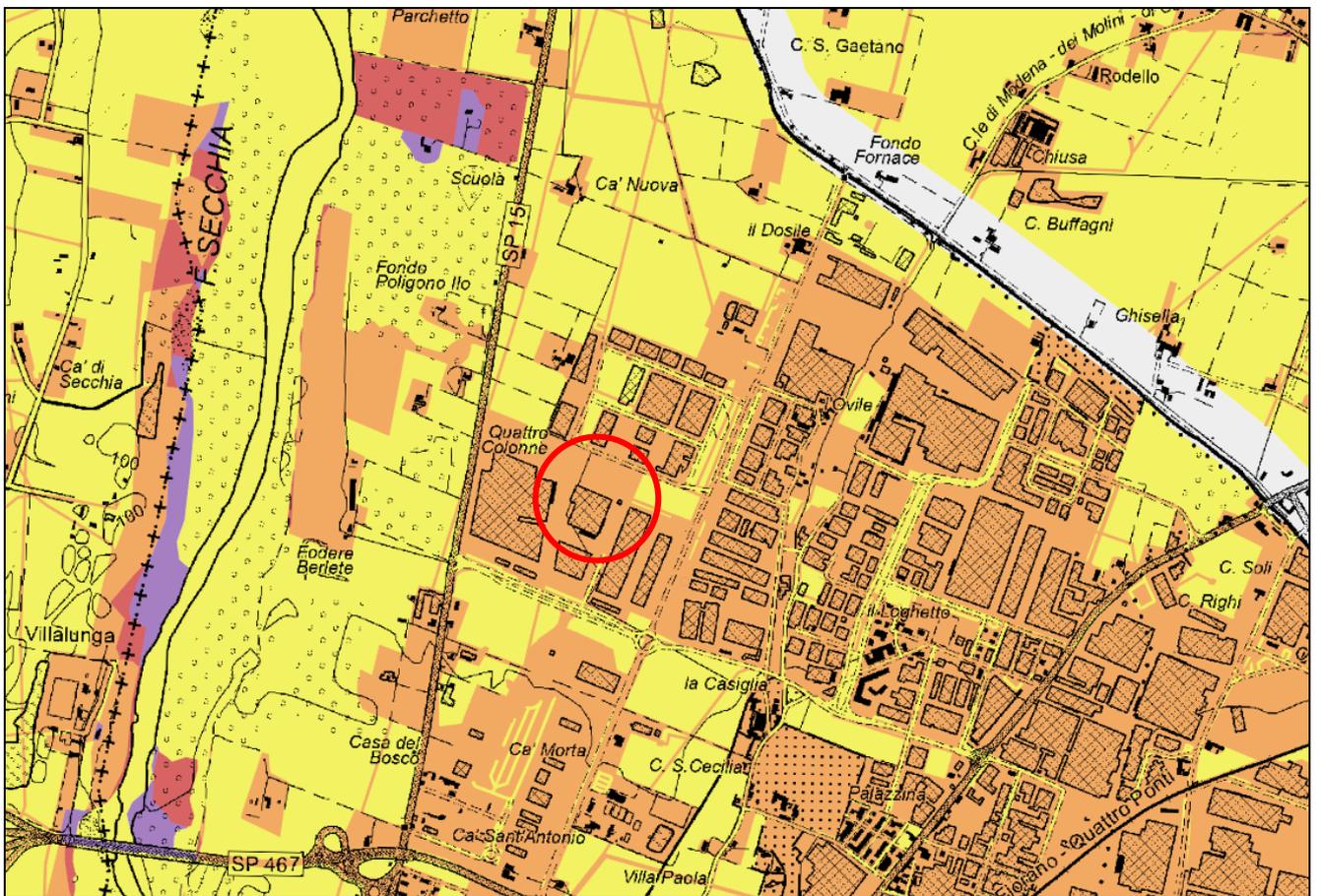


Figura 7: PPGR - Mappa del rischio reticolo idrografico principale

CAMPO	VALORE
Macrocategoria europea	attività economica e sociali
Tipologia attività economiche	B44
Macrocategoria italiana	Attività produttive
Macrocategoria distretto	insediamenti industriali, artigianali, commerciali, di servizi e agricoli
Classe di danno1	D4
Classe di danno2	D4
Codice Comune	
Ambito territoriale:	RSP
Codice scenario di alluvione:	M
Classe di Rischio	R2

Nello specifico il reticolo secondario locale potenzialmente interferente è rappresentato dal Torrente Fossa di Spezzano che scorre più a valle del sito in direzione nord nord-est. In caso di eventi di piena eccezionale è possibile il rigurgito a monte lungo il reticolo minuto ad esso collegato, con rischio R2 di allagamento della zona industriale, artigianale fino al sito oggetto d'intervento.

La morfologia del sito aziendale di Spray Dry, caratterizzata dalla presenza di un piazzale mediamente sopraelevato rispetto il piano campagna circostante di circa 80 cm, consente una ottimale protezione dagli eventuali fenomeni di allagamento indotti dall'esonazione del vicino reticolo minore e minuto, con efficace riduzione della vulnerabilità idraulica di sito. Non si ritiene pertanto necessaria l'adozione di ulteriori accorgimenti progettuali.

4 DESCRIZIONE DELLE SUPERFICI SCOLANTI E DELLA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE AZIENDALE

L'area oggetto di trasformazione interessata dal quadro progettuale corrisponde al piazzale esistente sul lato nord dell'attuale stabilimento Spray Dry S.p.a., all'interno del quale sorgerà un nuovo capannone oltre ad un'area di parcheggio pertinenziale. Fatto salvo una ridotta superficie ad oggi interessata da verde pertinenziale, la trasformazione del suolo inciderà su suolo già urbanizzato.

4.1 STATO DI FATTO

Allo stato attuale l'area aziendale di Spray Dry S.p.a. si presenta urbanizzato con un uso del suolo industriale. Il sito produttivo Spray Dry copre una superficie complessiva di 45'377 mq idealmente suddivisibile in due settori:

- Settore nord corrispondente ai mapp. 395, 396 e 397 del foglio n.7 per una Superficie complessiva 19.056 mq.

Il settore Nord corrisponde ad un ampio piazzale (13.806 mq) utilizzato ai fini di magazzino, stoccaggi, transito e manovra mezzi con pendenza di sgrondo delle acque in direzione nord-ovest verso la rete di raccolta acque bianche aziendale.

Lungo il perimetro nord e all'angolo angolo nord-est del piazzale è presente un'area verde permeabile di pertinenza per una superficie di 5.250 mq.

Allo stato attuale non esiste una vera e propria gestione delle acque meteoriche del settore nord. L'area non è servita da rete raccolta e convogliamento. Le acque meteoriche del settore nord del sito produttivo ad oggi raggiungono per scorrimento superficiale una canaletta perimetrale sul confine nord che le convoglia ad una vasca di raccolta e sedimentazione esistente (Manufatto B) unitamente a quelle provenienti dalla rete fognaria esistente a servizio del settore sud, indi allo scarico finale alla pubblica fognatura di Via Dallari gestita da HERA S.p.A.

