



*Intervento di ampliamento dello stabilimento
di Corte Tegge a Cavriago*

- via Lama 2/A -

RELAZIONE di COMPATIBILITA' IDRAULICA

REV 1



PROGETTISTA: ING. FERNANDO SASSI

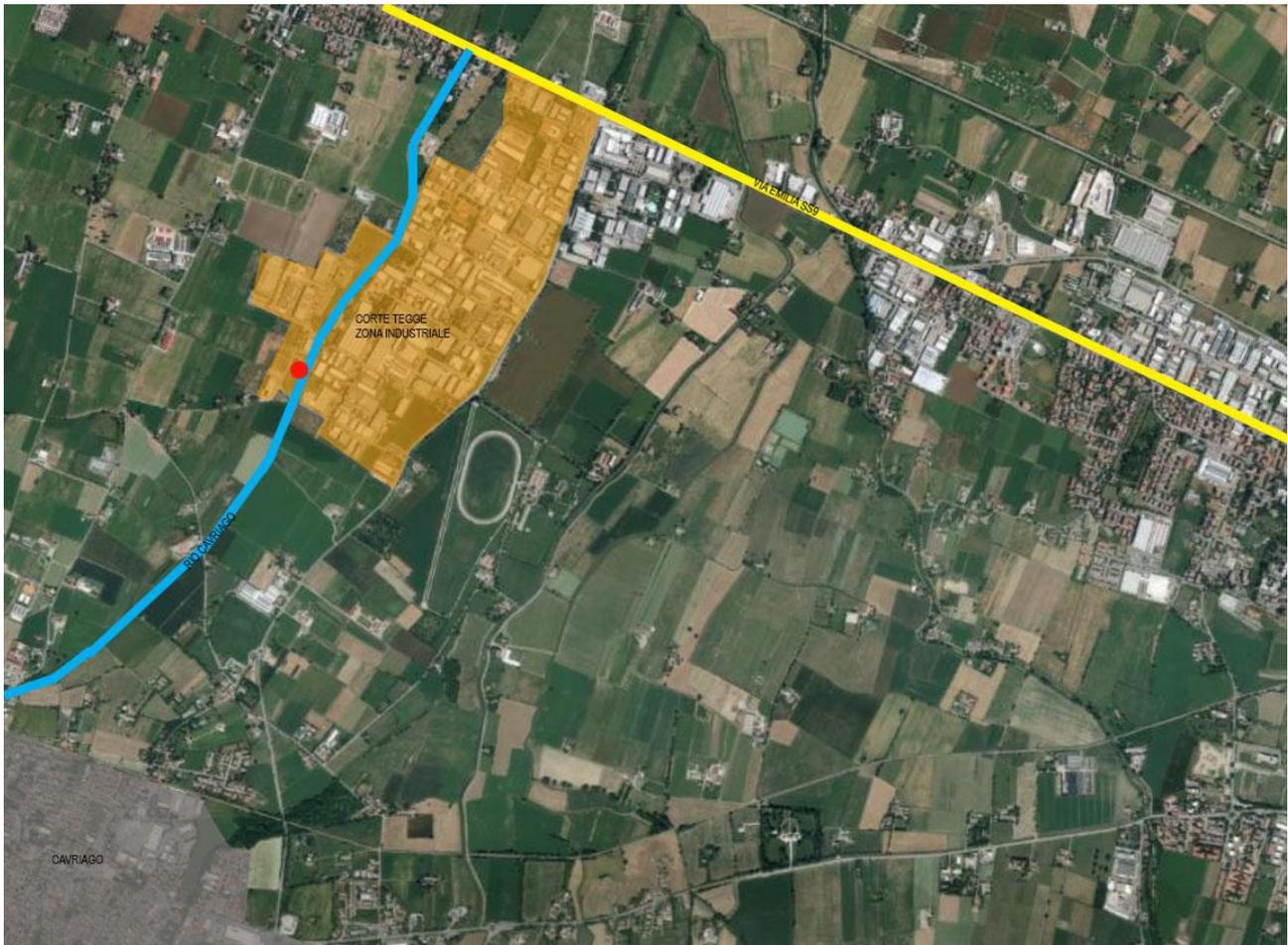
PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
COMUNE DI CAVRIAGO

maggio 2025

INDICE

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
2. PGRA	5
3. CALCOLO DELLE PORTATE METEORICHE:	8
4. LAMINAZIONE:	13
5. MODALITA' DI SCAVO, POSA, RINFIANCO E RINTERRO	14
6. MANUFATTI	16
7. NORMATIVA	17
APPENDICE 1: DIMENSIONAMENTO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE	20
<i>ALLEGATI (fuori testo)</i>	23

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE



AREA DI INTERVENTO

L'intervento si trova all'interno dell'area industriale di Corte Tegge, tra l'infrastruttura viaria della via Emilia ed il centro del Comune di Cavriago, in un contesto di pianura. Vicino scorre il Rio Cavriago.

I dati catastali di riferimento sono Foglio 4, mappale 631 (fabbricato esistente) e 650 (area di intervento).

Si confronti l'estratto di mappa catastale sotto riportato per il dettaglio.

N=4952000

E=1622000

Direzione Provinciale di Reggio Nell'Emilia Ufficio Provinciale - Territorio - Direttore DONATELLA PIERLEONI



Vis. tel. (0.90 euro)

Comune: (RE) CAVRIAGO
Foglio: 4

Scala originale: 1:2000
Dimensione cornice: 776.000 x 552.000 metri

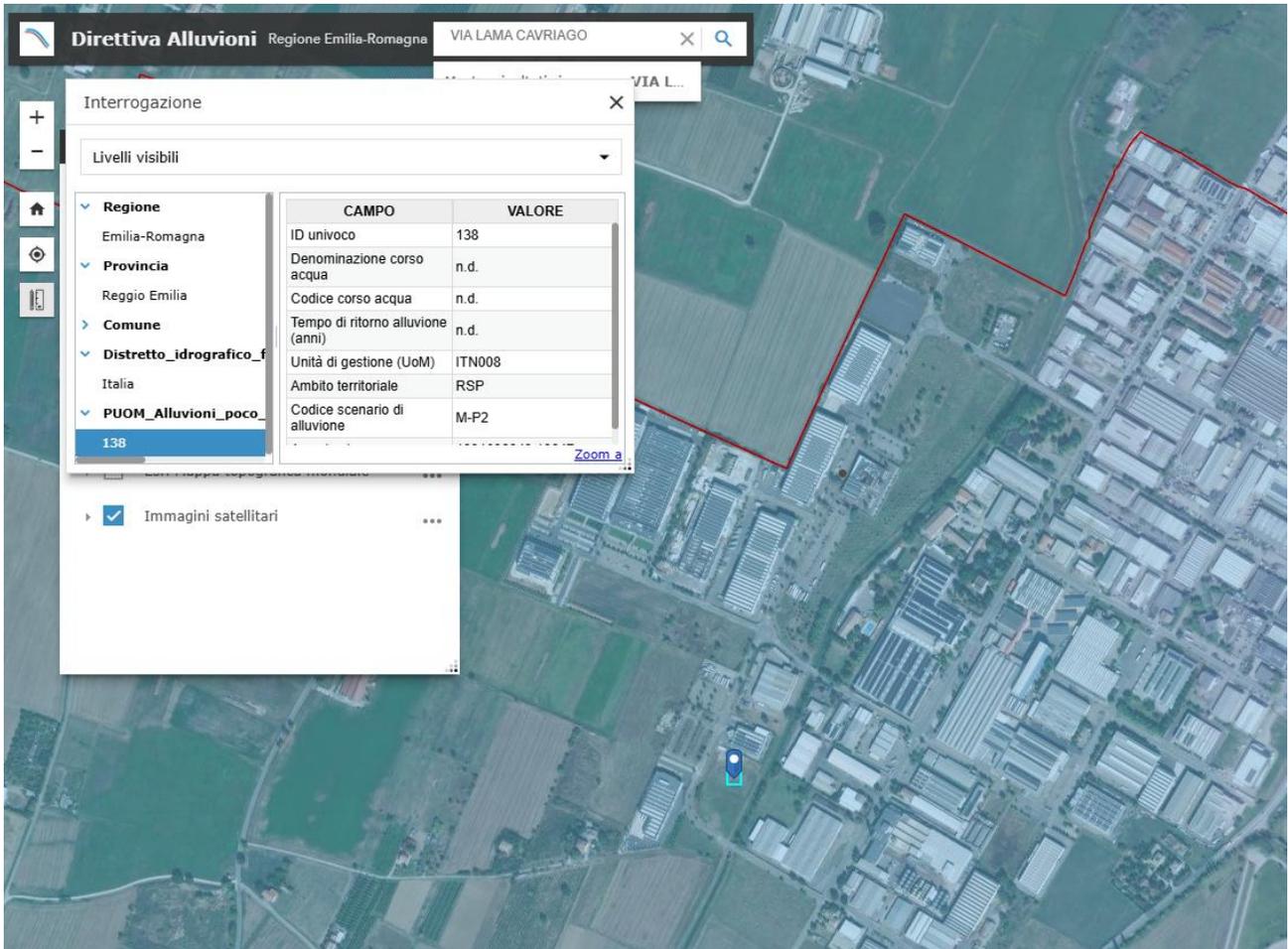
13-Dic-2023 17:44:53
Protocollo pratica T365218/2023

