

COMUNE DI MOTTA BALUFFI PROVINCIA DI CREMONA

INVARIANZA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA AMPLIAMENTO INDUSTRIALE

(R.R. 7 del 23 novembre 2017-R.R. 8 del 24 aprile 2019 e s.m.i.)



Committente:

STORTI IMMOBILIARE s.r.l.

Geologo:

Dott. Rosario Spagnolo

San Giorgio Bigarello, Maggio 2022


ROSARIO SPAGNOLO
STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA ED AMBIENTALE

Dott. Geol. Rosario Spagnolo

GEOLOGIA TECNICA-IDROGEOLOGIA
Via Stradella,35 -S. Giorgio Bigarello (MN) 46051
Tel.Fax. 0376.262759 – 338.2949637
e-mail studio@geologiaspagnolo.it

INDICE DEI CAPITOLI

Sommario

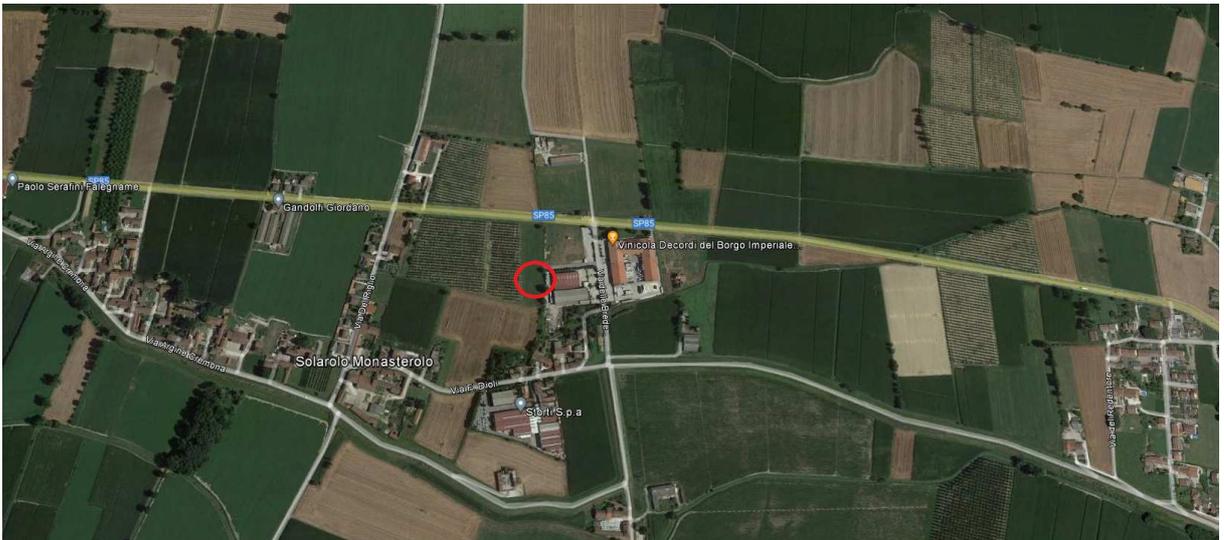
A RELAZIONE TECNICA	1
1 PREMESSA	1
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3 VERIFICA SUPERFICIE IMPERMEABILE.....	5
4 STUDIO DEL PGT	6
5 VALUTAZIONE IDROLOGICHE	12
6 CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E METODOLOGIA DI CALCOLO	16
7 CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE.....	17
8 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	20
8 TEMPO DI SVUOTAMENTO	20
9 CONCLUSIONI	22
B.DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE.....	24
C.PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA.....	26
D. ALLEGATO E	27