- Settore sud corrispondente ai mapp. 133 e 134 del foglio n.9 per una Superficie complessiva 26.288 mq.

Nel settore Sud sorgono il capannone e la palazzina uffici esistenti, oltre ad altre attrezzature e installazioni impiantistiche esterne per una superficie coperta di 13.831 mq.

Allo stato attuale l'intera superficie di piazzale pertinenziale (12.457 mq) si presenta pavimentata con fondo di c.a. con pendenza di sgrondo delle acque piovane sud sud-est verso la rete di raccolta acque bianche aziendale.

La raccolta delle acque meteoriche del piazzale Sud avviene tramite la presenza di pozzetti

con caditoie grigliate collegati alla rete fognaria bianca aziendale composta da un ramo principale e adduzioni laterali.

Trattasi di rete bianca separata con recapito finale alla pubblica fognatura di Via Dallari gestita da HERA S.p.A. Nello specifico risultano convogliati allo scarico gli esuberi meteorici rispetto al riutilizzo in produzione e alle piogge eccedenti i volumi trattenuti nei manufatti di trattamento presenti in azienda.

Come risulta dalla documentazione messa a disposizione dall'azienda nonché dall'Autorizzazione Unica Ambientale in possesso di Spray Dry, le acque meteoriche ricadenti sui tetti e quelle ricadenti sulle aree di piazzale vengono prioritariamente accumulate e riutilizzate all'interno del ciclo produttivo.

In particolare le acque del settore aziendale sud sono raccolte ed allontanano con direzione sud-est verso una vasca di prima pioggia (manufatto A) posizionata lungo il confine di proprietà sud-est. Durante l'evento meteorico, raggiunta la capacità di accumulo, le acque eccedenti scolmate dalla citata vasca sono convogliate verso il settore nord del sito aziendale ed immesse all'interno di una seconda vasca interrata in c.a. (manufatto B) anch'essa con funzione di raccolta, sedimentazione e rilancio al ciclo produttivo. Alla medesima vasca B recapitano altresì le acque meteoriche del piazzale del settore nord tramite deflusso superficiale intercettato dalla canaletta grigliata presente lungo il perimetro nord.

Entrambe le vasche sono dotate di "troppo pieno" che in caso di saturazione delle vasche e contestuale non richiesta in produzione confluiscono le acque all'interno della fognatura di via Dallari mediante il medesimo scarico dedicato.

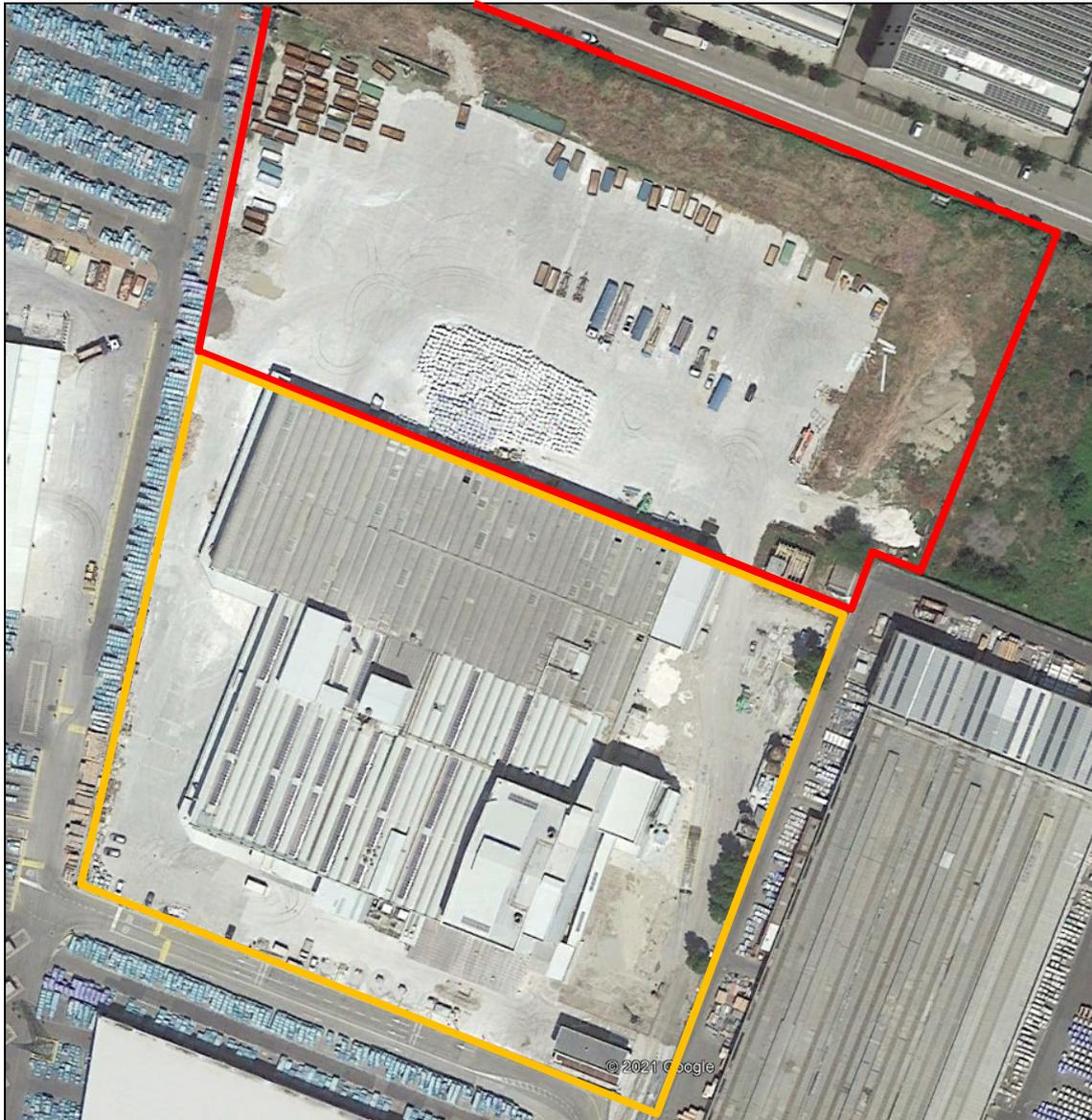


Figura 8 : Stato di fatto della copertura del suolo: In rosso il Settore Nord interessato dal quadro progettuale; in giallo il settore sud indisturbato