I Particella: 650

2. PGRA

Si riporta:

Un'Immagine desunta dalla cartografia interattiva:



The screenshot shows the 'Direttiva Alluvioni' web application interface. At the top, the title 'Direttiva Alluvioni' is followed by 'Regione Emilia-Romagna' and a search bar containing 'VIA LAMA CAVRIAGO'. On the left, there are navigation icons for zooming in (+), zooming out (-), home, and a layer control icon. The main content area is a satellite map of Cavriago, with a red boundary highlighting a specific area. An 'Interrogazione' popup window is open, displaying a table of attributes for the selected area (ID 138). The table has two columns: 'CAMPO' and 'VALORE'. Below the table, there is a 'Zoom a' link and a layer control section with 'Immagini satellitari' checked.

CAMPO	VALORE
ID univoco	138
Denominazione corso acqua	n.d.
Codice corso acqua	n.d.
Tempo di ritorno alluvione (anni)	n.d.
Unità di gestione (UoM)	ITN008
Ambito territoriale	RSP
Codice scenario di alluvione	M-P2

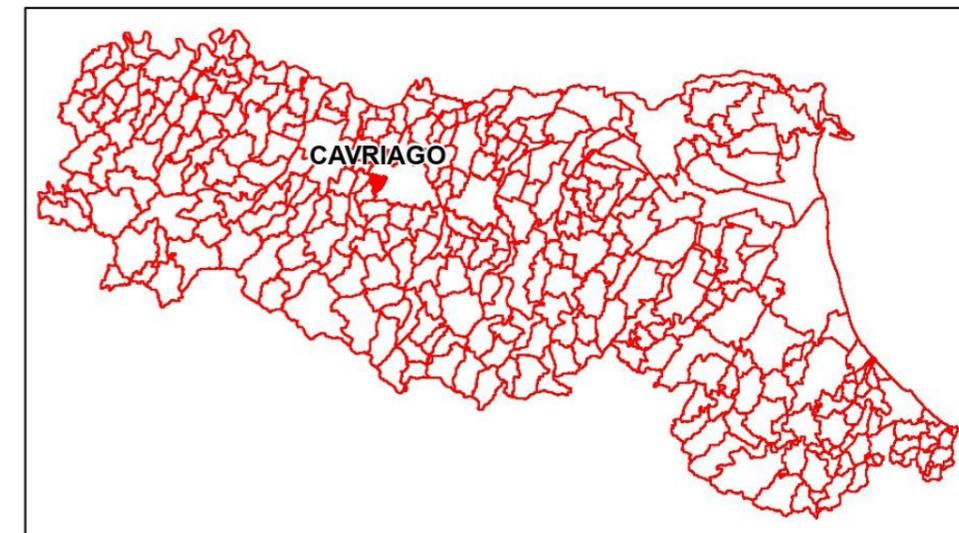
Tavola del PGRA del Comune di Cavriago:



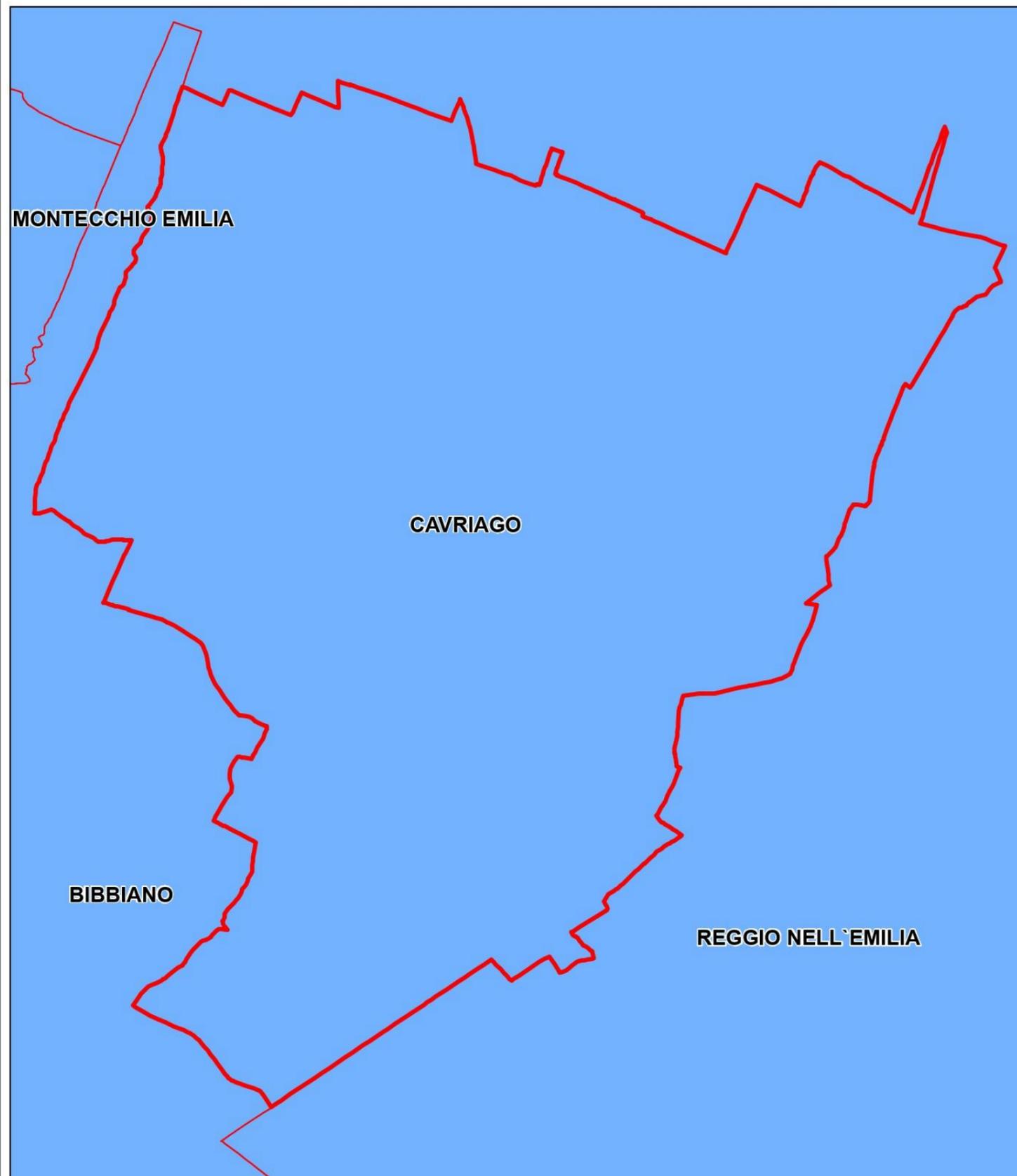
PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI* - Il ciclo di attuazione
Scenari di pericolosità nelle aree allagabili
Comune di CAVRIAGO
Reticolo Secondario di Pianura (RSP)