A RELAZIONE TECNICA

1 PREMESSA

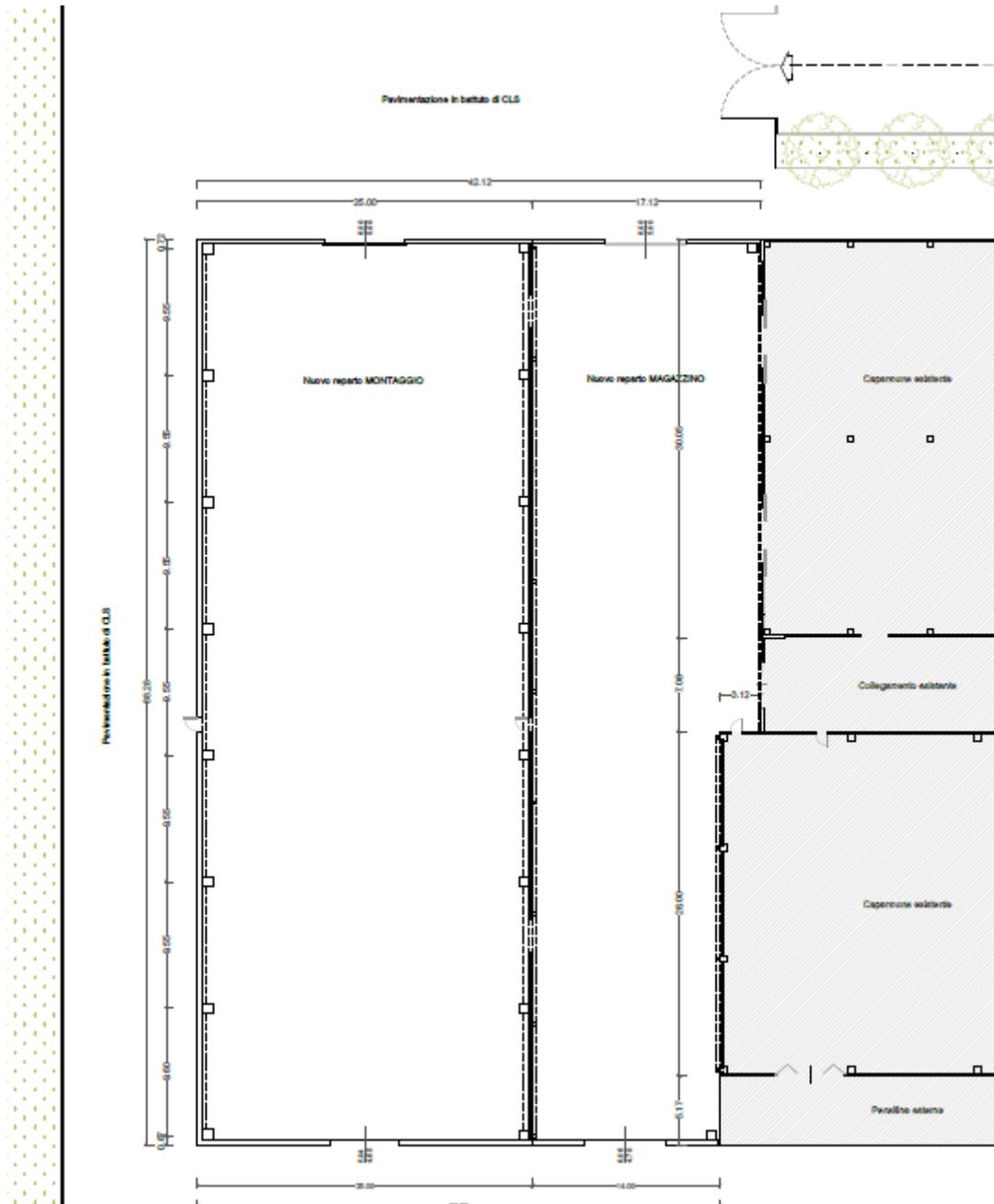
La presente relazione è relativa alla definizione degli interventi atti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica, ai sensi dell'art. 10 del R.R.7 del 23 novembre 2017 della Regione Lombardia e s.m.i. in vista della realizzazione di un capannone, in comune di Motta Baluffi (CR).

L'area di edificazione è individuabile nella sezione D8c1 della CTR ed è inserito catastalmente nell'estratto di mappa a scala 1:2.000, foglio 3 mappale 192-194.



La relazione descrive il dimensionamento degli elementi destinati allo smaltimento delle acque meteoriche e reflue e dei manufatti necessari alla laminazione delle portate meteoriche, al fine di rispettare l'invarianza idraulica.