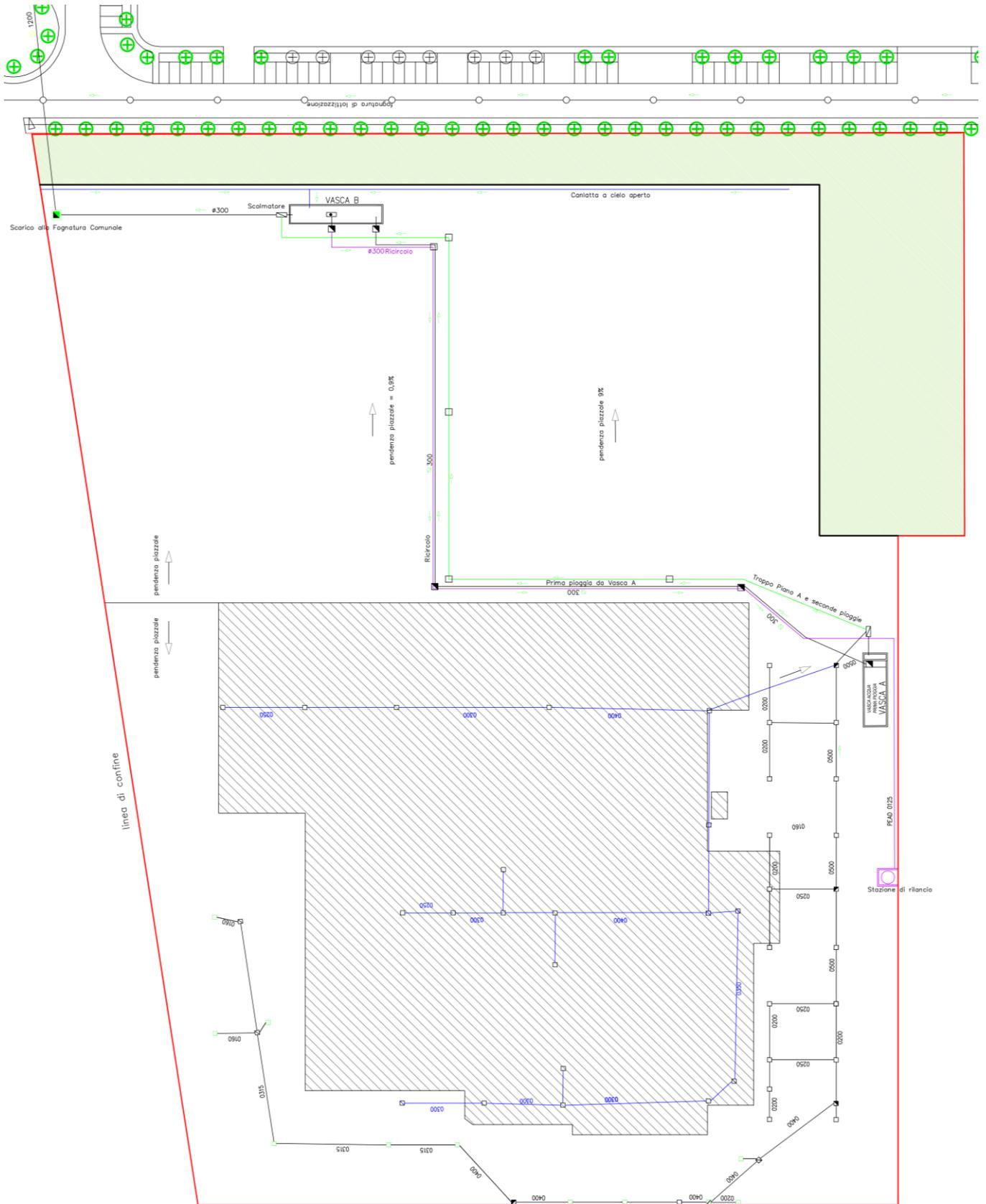


Figura 9: Rete di raccolta e allontanamento acque meteoriche dai piazzali aziendali: Stato di fatto

4.2 STATO DI PROGETTO

Il quadro progettuale prevede l'ampliamento dello stabilimento con la realizzazione di un capannone su parte del piazzale aziendale nord per una nuova superficie coperta di circa 4.373 mq, oltre alla realizzazione di due accessi sul lato nord e parcheggi pertinenziali all'angolo nord-est (2.500 mq), andando di fatto ad intervenire parzialmente sull'area verde.

Le restanti superfici del settore sud manterranno la loro originaria destinazione e copertura del suolo.

Il Quadro progettuale non porterà ad una sostanziale trasformazione del suolo e dell'attuale natura delle superfici scolanti di fatto già quasi completamente pavimentate; dall'attuazione del quadro progettuale non si presume possano insorgere condizioni di drenaggio tali da indurre una differente risposta alle sollecitazioni pluviometriche (Tempi di corrivazione e portate specifiche) rispetto la situazione attuale. Tuttavia, in applicazione del principio di attenuazione idraulica, l'adozione di sistemi di laminazione delle portate allo scarico originate dalle superfici trasformate, consentirà di ridurre le portate allo scarico a favore di un miglior funzionamento della fognatura pubblica.

Il quadro progettuale interverrà esclusivamente all'interno del piazzale aziendale sul fronte nord mantenendo inalterate le superfici e l'attuale gestione delle acque meteoriche del settore Sud. Pertanto le valutazioni e la analisi idrauliche di cui al presente elaborato si riferiranno esclusivamente alle superfici oggetto di trasformazione.

Nell'ambito degli interventi in progetto sul piazzale Nord sarà inoltre predisposta e dato seguito all'allestimento di una più efficiente gestione delle rispettive acque meteoriche.

La raccolta ed il drenaggio delle acque meteoriche delle citate superfici trasformate sarà affidato a pozzetti grigliati collegati ad una rete fognaria bianca di servizio al settore nord. A valle della rete del piazzale nord sarà rispettato il principio di attenuazione idraulica predisponendo un sistema di accumulo in grado di trattenere i volumi della portata eccedenti quella massima rilasciabile.

Nello specifico si propone di intervenire sulla vasca B alla quale recapitano tutte le acque bianche del comparto, riconvertendola a servizio della laminazione oltre che mantenerne la funzione di sedimentazione, accumulo e rilancio acque meteoriche al ciclo produttivo.

Si procederà quindi ad un ampliamento del volume di accumulo, parzializzando con un setto divisorio l'interno in modo da ottenere una prima camera con funzione di accumulo-sedimentazione e ricircolo ed una successiva camera di volano in grado di contenere il volume di laminazione. Il collegamento idraulico fra la camera di sedimentazione-accumulo e quella di laminazione avverrà tramite stramazzo al di sopra del setto di separazione.

Durante l'evento meteorico, una volta raggiunto il massimo livello d'invaso della 1° camera di sedimentazione-accumulo, l'acqua si riverserà nella vasca di laminazione attivando quindi la pompa di sollevamento ed innescando lo scarico controllato in fognatura.

Considerato lo scarico in testa al manufatto, il rilascio delle acque trattenute dalla camera di

volano, qualora non recuperate al ciclo produttivo, avverrà tramite pompa di sollevamento tarata in modo da rilasciare la portata massima ammessa fino al suo completo svuotamento.

Al fine di garantire l'effetto di laminazione, la camera di volano dovrà comunque mantenersi sempre vuota in attesa dell'evento meteorico successivo, con trasferimento delle acque allo scarico oppure alla camera di sedimentazione-accumulo ai fini del rilancio al ciclo produttivo.

Secondo tale configurazione il sistema di laminazione, oltre a garantire l'attenuazione della portata allo scarico, ne ritarderà ulteriormente il rilascio in fognatura a tergo dell'evento meteorico intenso.

Sarà inoltre mantenuto lo scarico di troppo pieno del manufatto per consentire, al pari della condizione ante-opera consolidata, il rilascio del contributo di portata delle aree non soggette ad obbligo di attenuazione idraulica, eccedenti quelle da recuperarsi nella produzione.