Legenda

-  H-P3: Alluvioni frequenti (TR: 20-50 anni) - elevata probabilità
-  M-P2: Alluvioni meno frequenti (TR: 100-200 anni) - media probabilità
-  L-P1: alluvioni rare (TR: fino a 500 anni) - bassa probabilità



*Ultimo aggiornamento aprile 2022



PGRA e compatibilità idraulica

Con riferimento alla cartografia del Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) sono stati definiti i livelli di pericolosità e di rischio idraulico dell'area in esame, il tutto con riferimento al cosiddetto Reticolo Secondario di Pianura, a cui appartengono i corsi d'acqua gestiti dal Consorzio quale il Rio di Cavriago.

In tal senso si è poi proceduto alla verifica di compatibilità idraulica in conformità alla DGR 1300/2016. In particolare, con riferimento al paragrafo 5.2 della DGR 1300/16, si dimostra di seguito l'adozione di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte alle piene, anche ai fini della salvaguardia della vita umana. In assenza di indicazioni specifiche sui tiranti idrici di allagamento, il Consorzio indica di tenere conto di uno scenario di pericolosità causato dalla fuoriuscita di acqua dalla sommità arginale del Rio di Cavriago pari a 10÷20 cm e da una velocità di deflusso della piena minore o uguale a 0.4 m/s.

Nella fattispecie occorre, innanzitutto, osservare che trattasi di un territorio che degrada da sud verso nord e tendenzialmente verso est, cioè verso l'area agricola e non quella industrializzata per cui l'eventuale esondazione del Rio avverrà verso est, vale a dire dalla parte opposta rispetto all'intervento in questione. In ogni caso, l'eventuale tirante di 20 cm sul ciglio di sponda del corso d'acqua resta confinato dal muretto di recinzione e proprietà che è furi terra.

Per quanto riguarda poi altre misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture occorre sottolineare che:

- a.1. la quota minima del primo piano utile degli edifici, ancorché vincolato dalla quota della porzione di edificio esistente di cui il presente costituisce un ampliamento, è ad altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;
- a.2. non sono previsti piani interrati o seminterrati.

Inoltre, al fine di proteggerei beni immobili da eventuali ruscellamenti provenienti da monte, cioè da sud verso nord, sul limite sud dell'intervento vi è un'area verde a quota sensibilmente inferiore alla lottizzazione.

3. CALCOLO DELLE PORTATE METEORICHE:

La stima delle portate meteoriche addotte dalle superfici urbane ai recapiti è stata effettuata con procedimenti basati sulla formula razionale o su modelli ad essa equivalenti:

$$Q = u \cdot A \cdot \phi \quad (1)$$

ove ϕ è il coefficiente d'assorbimento medio ponderale del bacino di area A [ha] sotteso dalla sezione di calcolo, Q [l/s] è la portata di dimensionamento, u è il coefficiente udometrico [l/s.ha] in caso di perdite nulle.

Nella moderna interpretazione della (1) si ritiene opportuno applicare la metodologia descritta ed adottata dalla Regione Lombardia nell'ambito del Piano Regionale di Risanamento delle Acque in cui viene fornita una opportuna tabella per la valutazione del coefficiente u/a in funzione della costante temporale K del bacino sotteso e dell'esponente n della curva di possibilità pluviometrica espressa nella forma:

$$h = a \cdot t^n \quad (2)$$

rappresentativa del regime pluviometrico della zona in esame.

I valori del coefficiente u/a della suddetta tabella, di cui se ne allega debita copia alla presente relazione (Tabella 1), sono stati ricavati adottando uno ietogramma sintetico ad intensità variabile (tipo Chicago) ed il modello dell'invaso lineare con valore K della costante temporale.

Dal punto di vista operativo si è così proceduto:

1. Scelta del tempo di ritorno T a cui riferire l'evento meteorico di sollecitazione del sistema; nel caso specifico, viste le caratteristiche e l'importanza dell'opera viene adottato $T=10$ anni.
2. Valutazione della curva di possibilità pluviometrica (2) caratterizzante la zona in esame e riferita al tempo di ritorno $T=10$ anni. A tale proposito è da osservare che l'esponente n generalmente assume valori differenti al variare della durata t della pioggia; nella predisposizione della Tabella 1 riportata è stato tenuto conto di ciò calcolando il coefficiente u in funzione di curve di possibilità pluviometrica caratterizzate da un unico valore di a e di due esponenti n_1 e n_2 , indicati nella tabella stessa, validi rispettivamente per le durate inferiori e superiori all'ora.

Le linee segnalatrici prese a riferimento nel presente lavoro sono quelle fornite dal gestore del Servizio Idrico Integrato IRETI che risultano più dettagliate sul territorio ed aggiornate di quelle in uso al Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale anche se, al vero le differenze tra i valori di riferimento delle curve raramente risultano significative nei dimensionamenti.