Di seguito si riporta la planimetria di progetto:



Il progetto preliminare di invarianza idraulica si è articolata nelle seguenti fasi:

- Localizzazione dell'intervento con definizione area di criticità comunale ricadente
- Individuazione superficie impermeabile di copertura in progetto

- Definizione del coefficiente medio ponderale
- Verifiche idrologiche locali e stima del bilancio idrologico
- Definizione della superficie di invaso richiesta
- Proposte di dispersione delle acque all'interno della proprietà

L'indagine, ai sensi del D. M. 17.1.2018, della D.G.R. IX/2616 DEL 30.11.2011 e della D.G.R. 30.3.2016 N. X/5001, si prefigge i seguenti obiettivi:

- valutare la situazione geologico-morfologica locale per verificare la stabilità dell'area;
- definire la natura e la stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento;
- definire il livello della superficie piezometrica locale;

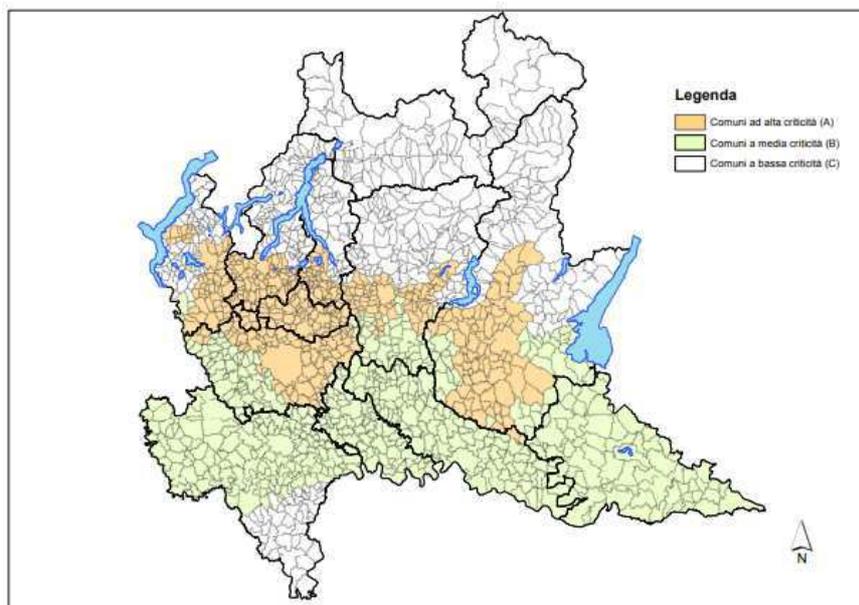
La verifica di compatibilità idraulica valuta l'ammissibilità degli interventi di trasformazione, considerando le interferenze con le pericolosità idrauliche presenti e la necessità di prevedere interventi per la mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione della specifica pericolosità. Le norme contemplano altresì la previsione delle misure compensative, rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica della trasformazione.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'intervento in progetto si trova nel Comune di Motta Baluffi. Ai sensi del R.R. del 19 aprile 2019, n. 8, il territorio Lombardo è stato suddiviso in tre ambiti in cui sono inseriti i Comuni, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori.

Ad ogni Comune è associata una criticità (Allegato C del R.R. del 19 aprile 2019, n.8):

- A- alta criticità
- B- Media criticità
- C- Bassa criticità.



Distribuzione Aree di criticità idraulica e idrologica Regione Lombardia

MORTERONE	LC	C	
MOSCAZZANO	CR	B	
MOTTA BALUFFI	CR	B	
MOTTA VISCONTI	MI	B	
MOTTEGGIANA	MN	B	

Il territorio di Motta Baluffi, oggetto del nostro intervento ricade in area di criticità B come si osserva dallo stralcio dell'Allegato C del citato R.R. del 19 aprile 2019, n. 8 di seguito allegato.