Al fine di consentire la rimozione periodica dei sedimenti della prima camera di accumulo e sedimentazione, sarà inoltre allestita una rampa carrabile per agevolare l'accesso al fondo e lo spurgo meccanico.

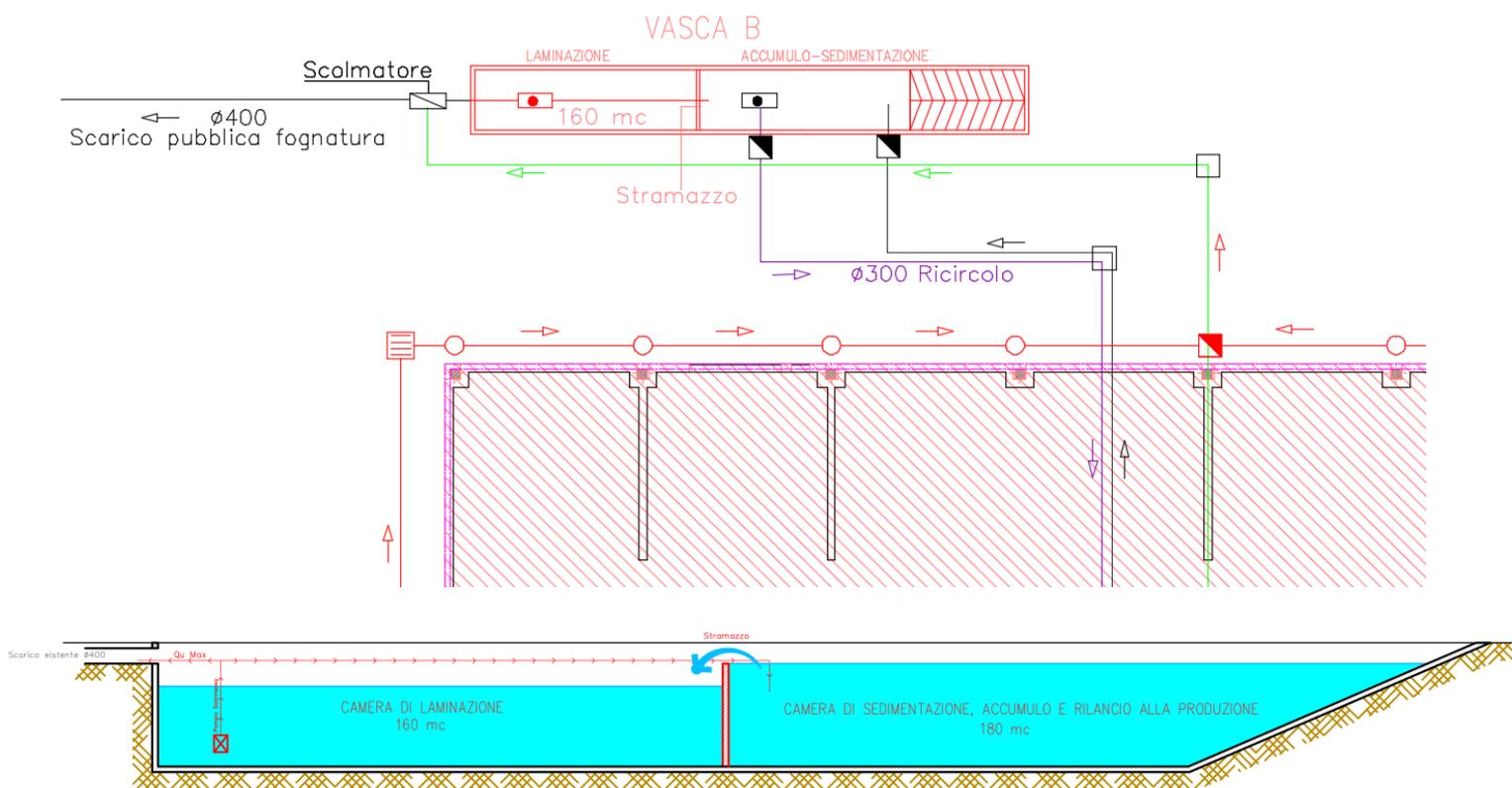


Figura 10: Manufatto B di progetto: Pianta e Sezione

PROGETTO DI AMPLIAMENTO DI FABBRICATI ESISTENTI IN VARINATE AGLI STRUMENTI URBANISTICI
 Ditta SPRAY DRY S.P.A. – Via Emilia Romagna n.15 - 41049 Sassuolo (MO)
RELAZIONE IDRAULICA AI FINI DEL RISPETTO DELL'ATTENUAZIONE IDRAULICA ALLO SCARICO