Comune	T _r = 5 anni				T _r = 10 anni				T _r = 20 anni				T _r = 30 anni				T _r = 50 anni				T _r = 100 anni				T _r = 200 anni			
	τ < 1 ora		τ > 1 ora		τ < 1 ora		τ > 1 ora		τ < 1 ora		τ > 1 ora		τ < 1 ora		τ > 1 ora		τ < 1 ora		τ > 1 ora		τ < 1 ora		τ > 1 ora		τ < 1 ora		τ > 1 ora	
	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
Albinea	35.5	0.637	29.0	0.345	40.7	0.611	34.9	0.339	45.6	0.592	40.6	0.335	48.4	0.583	43.8	0.333	52.0	0.573	47.9	0.330	56.7	0.562	53.3	0.328	61.5	0.553	58.8	0.325
Bagnolo	40.5	0.655	34.7	0.239	48.5	0.632	41.9	0.230	56.2	0.617	48.9	0.224	60.6	0.610	52.9	0.221	66.2	0.602	57.9	0.218	73.6	0.593	64.7	0.215	81.0	0.585	71.4	0.212
Baiso	29.8	0.682	24.4	0.400	33.2	0.662	28.7	0.400	36.4	0.647	32.8	0.400	38.3	0.639	35.1	0.400	40.6	0.631	38.0	0.400	43.8	0.621	42.0	0.400	46.9	0.613	45.0	0.400
Bibbiano	38.8	0.560	34.0	0.270	46.3	0.515	40.7	0.259	53.5	0.485	47.0	0.251	57.7	0.472	50.7	0.247	62.8	0.458	55.3	0.243	69.9	0.443	61.5	0.238	76.8	0.431	67.7	0.234
Boretto	34.4	0.670	31.9	0.255	39.5	0.640	38.9	0.248	44.5	0.618	45.6	0.243	47.3	0.608	49.5	0.240	50.8	0.597	54.4	0.240	55.6	0.585	60.9	0.239	60.4	0.575	67.4	0.238
Brescello	39.5	0.665	35.8	0.253	48.3	0.635	43.5	0.240	56.7	0.615	51.0	0.231	61.5	0.606	55.3	0.227	67.6	0.597	60.7	0.222	75.7	0.587	67.9	0.217	83.9	0.579	75.2	0.212
Busana	40.7	0.700	40.0	0.403	47.3	0.680	46.9	0.380	53.7	0.665	53.6	0.363	57.3	0.659	57.5	0.354	61.9	0.651	62.3	0.343	68.1	0.643	68.9	0.331	74.2	0.636	75.5	0.321
Cadelbosco Sopra	40.5	0.645	35.3	0.235	49.3	0.620	43.8	0.223	57.7	0.603	52.0	0.214	62.5	0.596	56.7	0.210	68.6	0.588	62.6	0.206	76.7	0.580	70.5	0.201	84.8	0.573	78.5	0.197
Campagnola	37.8	0.670	32.7	0.243	45.5	0.650	39.4	0.238	53.0	0.636	45.9	0.236	57.3	0.631	49.6	0.238	62.6	0.625	54.3	0.239	69.8	0.618	60.6	0.241	77.0	0.613	66.9	0.242
Campegine	41.8	0.618	37.2	0.227	50.8	0.596	45.4	0.210	59.4	0.581	53.4	0.199	64.4	0.574	58.0	0.193	70.6	0.568	63.7	0.187	79.0	0.560	71.4	0.181	87.4	0.554	79.2	0.175
Canossa (ex Ciano)	32.9	0.630	29.4	0.323	38.8	0.592	35.4	0.312	44.4	0.567	41.2	0.304	47.7	0.555	44.5	0.300	51.8	0.543	48.7	0.295	57.2	0.529	54.3	0.291	62.7	0.518	59.9	0.287
Carpi	30.9	0.687	27.3	0.372	35.7	0.667	31.9	0.368	40.2	0.653	36.4	0.365	42.9	0.646	38.9	0.364	46.1	0.638	42.1	0.362	50.6	0.630	46.4	0.360	55.0	0.623	50.7	0.358
Casalgrande	33.8	0.628	29.0	0.345	39.9	0.600	33.8	0.342	45.8	0.580	38.4	0.339	49.2	0.571	41.0	0.338	53.4	0.561	44.3	0.336	59.1	0.551	48.7	0.335	64.8	0.542	53.1	0.333
Casina	30.5	0.663	27.3	0.373	35.7	0.633	31.7	0.372	40.6	0.613	35.9	0.371	43.4	0.603	38.3	0.370	47.0	0.593	41.3	0.370	51.8	0.582	45.4	0.369	56.5	0.572	49.4	0.369
Castellarano	30.2	0.652	26.2	0.382	35.3	0.626	30.4	0.387	40.2	0.608	34.5	0.390	43.1	0.599	36.9	0.392	46.6	0.590	39.8	0.394	51.4	0.580	43.7	0.396	56.1	0.572	47.7	0.397
Castelnovo ne' Monti	33.7	0.693	33.0	0.343	39.3	0.657	37.8	0.333	44.7	0.632	42.4	0.325	47.8	0.620	45.0	0.321	51.7	0.608	48.3	0.317	57.0	0.594	52.7	0.312	62.2	0.583	57.2	0.307
Castelnovo Sotto	40.2	0.651	36.7	0.230	48.9	0.633	45.7	0.218	57.3	0.621	54.3	0.209	62.2	0.616	59.3	0.205	68.2	0.609	65.5	0.201	76.3	0.599	74.0	0.196	84.5	0.591	82.4	0.193
Cavriago	39.4	0.590	33.9	0.263	48.0	0.560	41.2	0.249	56.3	0.540	48.2	0.239	61.1	0.531	52.2	0.235	67.1	0.522	57.2	0.230	75.1	0.513	64.0	0.224	83.1	0.505	70.8	0.219

Da tale pubblicazione sopra riportata in stralcio si evince che per un tempo di ritorno T=10 anni i coefficienti a ed n a Cavriago valgono rispettivamente:

T < 1ora

a (mm ora⁻ⁿ)= 48.0

n(-) = 0.560

T > 1ora

a (mm ora⁻ⁿ)= 41.2

n(-) = 0.249

Sempre da tale pubblicazione si evince che per un tempo di ritorno T=50 anni che saranno utilizzati per il calcolo delle laminazioni i coefficienti a ed n valgono rispettivamente:

T < 1ora

a (mm ora⁻ⁿ)= 67.1

n(-) = 0.522

T > 1ora

a (mm ora⁻ⁿ)= 57.2

n(-) = 0.230.

3. Stima della costante temporale K del bacino: essa viene assunta pari al 70% del tempo di corrivazione del bacino, il quale a sua volta è stato calcolato attraverso la relazione:

$$T_0 = T_{rete} + T_{base} \quad (3)$$

in cui T_{rete}[s] è il tempo di corrivazione della rete di drenaggio e T_{base}[s] è il cosiddetto tempo di entrata.

Il T_{rete} è calcolabile come rapporto tra la lunghezza L[m] del percorso idraulicamente più lungo della rete e la velocità V[m/s] di riferimento della corrente che, viste le pendenze dei condotti della zona in esame, può essere assunta pari a 1,0 m/s. Il tempo base viene ragionevolmente assunto pari a 12 minuti.

4. Valutazione del rapporto u/a per mezzo della Tabella 1a riportata con i valori di n1, n2 e K calcolati come sopra. Si deve tener presente che nei bacini urbani il rapporto u/a dipende essenzialmente dal picco di precipitazione che a sua volta è legato all'esponente n1 relativo alle brevi durate. Ne consegue che la Tabella 1a riportata dovrebbe essere utilizzata facendo riferimento al valore n1 (ove questo sia attendibile); nel caso in esame si è utilizzato solamente il valore n2.

Moltiplicando il rapporto u/a interpolato nella tabella per il valore della costante a [mm] si è ottenuto il coefficiente udometrico u [l/s.ha] corrispondente a perdite nulle ($\phi = 1$).

k	n1=0.40	n1=0.50	n1=0.60
[min]	n2=0.20	n2=0.30	n2=0.40
0	7.5	6.5	5.4
10	5.8	5.1	4.4
20	4.1	3.7	3.4
30	2.9	2.7	2.5
40	2.3	2.2	2.2
50	2.0	1.9	1.9
60	1.6	1.6	1.6
70	1.4	1.4	1.4
80	1.3	1.3	1.3
90	1.1	1.1	1.1

Tabella 1 - Valori di u/a [l/s.ha-mm]: rapporto tra il coefficiente udometrico u [l/s.ha] in caso di perdite nulle ($\phi = 1$) e la costante a [mm] della curva delle piogge. (da P.R.R.A Regione Lombardia - Criteri di pianificazione)

5. Valutazione del coefficiente ϕ di assorbimento medio ponderale con la seguente formula (4).

$$\phi = \sum_{i=1}^n \frac{\phi_i A_i}{A} \quad (4)$$

dove A_i è la superficie del sottobacino omogeneo i-esimo con coefficiente di assorbimento ϕ_i ed A la superficie totale.