3 VERIFICA SUPERFICIE IMPERMEABILE

L'intervento in progetto prevede le seguenti nuove superfici impermeabili:

	mq	Totale (mq)
Nuovo intervento	3500	3500

Ai sensi del R.R. n.8 e s.m.i. le verifiche idrauliche sono condotte attraverso diversi approcci progettuali a seconda della superficie dell'intervento:

1. Superficie fino a 300 m²
2. Superficie > 300 m² e < 1.000 m²
3. Superficie > 1.000 m² e < 10.000 m²
4. Superficie > 10.000 m² e < 100.000 m²
5. Superficie > 100.000 m²

Nel nostro caso ci troviamo nel punto 3. Superfici comprese tra 1.000 e 10.000 m²

Pertanto come prevede il R.R. con superfici comprese tra 1.000 e 10.000 m² si potrà utilizzare il Metodo delle sole piogge ai sensi dell'art. 11 Coma 2 del citato R.R.7.

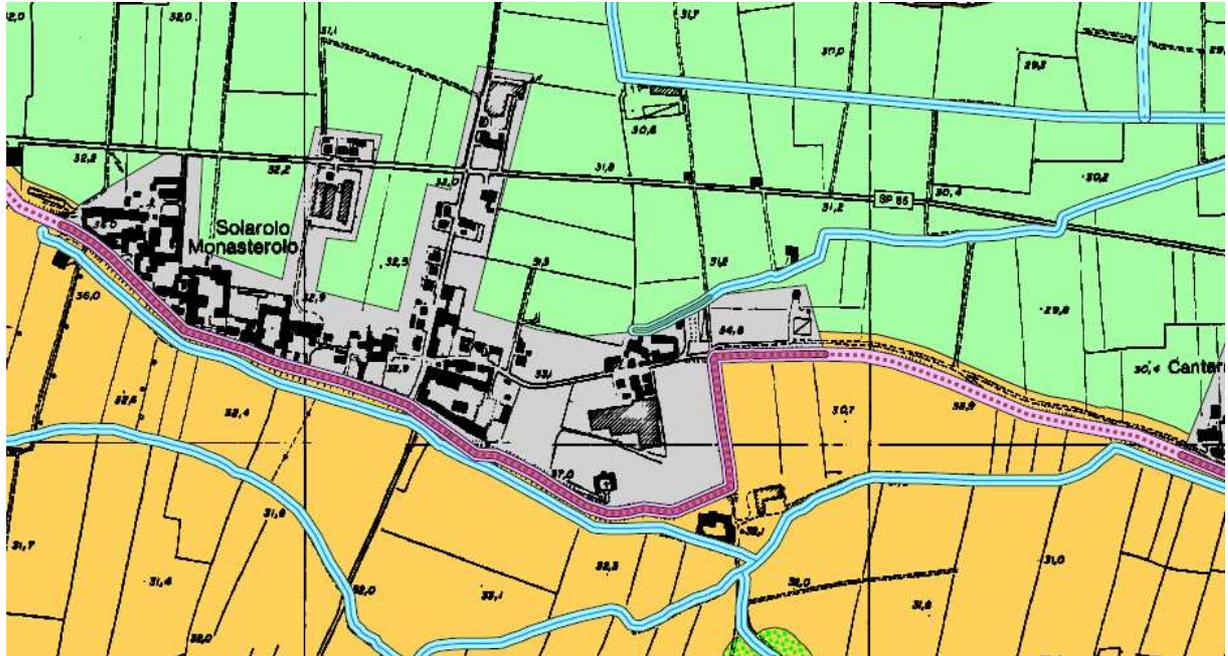
Di seguito si riporta uno schema che identifica la metodologia di calcolo del progetto di Invarianza idraulica e idrologica.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

4 STUDIO DEL PGT

4.1 RISCHIO IDRAULICO

Dall'analisi del PGT la zona interessata non presenta vincoli di carattere idraulico.



LEGENDA

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico:

-  Fascia A del PAI
-  Fascia B del PAI
-  Fascia C del PAI

-  Pozzo pubblico e zona di tutela assoluta (10 m)
-  Corso d'acqua
-  Corso d'acqua, ramo secondario
-  Corso d'acqua, tratto tombinato
-  Fascia di rispetto corso d'acqua vigente (10 m) e proposta in area urbana (4 m)
-  Lago di cava e fascia di rispetto di 10 m
-  Bodrio e lanca di Gerole con fascia di rispetto di 50 m
-  Zona umida e fascia di rispetto di 50 m
-  Arginatura mestra
-  Argine golenale
-  Fascia di rispetto arginatura maestra 12 m, in area urbana 6 m
-  Fascia di rispetto argine golenale 12 m, in area urbana 6 m
-  Area estrattiva

4.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

Le considerazioni di carattere geologico generale sono trattate sinteticamente in questa sede vista la natura applicativa del lavoro.