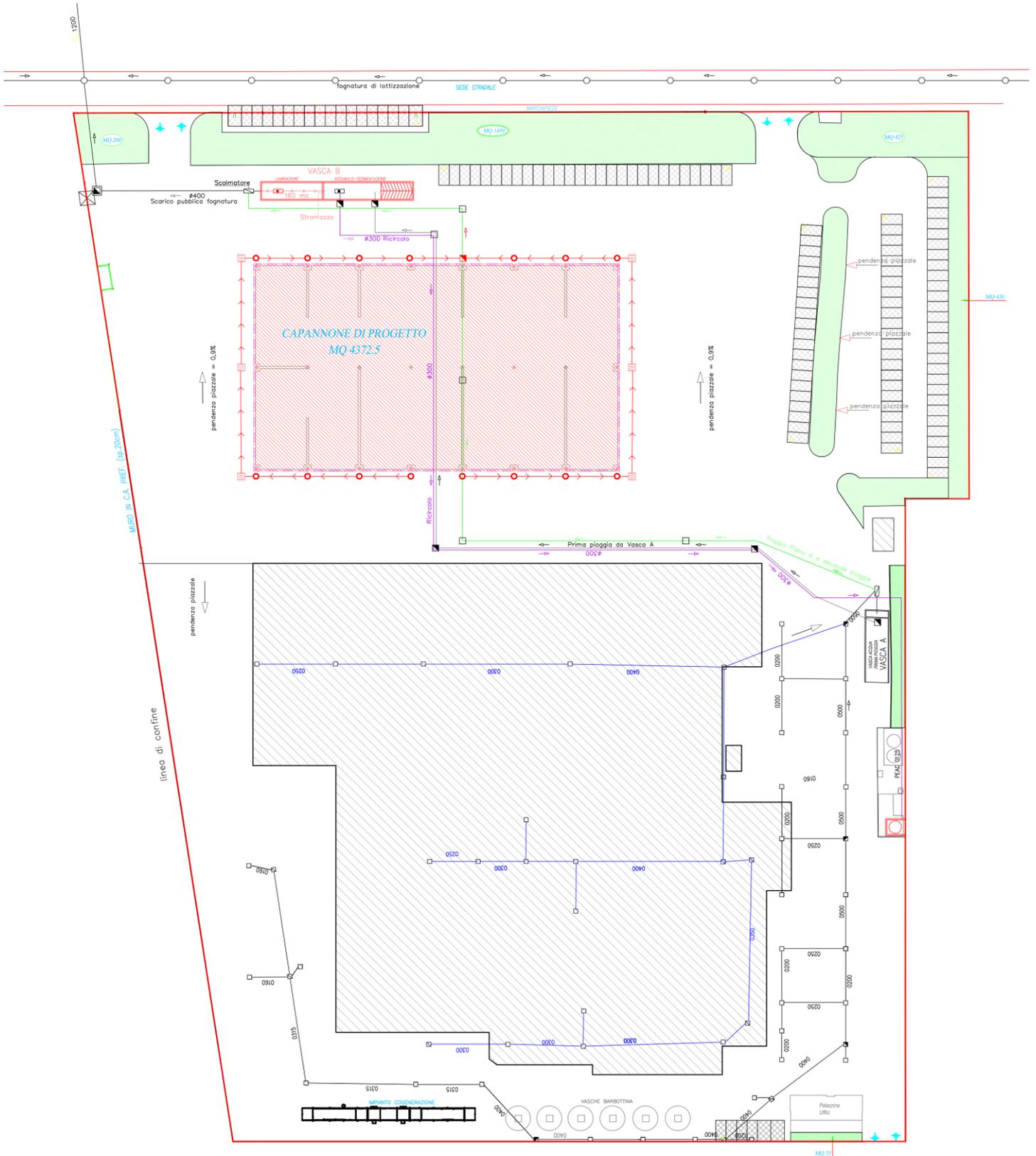


Figura 11: Planimetria di Progetto

5 CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Per la determinazione delle portate allo scarico è necessario identificare ed analizzare il regime pluviometrico delle piogge intense tipico della zona di interesse, definendo la cosiddetta Curva di Possibilità Pluviometrica con l'espressione:

PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE		
FORMULA		$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (50 anni)
Curva di probabilità pluviometrica	$h_{(t)} = at^n$	

Per la definizione dei parametri della curva di possibilità pluviometrica (a , n) si è deciso di fare riferimento ai valori definiti da Hera S.p.a. per il territorio provinciale di Modena (fonte PTCP di Modena) e di cui al "Manuale Tecnico di Riferimento per opere di urbanizzazione" fornito dalla Hera S.p.a.. A tal fine, per il bacino del territorio modenese, Hera S.p.a. adotta una curva di possibilità pluviometrica a 2 rami (1, 2) e a 4 parametri (a_1 , n_1 ; a_2 , n_2) in relazione alla durata dell'evento di pioggia ($d < 1$ ora; $d > 1$ ora) ed al Tempo di Ritorno.

$$h(d, T) = a_1 d^{n_1} \quad d < 1 \text{ h}$$

$$h(d, T) = a_2 d^{n_2} \quad d > 1 \text{ h}$$

Tempo di Ritorno Tr [anni]	d < 1 ora		d > 1 ora	
	a1 [mm/h]	n1	a2 [mm/h]	n2
10	39.5	0.342	36.9	0.245
20	45.6	0.340	42.5	0.235
50	53.5	0.339	49.8	0.245
100	59.4	0.338	55.3	0.216

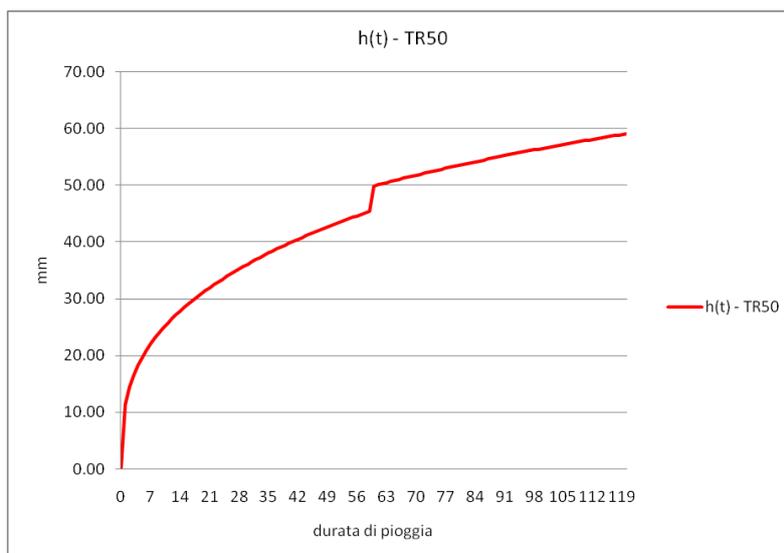


Figura 12: Curva di Possibilità pluviometrica - Territorio Modenese TR=50 anni

6 OBIETTIVO DI ATTENUAZIONE IDRAULICA: COEFFICIENTE UDOMETRICO ATTUALE E DI PROGETTO

Compatibilmente ai cosiddetti “principi di gestione del rischio idraulico sul territorio” richiesti dal Gestore della Rete, trattandosi di un'area già urbanizzata è richiesto il rispetto del principio dell'**Attenuazione Idraulica**, tramite la riduzione di almeno il 50% del coefficiente udometrico (portata specifica per unità di superficie) delle superfici trasformate valutato in condizione ante-opera, per portate meteoriche statisticamente con tempo di ritorno di 50 anni.

La portata che sarà tollerata allo scarico (Q_{max}) in condizione di progetto è quindi determinata a partire dalla stima delle portate meteoriche massime generate dall'area d'intervento nell'attuale stato dei luoghi.

Il quadro progettuale interverrà esclusivamente all'interno del piazzale aziendale sul fronte nord mantenendo inalterate le superfici e l'attuale gestione delle acque meteoriche del settore Sud. Pertanto le valutazioni e la analisi idrauliche di cui al presente elaborato si riferiranno esclusivamente alle superfici oggetto di trasformazione (Piazzale Nord) considerato come un unico bacino scolante, servito da una dedicata rete fognaria separata deputata alla raccolta e allontanamento delle acque di pioggia scolanti il piazzale stesso.

6.1 STIMA DELLE PORTATE METEORICHE GENERATE

La stima delle portate meteoriche generate in condizioni Ante e Post-Opera (Q) è condotta a partire dalla curva di Possibilità Pluviometrica ricavata al paragrafo precedente, adottando come modello di trasformazione afflussi-deflussi il cosiddetto metodo cinematico o razionale.

$$Q = \varphi \cdot i \cdot A$$

φ coefficiente di deflusso medio del bacino considerato;

$i = a \cdot d^{n-1}$ intensità di pioggia corrispondente ad una durata di precipitazione d ;

A la superficie del bacino considerato.

Trattandosi un bacino 'idrologico' corrispondente ad un piazzale/coperture di limitata estensione contraddistinto, sia in condizione ante-opera che di progetto, da una morfologia piana con confrontabili pendenze e copertura/uso del suolo, è possibile ricondurre lo studio idraulico a quello di un unico “serbatoio” caratterizzato da una propria *superficie scolante* (S), un proprio *coefficiente di deflusso* (C) e *tempo di corrivazione* (T_c) caratteristici.

6.1.1 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Il coefficiente di deflusso (φ) del bacino scolante del Piazzale Nord oggetto di analisi è determinato in relazione alla tipologia di utilizzo e dal grado di impermeabilizzazione della superficie scolante, come media pesata delle diverse coperture del suolo sussistenti.