A tale proposito secondo le recenti proposte di alcuni autori esso può essere considerato indipendente dalla durata della pioggia e uguale al rapporto ponderato fra le superfici impermeabili e l'area totale del bacino. Interpretando i valori indicati dal Marchetti sono stati assunti per ciascuna tipologia i seguenti valori:

- 0,95 per le superfici di copertura dei fabbricati;
- 0.90 per le superfici cortilive asfaltate;
- 0.05 per le superfici adibite a verde, parcheggio pubblico (garden)m e simili.

La metodologia applicata consiglia di non applicare valori del coefficiente di assorbimento medio ponderato, che rappresenta le perdite, inferiori a 0.10 o superiori a 0.60; a favore di sicurezza, tuttavia, sono stati utilizzati anche coefficienti di assorbimento superiori a 0.60.

6. Valutazione della portata Q [l/s] applicando la formula razionale (1).

Le Tabelle 2 e 3 riportano la sintesi delle operazioni descritte ai precedenti punti 1, 2, 3, 4, 5, 6 rispettivamente per le 3 aree in cui è stato suddiviso l'intervento denominate rispettivamente A, B e C.

TABELLA 2: SUPERFICI E COEFFICIENTI DI ASSORBIMENTO - ampliamento

SEZIONE/ TRATTO N.	SUPERFICIE							ASSORBIMENTO MEDIO PONDERATO [-]	
	privata				pubblica				totale [mq]
	tetti [mq]	piazzali [mq]	verde/autoblocc anti/garden [mq]	totale [mq]	strade/parcheggi [mq]	parcheggi garden [mq]	giardini/parco [mq]		
zona A	0.00	490.00	544.00	1'034.00	0.00	0.00	0.00	1'034.00	0.45
zona B	1'027.00	168.00	67.00	1'262.00	0.00	0.00	0.00	1'262.00	0.90
zona C	1'671.00	210.00	859.00	2'740.00	0.00	0.00	0.00	2'740.00	0.66

laminazione zona A	0.00	490.00	544.00	1'034.00	0.00	0.00	0.00	1'034.00	0.45
laminazione zona B+C	2'698.00	378.00	926.00	4'002.00	0.00	0.00	0.00	4'002.00	0.74
comparto	2'698.00	868.00	1'470.00	5'036.00	0.00	0.00	0.00	5'036.00	0.68

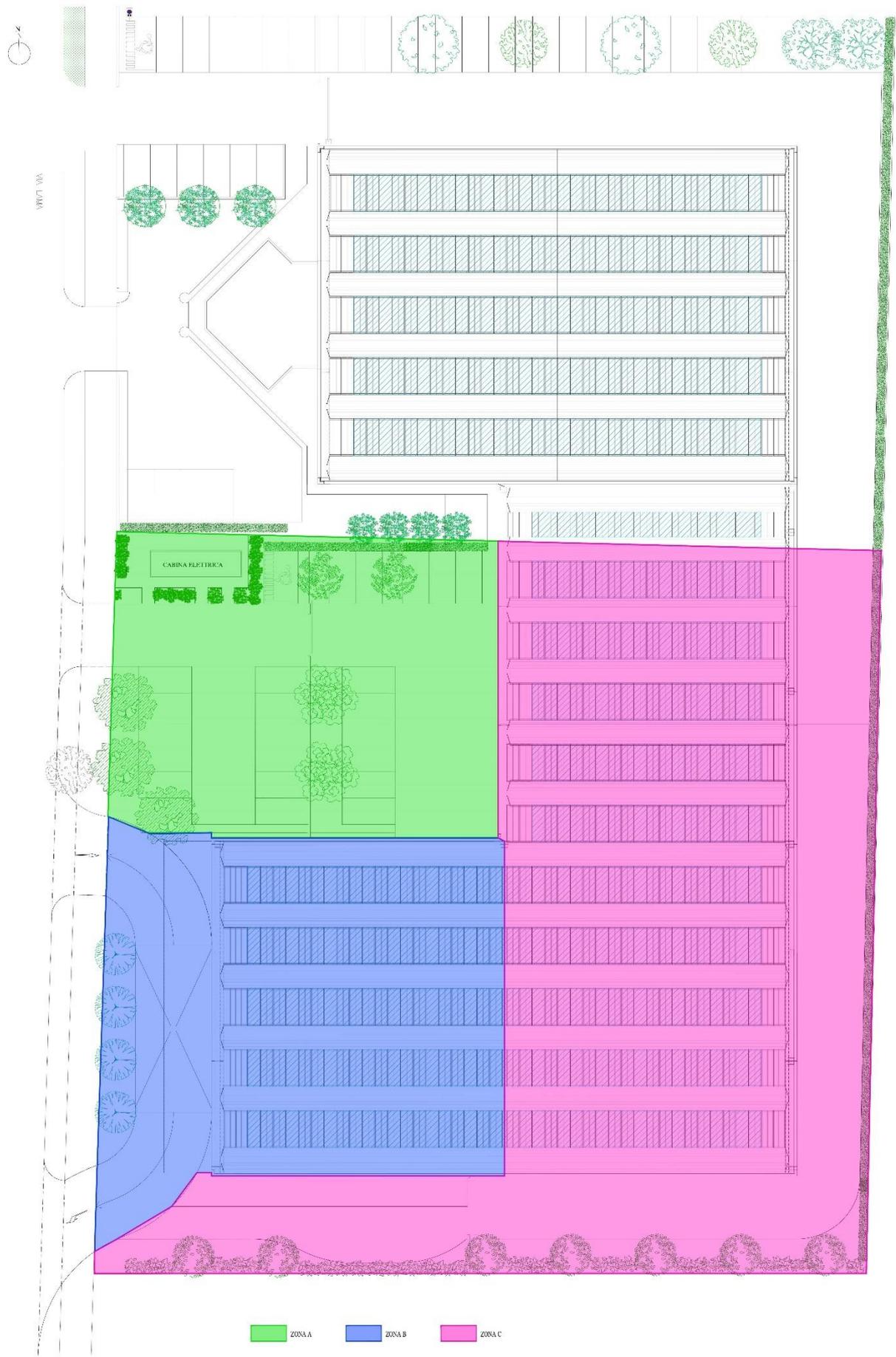
0.95	0.90	0.05
------	------	------

0.90	0.35	0.05
------	------	------

TABELLA 3: PORTATE AL COLMO E VERIFICHE IDRAULICHE - ampliamento

SEZIONE/ TRATTO N.	SUPERFICIE		L [m]	T. DI CORRIVAZIONE				K	TABELLA A				LSPP (T=10)		C.UDOM. u	PORTAT [l/s]	TUBO						coefficiente di sicurezza	PORTATA limite scaricata indicata Consorzio	
	totale [mq]	coef. di ass. medio pond. [-]		base	rete	totale	u/a				a	n	materiali-	diametro nominale [m]			diametro interno [m]	pendenze [-]	K	portata massima [l/s]	[l/s ha]	[l/s]			
				[min]	[min]	[min]	[min]		[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]			[mm]	[mm]	[l/s ha]	[l/s]	tipo				
zona A	1'034.00	0.45	46.0	12.0	0.8	12.8	9.0	9.0	6.5	5.1	5.2	41.2	0.25	216.14	10.1	P.V.C.-SN4	0.200	0.190	0.0020	90	16.1	1.59	8.0	0.8	
zona B	1'262.00	0.90	36.0	12.0	0.6	12.6	8.8	8.8	6.5	5.1	5.3	41.2	0.25	216.92	24.5	P.V.C.-SN4	0.315	0.300	0.0020	90	54.2	2.21	8.0	1.0	
zona C	2'740.00	0.66	98.0	12.0	1.6	13.6	9.5	9.5	6.5	5.1	5.2	41.2	0.25	212.88	38.7	P.V.C.-SN4	0.400	0.380	0.0020	90	102.4	2.64	8.0	2.2	
laminazione zona A	1'034.00	0.45	46.0	12.0	0.8	12.8	9.0	9.0	6.5	5.1	5.2	41.2	0.25	216.14	10.1	P.V.C.-SN4	0.200	0.190	0.0020	90	16.1	1.59	8.0	0.8	
laminazione zona B+C	4'002.00	0.74	98.0	12.0	1.6	13.6	9.5	9.5	6.5	5.1	5.2	41.2	0.25	212.88	62.8	P.V.C.-SN4	0.400	0.380	0.0020	90	102.4	1.63	8.0	3.2	
comparto	5'036.00	0.68	98.0	12.0	1.6	13.6	9.5	9.5	6.5	5.1	5.2	41.2	0.25	212.88	72.8	P.V.C.-SN4	0.500	0.475	0.0020	90	185.6	2.55	8.0	4.0	

Le zone A, B e C si riferiscono allo schema riportato nella pagina seguente.