L'area studiata è caratterizzata da superfici pianeggianti o debolmente ondulate e da una certa ricchezza di forme di origine fluviale con presenza di idrografia di tipo meandriforme, prevalentemente costituita da depositi fluviali sabbioso limosi, generalmente privi, nei suoli, di pietrosità e scheletro prodotti dal divagare del fiume Po.

L'assetto geomorfologico, in questo settore della pianura, è stato fortemente influenzato dalla successione di fasi erosive e deposizionali conseguenti alle variazioni del livello marino di base; in tali condizioni si è sviluppato, nel corso del Quaternario continentale, il processo di colmamento ed il modellamento dell'area.

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio nel quale si estende il Comune di Motta Baluffi, ricade nel sistema delle valli di pianura corrispondenti ai piani di divagazione dei corsi d'acqua attivi o fossili, localmente corrispondenti ai piani di divagazione del fiume Po. Sono costituiti da depositi alluvionali olocenici riferibili allo stadio di accrescimento più recente della Pianura Padana.

Immediatamente a nord del territorio di Motta Baluffi, si ritrova il sistema della piana di alluvionamento wurmiano, che costituisce il Livello Fondamentale della Pianura, formato dai depositi fluvioglaciali e fluviali pleistocenici legati al colmamento alluvionale del bacino padano durante l'ultima glaciazione quaternaria. Inoltre si individuano le cosiddette Aree miste costituite dalle aree urbane, corsi d'acqua, cave e depositi fluviali attivi.

Il territorio comunale di Motta Baluffi ricade interamente nell'ambito delle valli alluvionali, costituita dai sedimenti olocenici, corrispondente ai piani di divagazione del Po e pertanto le forme, i processi e i depositi naturali presenti sono determinati dall'azione morfogenetica predominante del fiume.

L'area esaminata presenta una notevole omogeneità dal punto di vista geologico ed una bassa energia del rilievo, con scarse evidenze morfologiche. I caratteri del territorio stanno ad indicare una prevalenza dell'attività deposizionale rispetto a quella erosiva attraverso la diffusa presenza di forme di aggradazione quali: barre di meandro, dossi ed argini fluviali naturali, mentre le forme d'erosione sono più ridotte e localizzate lungo l'attuale corso del Fiume Po.

Nell'ambito del territorio comunale oggetto della presente indagine, in base ai caratteri geomorfologici, litologici e geopedologici rilevati, sono state riconosciute le seguenti unità, a partire dalla più recente (vedi Carta geologica-geomorfologica):

VA6 Aree golenali del fiume Po. Superfici adiacenti ai corsi d'acqua ed isole fluviali inondabili durante gli eventi di piena ordinaria. Nelle piane di tracimazione ed a meandri coincidono con le "golene aperte".

VA5 "Golene protette" da arginature artificiali, inondabili durante gli eventi di piena straordinaria, caratteristiche delle sole piane alluvionali di tracimazione e meandriformi.

VA4 Conche chiuse di forma subcircolare, artificialmente drenate, rappresentanti le pareti depresse delle piane alluvionali di tracimazione e meandriformi, costituite da sedimenti molto fini da cui dipende lo scarso drenaggio interno dei terreni.

VA3 Superficie modale subpianeggiante della piana alluvionale a meandri e di tracimazione, facente transizione tra le aree più rilevate e quelle più depresse.

VA1 Dossi di forma generalmente allungata, poco rilevati e dolcemente raccordati alle superfici adiacenti. Sono diffusi soprattutto nelle piane alluvionali di tracimazione e meandriformi.

VT3 Superfici di raccordo tra il Livello Fondamentale della Pianura e le piane alluvionali dei corsi d'acqua attivi, generalmente poco inclinate (bassa pendenza), originatisi per sovralluvionamento e ricopertura dell'orlo di terrazzo morfologico preesistente.