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i \times S_i}{\sum S_i}$$

I valori caratteristici dei coefficienti di deflusso definiti dalla letteratura in funzione della specifica copertura/uso del suolo sono riportati in tabella:

Tipologia uso e copertura del suolo	Coefficiente di deflusso φ
Area agricola lavorata	0,1
Superfici permeabili: Aree verdi, giardini	0,2
Superfici semipermeabili: Parcheggi drenanti, aree carrabili con asfalti speciali drenanti, strade bianche	0,6
Superfici impermeabili: Coperture, pavimentazioni in c.a. e pavimentazioni stradali ordinarie ecc..	0,9

Tabella 1: Coefficienti di deflusso caratteristici dedotti dalla letteratura

Di seguito il calcolo dei coefficienti di deflusso per bacino di indagine in condizione Ante-opera e di progetto:

Coefficiente di deflusso Bacino Scolate				
ANTE OPERA				
Uso - Copertura del suolo	Sup.			φ
PIAZZALE AZIENDALE NORD				
Copertura di fabbricati	0 mq	C1		0.9
Piazzali	16'556 mq	C2		0.9
Aree verdi permeabili	2500 mq	C3		0.2
	S(nord) 19'056 mq		φ(nord)	0.81

Coefficiente di deflusso Bacino Scolate				
POST OPERA				
Uso - Copertura del suolo	Sup.			φ
PIAZZALE AZIENDALE NORD				
Copertura di fabbricati	4'493 mq	C1		0.9
Piazzali + parcheggi	11'403 mq	C2		0.9
Aree verdi permeabili	3'160 mq	C3		0.2
	S(nord) 19'056 mq		φ(nord)	0.78

Tabella 2: Coefficienti di deflusso in condizione Ante-Opera e Post-opera

Come ben evidente, la trasformazione del suolo indotta dal quadro progettuale non comporterà una variazione delle condizioni di copertura ed uso del suolo.

6.1.2 TEMPO DI CORRIVAZIONE (T_c)

L'evento piovoso critico che, a parità di tempo di ritorno, definisce il valore massimo di portata di afflusso, corrisponde a quello di durata pari al tempo di corrivazione (T_c) del bacino oggetto di studio. Pertanto nel modello del metodo razionale si assume $d = T_c$

Nel caso oggetto di studio il bacino considerato corrisponde ad aree di piccole dimensioni, contraddistinte da condizioni di drenaggio e di afflusso alla rete confrontabili e quindi

schematizzabili come unico vaso scolante di caratteristiche medie.

Il tempo di corrivazione è determinato dalla somma di due voci:

$$T_c = t_a + t_r$$

Tempo di accesso alla rete (t_a): Tempo impiegato dalla goccia d'acqua per raggiungere la rete fognaria di allontanamento, ovvero il tempo di percorrenza delle aree scolanti sino al punto di immissione nella rete. Trattasi di un dato di difficile determinazione in quanto funzione di molte variabili quali: tipologia e scabrezza della superficie scolante, pendenza del piazzale, densità di punti di accesso alla rete (caditoie, grigliati ecc..) nonché dall'altezza della pioggia precedente all'evento meteorico critico. Tuttavia il valore normalmente assunto nella progettazione è compreso entro l'intervallo di 5÷20 minuti, con minimi di 5 minuti. I valori più bassi sono generalmente rappresentativi di aree di minore estensione, più attrezzate e di maggiore pendenza e i valori più alti nei casi opposti. Fair (1966) suggerisce ad esempio i seguenti valori:

centri urbani intensivi con frequenti caditoie	$t_a < 5'$
centri commerciali con basse pendenze	$t_a = 10' \div 15'$
aree residenziali estensive con caditoie non frequenti	$t_a > 20'$

Tempo di rete (t_r): Tempo di percorrenza della goccia d'acqua lungo la canalizzazione. L'ipotesi di base del calcolo è quella del moto uniforme.

Il tempo t_r di percorrenza entro il tratto di canalizzazione (lunghezza del percorso L_r) percorso in condizioni di moto uniforme dalla portata idrica di rete Q_r con velocità V_r viene calcolato tramite la relazione:

$$t_r = \frac{L_r}{V_r}$$

In cui L_r è la lunghezza del condotto e V_r la velocità a massimo riempimento (moto uniforme). Il calcolo è condotto considerando il percorso ed il ramo della fognatura più lungo ed una velocità di rete V_r funzione della pendenza, della scabrezza della canalizzazione e generalmente con valori medi compresi fra 0,5 – 1,5 m/s.

In alternativa, il tempo di corrivazione di rete può essere ricavato dalla presente relazione:

$$t_r = \frac{1}{3600} \left[\frac{26,3 (L_r / K_s)^{0,6}}{3600^{0,4} (1-n) (a / 1000)^{0,4} p_r^{0,3}} \right]^{1/(0,6 + 0,4 n)}$$

L_r = lunghezza della rete fino allo scarico;

K_s = coefficiente di Gauckler – Strickler [mc/s] assume valore da 70 – 95 per condotti fognari in plastica;

P_r = pendenza media della rete

Con riferimento alle condizioni ed alla rete di drenaggio attuale e di progetto, adottando la

curva di possibilità pluviometrica definita dalle linee guida di Hera S.p.A per durate di eventi meteorici $d < 1$ h, si riporta di seguito la determinazione dei tempi di corrivazione:

Condizione	S [mq]	φ	Pa	Ta [minuti]	Note
Ante - Opera					
Settore Nord	19'056	0,81	0,9%	20 min	Piazzale con scarsa presenza di caditoie e superficie non perfettamente liscia. Le acque raggiungono la canaletta a cielo aperto sul perimetro nord per deflusso superficiale, con distanze di scorrimento di 80 – 100 metri.
Post - Opera					
Settore Nord	19'056	0,81	0,9%	10 min	Il progetto porterà a creare una rete di raccolta e convogliamento delle acque nel piazzale Nord con l'inserimento di caditorie per accesso alla rete.

Tabella 3: Tempo di accesso alla rete

Condizione	L [m]	Ks medio	Vr [m/s]	Pr media	Tr Moto uniforme [min]	Tr [min]
Ante - Opera						
Settore Nord Canaletta in cemento a cielo aperto sul lato nord	95	60	0,5	0,2%	3,2 min	6,8
Post - Opera						
Settore Nord Rete fognaria in PVC	220	80	0,5	0,2%	7,3 min	10,6

Tabella 4: Calcolo tempo di rete

Stato di fatto Ante - Opera

Bacino del Settore Nord $T_{C_{nord}}(sdf) = 20 + 6,8 = 26,8 \text{ min} \rightarrow 0,45 \text{ ore}$

Progetto Post – Opera

Bacino del Settore Nord $T_{C_{nord}}(pro) = 10 + 10,6 = 20,6 \text{ min} \rightarrow 0,34 \text{ ore}$

6.1.3 PORTATE METEORICHE DI RETE

Applicando la formula del Metodo Razionale, in condizione Ante Opera e di Progetto si ottengono rispettivamente:

Ante - Opera

- Portata di Colmo allo scarico in pubblica fognatura per eventi meteorici di durata inferiore ad 1 ora ($d < 1$ h coincidente al Tempo di Corrivazione medio di bacino) e Tempo di ritorno $TR=50$ anni.