ZONA A
 ZONA B
 ZONA C

4. LAMINAZIONE:

La stima del volume di laminazione necessario per ridurre le portate massime di piena al valore di 8 l/s. ha per tempo di ritorno pari a 50 anni fissato dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale è stato definito applicando diverse metodologie di calcolo riportate in calce: nella fattispecie ciò significa ridurre a 4.0 l/s una portata di piena pari a 72 l/s (T10) ovvero di 110 l/s (T50).

Per la conformazione scelta la laminazione è convogliata in un unico punto di recapito della rete fognaria meteorica di progetto nello scatolare pubblico esistente.

Si riporta di seguito la sintesi del calcolo dei volumi di laminazione con le diverse metodologie descritte in allegato A.

Pertanto, per tempo di ritorno pari a 50 anni dalla media dei risultati emerge un volume di laminazione necessario pari a: zona A+ B+C: valore medio 174 mc.

5. MODALITA' DI SCAVO, POSA, RINFIANCO E RINTERRO

La rete in progetto sarà completamente realizzata in P.V.C. SN4 con condotte del diametro da 140 mm a 630 mm con pendenza minima del 2 per mille.

Il tratto terminale del ramo sud viene invece realizzato con uno scatolare in c.a. 125 x 150 cm per una lunghezza di oltre 95 m al fine di contenere il volume di laminazione necessario prima dell'immissione nella pubblica fognatura.

La rete meteorica di progetto si sviluppa con due rami nell'area cortiliva este e sud che raccoglie la zona A, che poi si dirige in direzione nord lungo il perimetro ovest raccogliendo ed attraversando la zona B mentre l'altro ramo nella zona C si immette nello scatolare di cui sopra ed insieme si immettono nello scatolare pubblico di via Lama a sezione 125 x 150 cm. Prima dell'immissione nel collettore comunale il deflusso delle acque meteoriche sarà oggetto di opportuna laminazione allo scopo di convogliare nel collettore comunale una portata limitata secondo le indicazioni del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale. Tale laminazione sarà realizzata mediante la realizzazione di un adeguato volume di invaso all'interno dello scatolare di progetto mentre la limitazione della portata avverrà attraverso il collegamento alla rete pubblica con una condotta di sezione 100 mm.

Al fine di evitare l'ingresso di acque e soprattutto di materiale solido nella condotta di progetto durante eventuali potenziali condizioni di riflusso della condotta comunale, la condotta di progetto viene dotata di una valvola a clapet, posta in opera all'interno di una specifica cameretta appena prima dell'immissione nella pubblica fognatura.

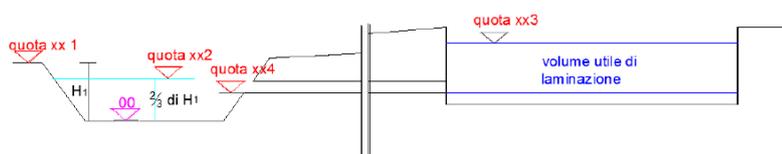
Per il calcolo della reale portata scaricata nella rete pubblica comunale si fa riferimento alle indicazioni operative del Consorzio di Bonifica di seguito riportate.

C) Per il calcolo della bocca tarata in uscita utilizzare la seguente formula:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\alpha * \pi * \sqrt{2 * g * \Delta h}}}$$

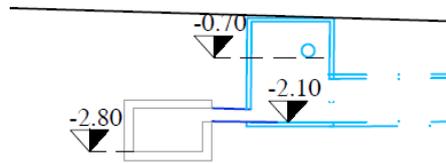
Dove:

- Il coeff. di perdita α posto pari a 0.6
- Δh è pari al carico idraulico disponibile calcolato come differenza tra il livello massimo della vasca in progetto e il tirante idrico sul fosso in uscita (ipotizzato pari ai 2/3 della sua altezza utile da fondo a ciglio).
In base allo schema sotto riportato Δh può essere trovato come differenza tra la quota xx3 e la quota xx2.

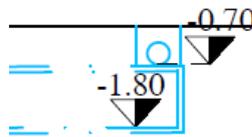


Nella fattispecie, secondo la configurazione dell'allaccio di progetto di seguito riportato:

- zona di imbocco nella rete pubblica 160 x 100 cm:



- zona di monte della vasca di laminazione:



si avrà:

$$D = 100 \text{ mm} = 0.1 \text{ m};$$

$$\alpha = 0.6$$

$$xx3 = -0.55 \text{ m} (-1.80 + 1.25)$$

$$xx2 = -2.13 \text{ m} (-2.80 + 2/3 * 1.00)$$

$$\Delta h = 2.13 - 0.55 = 1.58 \text{ m}$$

da cui ne deriva una portata massima scaricata a vasca piena di 26 l/s.

La rete fognaria in progetto verrà posata lungo i tracciati indicati nelle tavole allegate, attraverso la realizzazione di apposita trincea di scavo, di opportuna profondità, e larghezza minima pari a $D+15+15$ cm (15 cm per ciascun lato della condotta).

I i rinfianchi delle condotte in PVC avverrà con sabbia; tuttavia, qualora dovessero manifestarsi ridotte coperture delle condotte in taluni tratti, le verifiche di stabilità delle condotte medesime in tali condizioni hanno dato esito negativo (deformazione relativa $D_x/D > 10\%$).

Pertanto, nei tronchi di condotte in PVC posti ad una quota in cui la copertura delle condotte è modesta (meno di 100 cm ma mai inferiore a 50 cm), si è optato per il rinfianco della condotta con calcestruzzo Rck 250 fino a 20 cm sopra la generatrice superiore del tubo e sarà altresì inserito, nel getto di rinfianco superiore (ricoprimento), una rete elettrosaldata del diametro di 10 mm e maglia 15x15 cm; anche la posa del condotto avverrà su un letto di calcestruzzo Rck 250 di 15 cm. Nei rimanenti tratti in cui è possibile un adeguato ricoprimento, il rinfianco avverrà con sabbia. Per quanto riguarda invece il rinterro della restante porzione di scavo, per quanto riguarda i tratti al di sotto delle sedi stradali esso avverrà con materiale arido mentre nelle aree verdi verrà utilizzato il terreno proveniente dagli scavi. Nelle zone pavimentate verrà superficialmente realizzato l'apposito pacchetto bitumato.

6. MANUFATTI

Per quanto riguarda le *camerette di ispezione* esse saranno del tipo prefabbricato di dimensioni interne commisurate alle profondità; esse saranno dotate di soletta carrabile e dotate di chiusino in ghisa sferoidale classe D400 e sezione circolare di 60 cm. La cameretta sarà poi dotata di un mezzo tubo di fondo delle stesse dimensioni e caratteristiche di quello di linea opportunamente sigillato.