Portata ante-opera	Coeff. Udometrico ante-opera	Note
Piazzale Nord Qu(Sdf) = 0,389 mc/sec	Piazzale Nord U(Sdf) = 0,204 mc/sec*ha	Portata in uscita dalla rete. Area oggetto di trasformazione soggetta a principio di Attenuazione Idraulica

PORTATE DI MASSIMA PIENA ANTE OPERA - PIAZZALE NORD Q _{nord} (sdf)		
FORMULA del METODO RAZIONALE		
$Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$	Q_c	portata al colmo
	c	coefficiente di deflusso
	dove $h_{(t)}$	massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.)
	S	[Km ²] Superficie Bacino
	T_c	[ore] Tempo di corrivazione
		19056 mq
Tempo di ritorno (anni)	Portate al colmo = Q _c [mc/sec]	
20	⇒	0.331
50 d<1ora	⇒	0.389
51 d>1ora	⇒	0.390
100	⇒	0.432

Tabella 5: Portata di Colmo allo scarico in pubblica fognatura - SDF e TR=50 anni

Post - Opera

- Portata di Colmo di progetto all'ingresso del manufatto di laminazione per eventi meteorici di durata inferiore ad 1 ora (d< 1 h e coincidente al Tempo di Corrivazione medio di bacino) e Tempo di ritorno TR=50 anni. Tale valore corrisponde altresì alla portata critica della rete fognaria a monte del manufatto di laminazione.

Portata post-opera Ingresso laminazione	Note
Piazzale Nord Q _e (pro) = 0,468 mc/sec	Portata all'ingresso Q _e del sistema di laminazione Area oggetto di trasformazione soggetta a principio di Attenuazione Idraulica

PORTATE DI MASSIMA PIENA POST OPERA in ENTRATA ALLA LAMINAZIONE - Q _e NORD(pro)		
FORMULA del METODO RAZIONALE		
$Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$	Q_c	portata al colmo
	c	coefficiente di deflusso
	dove $h_{(t)}$	massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.)
	S	[Km ²] Superficie Bacino
	T_c	[ore] Tempo di corrivazione
		19056 mq
Tempo di ritorno (anni)	Portate al colmo = Q _c [mc/sec]	
20	⇒	0.384
50 d<1ora	⇒	0.451
51 d>1ora	⇒	0.465
100	⇒	0.501

Tabella 6: Portata di Colmo all'ingresso della vasca di laminazione del piazzale Nord oggetto di trasformazione - PRO e TR=50 anni

6.1.4 OBIETTIVO DI ATTENUAZIONE IDRAULICA DELLE AREE OGGETTO DI TRASFORMAZIONE

In relazione all'obiettivo di "Attenuazione Idraulica" della portata idrica allo scarico delle superfici trasformate, da conseguirsi mediante la sua riduzione ad almeno il 50% di quella registrata in condizione ante-opera, il quadro progettuale dovrà prevedere l'inserimento di un sistema di laminazione delle portate defluenti in pubblica fognatura in modo da limitare i volumi provenienti dalla superficie trasformata ai seguenti valori:

$$U(\text{Pro})_{\text{NORD}} = 50\% \times U(\text{sdf})_{\text{NORD}} = 0,204 \div 2 = 0,102 \text{ mc/sec*ha} \quad \text{Coeff. Udometrico Progetto}$$

$$Q_{\text{uNORDmax}} = U(\text{Pro})_{\text{NORD}} \times S_{(\text{NORD})} = 0,195 \text{ mc/sec}$$

A seguito dell'intervento di ampliamento dell'attività produttiva nel sito di Spray Dry di Via Emilia Romagna n. 15, il contributo dell'afflusso in pubblica fognatura derivante dalla superficie trasformata incide per una portata non superiore a 0,207 mc/sec, corrispondente ad un coefficiente udometrico di 0,11 mc/sec*ha.

Rimarranno invece invariate le portate di scarico legate al contributo del piazzale sud non interessato dal quadro progettuale. Saranno infatti portati allo scarico i volumi di troppo pieno, in esubero rispetto quelli accumulati e riciccolati alla produzione.

7 DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Con riferimento alla rete fognaria di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche del Piazzale Nord oggetto di progetto, sarà di seguito determinato il volume di laminazione da trattenere in applicazione del principio di attenuazione idraulica.

Il volume di laminazione è determinato in relazione alla portata massima accettabile allo scarico rispetto a quella confluyente in condizioni di progetto. Esso corrisponde all'eccedenza delle acque meteoriche di dilavamento delle precipitazioni limite (Q_e (pro)), da trattenere in relazione a quelle rilasciabili in pubblica fognatura ($Q_{u_{max}}$ (pro)).

Trattandosi di un bacino idrologico di calcolo corrispondente ad un piazzale di limitata estensione contraddistinto da una morfologia sostanzialmente pianeggiante, è possibile ricondurre lo studio idraulico della rete fognaria a quello di un unico "serbatoio" caratterizzato da una *superficie scolante* (S_i), un *coefficiente di deflusso* (ϕ) ed un determinato *tempo di corrivazione* (T_{ci}) caratteristici.

Una volta definita la curva di possibilità pluviometrica e quindi l'evento critico di progetto, per la trasformazione afflussi-deflussi, il calcolo della portata affluente in ingresso (Q_e) e la successiva determinazione dei volumi di laminazione (W) necessari a garantire la portata massima in uscita prestabilita ($Q_{u_{max}}$) esistono svariati modelli e metodi di calcolo.

A tale proposito in via cautelativa si propone la valutazione del volume di laminazione secondo i due diversi approcci suggeriti dalla letteratura:

- Metodo dell'invaso lineare;
- Metodo cinematico

Metodo Moriggi e Zampaglione – metodo dell'invaso lineare

Una volta calcolata la Q_e (pro) con il metodo dell'invaso lineare e fissata la portata $Q_{u_{max}}$ pari a 0,195 mc/sec come sopra ricavate, è possibile procedere al dimensionamento del volume necessario per garantire il processo di laminazione, che si quantifica, in prima approssimazione, utilizzando la metodologia proposta da Moriggi – Zampaglione. Tale modello schematizza il funzionamento del bacino a quello di un Serbatoio Lineare alimentato da una pioggia di intensità e coefficiente di deflusso costanti.

$$K = 0,7tc \quad Q_e = 0,65 \times S \times \phi \times a \times K^{n-1}$$

$$m = \frac{Q_e}{Q_u}$$

$$C = \frac{0,165n}{\frac{1}{m} + 0,01} - \frac{\frac{1}{m} - 0,1}{30} + 0,5$$

Determinati il coefficiente di laminazione m , corrispondente al rapporto fra la portata in entrata ($Qe(pro)$) e quella di progetto all'uscita ($Qumax$), e il coefficiente C , è possibile ricavare il Tempo Critico della vasca Tv :

$$tcr = \frac{1}{C} \left(\frac{Qu}{n\varphi Sa} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Da dove è possibile ricavare il Volume di laminazione dall'espressione:

$$W = \Delta v + \varphi Sa tcr^n \left[0,95 - \left(\frac{1}{m} \right)^{0,67} \right]^{1,5} - \Delta p$$

dove

- S** Superficie scolante
- φ** Coefficiente di deflusso del bacino
- a, n** Parametri della curva di possibilità pluviometrica con $Tr= 50$ anni
- t_c** Tempo di Corrivazione
- K** Costante d'invaso lineare
- Q_e** Portata di progetto in entrata alla vasca di laminazione ($Qe(pro)$)
- Q_u** Portata di progetto in uscita dalla vasca di laminazione, corrispondente a quella massima ammessa allo scarico ($Qumax$)

Metodo Razionale o Cinamatico

L'applicazione di questo metodo comporta l'adozione di un processo di trasformazione afflussi-deflussi basato su un modello di tipo cinematico. Si parte dal presupposto che la portata uscente dal bacino cresca gradualmente, dall'inizio della precipitazione meteorica, fino a raggiungere un valore massimo al tempo t_c corrispondente al tempo di corrivazione calcolato in condizione di progetto.

Dall'istante t_c in poi all'afflusso in rete contribuisce tutto il bacino e quindi la portata in ingresso assume il suo valore massimo pari alla portata di colmo (Q_c). La portata rimane quindi costante fino al momento in cui si esaurisce l'evento piovoso.

L'evento piovoso critico che, a parità di tempo di ritorno, definisce il valore massimo di portata di afflusso (Portata di Colmo $Q_e (pro)$ in ingresso alla vasca in condizioni di progetto), corrisponde quindi a quello di durata pari al tempo di corrivazione (t_c) del bacino oggetto di studio (vedi 6.1.3). Pertanto nel modello del metodo razionale per il dimensionamento della rete si assume un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione t_c .

Nell'applicazione del metodo razionale per il dimensionamento dei manufatti di laminazione si assumono le seguenti ipotesi:

- precipitazione meteorica con intensità costante;
- svuotamento del volume di laminazione a portata costante ($Q_{max}=cost$).

Le espressioni che determinano la durata critica della vasca (t_{cv}) ed il conseguente volume massimo d'invaso sono quindi le seguenti:

$$t_{cv} \Rightarrow n \cdot \varphi \cdot S \cdot t_{cv}^{n-1} + \frac{(1-n) \cdot t_c \cdot Qu_{max}^2 \cdot t_{cv}^{-n}}{\varphi \cdot S \cdot a} - Qu_{max} = 0$$

$$V_{lam} = \varphi \cdot S \cdot a \cdot t_{cv}^n + \frac{t_c \cdot Qu_{max}^2 \cdot t_{cv}^{(1-n)}}{\varphi \cdot S \cdot a} - Qu_{max} \cdot t_{cv} - Qu_{max} \cdot t_c$$

dove

S Superficie scolante

φ Coefficiente di deflusso del bacino

a, n Parametri della curva di possibilità pluviometrica

t_c Tempo di Corrivazione della rete

Nella schematizzazione del modello afflussi-deflussi il metodo della corrivazione tiene conto del fenomeno del ritardo, inteso come il tempo necessario (t_c) affinché il volume di pioggia caduta sulla superficie scolante raggiunga la sezione chiusura del collettore.

Applicando i due metodi sopra illustrati si ottengono i seguenti risultati:

PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

TR = 50 anni	$h_{(t)} = 53,5 \times t^{0,339}$	
Curva di Possibilità Pluviometrica a due parametri (a, n) tratta dalle Linee Guida del gestore della rete Hera S.p.a.	n	0,339
	a	53,5 mm/h

PARAMETRI DI IN-PUT ALL'APPLICAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

Coeff. Udometrico Ante - Opera	U_{sdf}	0,204 mc/(s ha)
Coeff. Udometrico di progetto (50% U_{sdf})	U_{pro}	0,102 mc/(s ha)
Portata in uscita ammessa in uscita alla rete	Qu_{max}	0,195 mc/s
Superficie del Bacino	S	19'056 mq
Tempo di Corrivazione	Tc	0,34 ore
Coefficiente di Deflusso	φ	0,78

VOLUME DI LAMINAZIONE - METODO DELL'INVASO LINEARE		
Costante d'Invaso Lineare	K	0.238 Ore
Portata di Colmo in ingresso alla vasca	Qe	0,38 mc/sec
Fattore di laminazione	m	1,90
Tempo Critico della vasca	t _{cv}	0,4 ore
Volume di Laminazione	V_{lam}	Ca. 100 mc

VOLUME DI LAMINAZIONE - METODO CINEMATICO		
Tempo Critico della vasca	t _{cv}	0,39 ore
Volume di Laminazione	V_{lam}	ca. 185 Mc

PORTATA DI COLMO CRITICA DELLA RETE – METODO CINEMATICO		
Tempo di Corrivazione	t _c	0,34 ore
Portata di Colmo critica della rete corrispondente alla portata in ingresso alla vasca	Q_c	0,45 mc/sec

Applicando cautelativamente un aumento del 10% al valor medio dei Volumi di laminazione calcolati con il metodo delle piogge e cinematico si ottiene un Volume minimo di laminazione da porre a servizio della Rete della superficie trasformata del Piazzale Nord pari a:

Volume di Laminazione minimo V_{lam} **160 Mc**

Il citato volume di laminazione sarà soddisfatto ampliando e ricreando all'interno della vasca B una camera di volano (15 m x 4 m x 3m (h)), con scarico in testa regolato da una pompa appositamente tarata per il transito di una portata verso la fognatura di non più di 195 l/sec.

8 CONCLUSIONE

Il progetto di ampliamento dell'attività produttiva dello stabilimento SPRAY DRY di Sassuolo, andrà ad intervenire esclusivamente nella porzione del piazzale aziendale Nord, allestendo una dedicata rete fognaria bianca. La realizzazione del nuovo capannone aziendale unitamente alla nuova area di parcheggio pertinenziale non costituisce trasformazione sostanziale del suolo in quanto area già urbanizzata.

Tuttavia, in adempimento alle disposizioni Hera, gestore della rete fognaria recapito ultimo delle acque bianche aziendali, l'attivazione del citato progetto impone l'applicazione del principio **dell'Attenuazione Idraulica** allo scarico delle superfici scolanti trasformate. Si renderà di fatto necessario l'inserimento di un sistema di laminazione della portata meteorica in uscita in grado di ridurre al 50% l'attuale coefficiente udometrico delle superfici trasformate, calcolato adottando un tempo di ritorno delle piogge intense di 50 Anni.

Alla luce delle valutazioni condotte, si è quindi determinato:

1. Il coefficiente udometrico sup. trasformate: ante - opera
2. Coefficiente udometrico sup. trasformate: progetto
3. Volume di laminazione minimo
4. Portata Massima allo scarico dalla vasca di laminazione
5. Scarico in testa al manufatto tramite pompa sommersa

$$U(Sdf) = 204 \text{ l/sec*ha}$$

$$U(Pro) = 102 \text{ l/sec*ha}$$

$$W_{min} = 160 \text{ mc}$$

$$Q_{max} = 195 \text{ l/sec}$$