Per quanto riguarda poi le *caditoie* esse saranno tutte del tipo stradale realizzate con camerette del tutto analoghe a quelle di ispezione che assolveranno al doppio ruolo di raccolta ed ispezione. In sostanza la cameretta d'ispezione descritta in precedenza sarà dotata di una griglia in luogo dei chiusini delle medesime dimensioni e classe (D400).

7. NORMATIVA

Nella progettazione si è fatto riferimento anche al rispetto delle seguenti norme che rispondono in buona parte ai criteri di salvaguardia previsti dal PGRA:

-art. 20 del RUE di Cavriago: "PRESCRIZIONI RELATIVE ALLE SEDI DI ATTIVITÀ PRODUTTIVE (AGRICOLE, ARTIGIANALI E INDUSTRIALI) IN TERRITORIO URBANIZZATO O RURALE"

6. Territorio classificato a Vulnerabilità Elevata ed Estremamente Elevata Al fine di limitare l'inquinamento delle acque sotterranee dovuto all'insediamento residenziale e produttivo, si prescrivono le seguenti modalità costruttive per gli insediamenti produttivi entro ambiti territoriali classificati a Vulnerabilità Elevata ed Estremamente Elevata: a) Realizzare il solaio del piano interrato oppure del piano terreno (secondo i casi) in modo che risulti impermeabile e consenta la raccolta delle acque di lavaggio e dei fluidi eventualmente dispersi all'interno. La raccolta dovrà avvenire con apposite condutture o, eventualmente, canalette coperte da griglie, ricavate direttamente nel solaio di pavimentazione, oppure nell'eventuale platea di fondazione impermeabilizzata; in ogni caso non dovranno essere realizzate fognature direttamente a contatto con il terreno sotto gli edifici. I pozzetti di raccolta dovranno essere realizzati con impermeabilizzazione (geotessili) di fondo e delle pareti. b) Realizzare i tratti di fognatura in allontanamento dagli edifici, almeno per i primi 20 metri, con alloggiamento a fondo impermeabilizzato, finalizzato ad evitare sia eventuali perdite della fognatura entro la falda, sia drenaggi operati dalla fognatura sulla falda, fino al collettore comunale. Le pendenze di esercizio non saranno inferiori allo 0,5 %, al fine di garantire un facile e veloce scorrimento delle acque nere per condurle rapidamente a distanza dalla zona a maggior rischio di inquinamento (quella vicina alle strutture di fondazione, anche se superficiali). c) Impermeabilizzare la superficie intorno agli edifici per una distanza di almeno due metri. I piazzali adibiti a carico e scarico merci è opportuno siano impermeabilizzati (asfalto) e che i pozzetti di raccolta convoglino in una vasca impermeabile dotata di saracinesca facilmente manovrabile dal piazzale stesso. Detta saracinesca dovrà essere azionata in caso di sversamento accidentale per contenere la dispersione dei fluidi. d) In caso di realizzazione di vani interrati sarà indispensabile siano predisposti opportuni alloggiamenti per l'impianto di sollevamento delle acque di lavaggio e di eventuali fluidi, e relative condutture, sia per le acque nere, sia per le acque disperse sui pavimenti dei vani sotterranei, fino alla quota utile all'immissione nella rete fognante ed al collettore comunale. Tutti questi impianti, comprese le condutture, dovranno essere realizzati all'interno dell'edificio, in vani ispezionabili ed impermeabilizzati. e) In tutti i casi in cui, nel ciclo produttivo o lavorativo, sia previsto l'uso o lo stoccaggio, anche temporaneo, di sostanze idroinquinanti in fase liquida o solida solubile è opportuno che i serbatoi o i depositi siano realizzati "fuori terra", in opportune strutture facilmente ispezionabili."

In aggiunta all'osservanza di tutti gli adempimenti previsti dal RUE, la proprietà si impegna a tenere periodicamente pulito il collettore di laminazione.

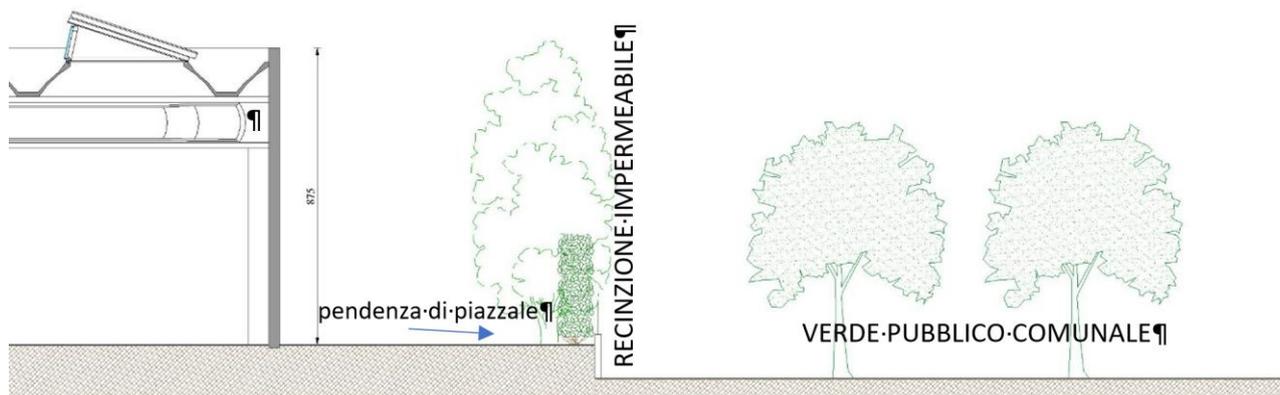
- DGR 1300/2016 – par. 5.2:

“Nell'ambito dei procedimenti inerenti richiesta/rilascio di permesso di costruire e/o segnalazione certificata di inizio attività, si riportano di seguito, a titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, 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.

a. Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture:

a.1. la quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all'altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;

IL PIANO TERRA DEL CAPANNONE È BEN MAGGIORE DI QUELLA DEL VERDE PUBBLICO ADIACENTE ED ANCHE DI VIA LAMA



a.2. è da evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati [...]

NON SONO PREVISTI PIANI INTERRATI NEL PROGETTO

a.3. favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti"

COME GIÀ DETTO IL PIANO CAMPAGNA DELL'APPEZZAMENTO A VERDE CONFINANTE CON IL LOTTO DI PROGETTO HA UNA QUOTA BEN INFERIORE RISPETTO AL PIANO INTERNO SIA DELL'ATTUALE CHE DEL FUTURO FABBRICATO. LE PENDENZE DEL PIAZZALE INOLTRE CONFLUISCONO VERSO DI ESSO IN MODO TALE DA FAVORIRE IL DEFLUSSO DELLE ACQUE ED EVITARNE L'EVENTUALE ACCUMULO. PERALTRO, COME EVIDENZIATO AI CAPITOLI PRECEDENTI, LA RETE FOGNARIA È DOTATA DI UN VOLUME IN GRADI DI LAMINARE LE ACQUE METEORICHE PROPRIE A 8 l/s ha.

APPENDICE 1: DIMENSIONAMENTO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE

Generalità

Si riportano di seguito i procedimenti di calcolo per la stima del volume delle laminazioni quale un invaso temporaneo dei volumi dell'onda di piena in arrivo dalla rete afferente rilasciati successivamente in modo graduale al ricettore.

Secondo la buona pratica progettuale per opere di questo tipo, è sempre consigliabile produrre stime delle portate con più metodi diversi e considerare ai fini delle decisioni i valori più cautelativi. In tal senso sono stati applicati alla fattispecie i seguenti metodi:

1. Metodo P.R.R.A.;
2. Metodo cinematico;
3. Metodo Marone;
4. Metodo delle sole piogge.

I risultati e le analisi sono riportati al paragrafo finale della presente appendice.

Metodo P.R.R.A

La metodologia di stima del volume della vasca volano proposta dal Piano di Risanamento Regionale della Regione Lombardia viene effettuata sulla base della Tabella 2 del P.R.R.A. stesso, che viene di seguito riportata: tale tabella fornisce la capacità volumetrica specifica (per ettaro di superficie impermeabile del bacino complessivo sotteso) per diversi valori della portata massima scaricabile $q_{u\max}$ (vedi paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), in funzione della costante d'invaso K del bacino. La costante temporale del bacino viene assunta pari al 70% del tempo di corrivazione t_c .

La metodologia proposta è stata messa a punto dall'Istituto di Idraulica del Politecnico di Milano in questa sede viene ovviamente applicata con riferimento alle piogge e quindi ai relativi parametri statistici della stazione pluviometrica di riferimento riportati in precedenza.

Portata in uscita $q_{u\max}$ [l/s·ha _{imp}]	Costante di invaso K [min]		
	10	30	60
5	1080	1075	1070
10	780	770	760
20	460	435	405
30	390	370	335
40	345	315	275
50	310	290	230
70	270	215	150
100	220	135	25

Note:

- 1) I valori sono determinati sulla base di elaborazioni della pluviometria milanese per tempo di ritorno (10) anni.
- 2) I dati della tabella definiscono la capacità delle vasche, per ogni ettaro impermeabile di bacino sotteso, in funzione della costante temporale K [min] del bacino e della portata $q_{u\max}$ massima ammissibile in uscita dalle vasche, espressa in l/s per ettaro impermeabile di bacino sotteso.
- 3) La superficie scolante impermeabile [ha_{imp}] è pari al prodotto dell'effettiva area scolante A per il coefficiente d'assorbimento medio ponderale ϕ .

Tabella 2: Capacità [mc/ha imp] delle vasche volano (da P.R.R.A. Regione Lombardia – Criteri di pianificazione)

I valori in tabella riferiscono di analisi per T=10 anni, pertanto, la capacità specifica corrispondente è stata riportata al tempo di ritorno di riferimento mediante il rapporto tra i rispettivi parametri a delle LSPP della stazione di misura.

Metodo cinematico

Questo approccio schematizza il processo di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino a monte che in questo caso si ipotizza di tipo cinematico. Sulla base di questa impostazione Alfonsi e Orsi [1987] hanno sviluppato un metodo pratico per il calcolo del volume della vasca. Le ipotesi semplificate adottate sono le seguenti:

- ietogrammi netti di pioggia a intensità costante;
- curva aree tempi lineare;
- svuotamento della vasca a portata costante pari a Q_{max} (laminazione ottimale).

Sotto queste ipotesi si può scrivere l'espressione del volume W [m^3] invasato nella vasca in funzione della durata della pioggia Q [ore], del tempo di corrivazione del bacino t_c [ore], della portata uscente dalla vasca Q_u [l/s] del coefficiente di afflusso j , dell'area del bacino S [ha] e dei parametri a' [mm/ora- n'] ed n' della curva di possibilità pluviometrica:

$$W = 10 \cdot \varphi \cdot S \cdot a' \cdot \theta^{n'} + 1,295 \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n'}}{\varphi \cdot S \cdot a'} - 3,6 \cdot Q_u \cdot t_c$$

Imponendo la condizione al massimo per il volume W si trovano le relazioni:

$$n' \cdot \varphi \cdot S \cdot a' \cdot \theta_w^{n'-1} + (1-n') \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta_w^{-n'}}{\varphi \cdot S \cdot a'} - Q_u = 0$$

$$2,78 \cdot n' \cdot \varphi \cdot S \cdot a' \cdot \theta_w^{n'-1} + 0,36 \cdot (1-n') \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta_w^{-n'}}{\varphi \cdot S \cdot a'} - Q_u = 0$$

dalla quale si ricava la durata critica Q_w per la vasca, ed il volume W_o da assegnare alla vasca.

Metodo di Marone

Uno dei metodi approssimati più semplici è quello basato sulla formula dovuta a Marone [1971], che esprime il rapporto di laminazione h tra la portata massima uscente Q_u max = Q_u e quella massima entrante Q_c in funzione del volume massimo $W_{max} = W_o$ invasabile e del volume W_p dell'onda di piena in ingresso. Questa formula è stata ricavata sotto l'ipotesi che la portata uscente vari in funzione del livello idrico nella vasca con la legge delle luci a stramazzo e che l'idrogramma entrante segua una equazione del tipo:

$$q_e(t) = q_c \cdot \frac{t}{t_c} \cdot e^{1-t/t_c}$$

Sebbene il tipo di ipotesi alla base della formula di Marone, soprattutto quella sulla portata in uscita, la rendano adatta a valutare la laminazione soprattutto nelle dighe, essa si presta comunque bene per valutazioni di massima del volume delle vasche volano delle fognature.

Nell'applicazione di tale metodo, si è ipotizzato un idrogramma in ingresso alla vasca di tipo triangolare, con picco (Q_c = portata massima) in corrispondenza del tempo di corrivazione t_c .

Metodo delle sole piogge

Questo metodo, che generalmente fornisce una valutazione per eccesso molto cautelativa del volume W_o della vasca, si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante. In tali condizioni applicando un ietogramma netto di pioggia a intensità costante il volume entrante risulta pari a

$$W_e = S f a q^n$$

dove S è la superficie del bacino, mentre il volume uscente con evacuazione della vasca a portata costante $Q_u = Q_{u\max}$ risulta

$$W_u = Q_{\max} q^n$$

Il volume massimo da accumulare nella vasca è pari alla massima differenza tra le due curve e può essere individuato graficamente riportando sul piano (h,q) la curva di possibilità pluviometrica netta:

$$h_{\text{net}} = f a' q n'$$

e la retta rappresentante il volume, riferito all'unità di area del bacino a monte uscente dalla vasca:

$$h_u = \frac{Q_{u\max}}{S} \cdot \theta$$

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando la differenza

$DW = W_e - W_u$, si ricava la durata critica per la vasca:

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

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

Risultati ottenuti

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei valori ottenuti coi metodi precedentemente descritti.

Zona A+B+C		
portata uscente	4.03	l/s
	T=10	T=50
metodo prra	117.9	164.8
metodo cinematico	138.7	208.0
metodo marone	75.9	113.3
metodo sole piogge	141.9	211.3
MEDIA	118.8	174.4

Considerazioni conclusive

Le metodologie sopra descritte hanno consentito di dimensionare i volumi di laminazione pari a 174 mc con riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni e ad una portata in uscita di 4 l/s pari a 8 l/s ha. La variabilità dei dimensionamenti svolti con le diverse metodologie non deve indurre a ritenere insufficiente la vasca quanto a considerare il fenomeno particolarmente aleatorio in relazione alle modalità di pioggia che possono istaurarsi. Tuttavia, i franchi progettuali ed il contesto territoriale possono tranquillamente essere considerati resilienti rispetto a sollecitazioni maggiori a quelle di progetto.

ALLEGATI (fuori testo)

TAV 13 rev2: Progetto – Schema fognature

TAV 13P rev1: Progetto – Profili fognature