L'area si caratterizza per la presenza di alluvioni dei corsi d'acqua, con spessori di 400-500 m proprio in corrispondenza del settore centro-meridionale della provincia cremonese.



LEGENDA

Unità geomorfologiche:

AI Alluvioni recenti

■ Valli alluvionali:

Piane alluvionali inondabili con dinamica prevalentemente deposizionale costituite da sedimenti recenti o attuali (Olocene recente ed attuale)

VA6 Aree golenali del fiume Po. Superfici adiacenti ai corsi d'acqua ed isole fluviali inondabili durante gli eventi di piena ordinaria. Nelle piane di tracimazione ed a meandri coincidono con le "golene aperte".

VA5 "Golene protette" da arginature artificiali, inondabili durante gli eventi di piena straordinaria, caratteristiche delle sole piane alluvionali di tracimazione e meandriformi.

VA4 Conche chiuse di forma subcircolare, artificialmente drenate, rappresentanti le pareti depresse delle piane alluvionali di tracimazione e meandriformi, costituite da sedimenti molto fini da cui dipende lo scarso drenaggio interno dei terreni.

VA3 Superficie modale subpianeggiante della piana alluvionale a meandri e di tracimazione, facente transizione tra le aree più rilevate e quelle più depresse.

VA1 Dossi di forma generalmente allungata, poco rilevati e dolcemente raccordati alle superfici adiacenti. Sono diffusi soprattutto nelle piane alluvionali di tracimazione e meandriformi

■ Valli terrazzate:

Superfici terrazzate costituite da "alluvioni antiche o medie", delimitate da scarpate d'erosione e variamente rilevate sulle piane alluvionali (olocene antico).

VT3 Superfici di raccordo tra il Livello Fondamentale della Pianura e le piane alluvionali dei corsi d'acqua attivi, generalmente poco inclinate (bassa pendenza), originatisi per sovralluvionamento e ricopertura dell'orlo di terrazzo morfologico preesistente.

ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'analisi territoriale ha grande rilevanza per la valutazione dei fenomeni caratterizzanti un'area di pianura, in quanto gli elementi geomorfologici costituiscono la testimonianza diretta dell'evoluzione che ha interessato la zona nell'ultimo periodo geologico.

In questo contesto e date le finalità applicative della cartografia da produrre, invece, gli elementi geologico-strutturali sono stati considerati unicamente come base su cui si sono modellate le forme superficiali.

I segni di una passata divagazione del Po sul territorio sono progressivamente più evidenti da N a S: questa considerazione avvalorata ulteriormente la tesi di un progressivo spostamento verso S del grande Fiume, "trascinato" dagli elementi tettonici profondi in una loro fase piuttosto recente (Olocene). I lineamenti più antichi ai margini settentrionali, invece, sarebbero stati progressivamente occultati durante fasi alluvionali successive mentre il Fiume assumeva posizioni sempre più meridionali.

A causa dei sopra citati fattori, nei settori N-orientali del territorio gli unici elementi morfologici sono da ricercare nel fitto reticolo idrografico, buona parte del quale è alimentato da una falda molto superficiale ed assume una direzione di scorrimento orientata verso E. Va comunque sottolineato come l'assetto idrografico originale (soprattutto per quanto concerne le aste minori) sia stato fortemente alterato dall'azione antropica, finalizzata al miglioramento fondiario e a all'ottimizzazione degli interventi di bonifica.

Il flusso idrico della falda superficiale (libera) presenta una componente principale in direzione NNO-SSE con deviazione verso sud in relazione all'azione drenante esercitata dal Fiume Po. Presenta pendenze comprese tra lo 0.2 e lo 0.5 ‰ (per mille). Il gradiente idraulico è stato calcolato utilizzando i dati dei livelli piezometrici della falda libera relativi ai piezometri installati a nord di Motta Baluffi presso la località Casalorzo Geroldi e un piezometro presente nell'area di cava denominata polo S13 all'interno del comune di Motta. L'andamento della superficie piezometrica è stato ipotizzato piano, anche se è probabile che vi sia un aumento di gradiente nella zona prossima al Po, causato dalle basse quote a cui scorre oggi il fiume. La semplificazione è stata effettuata perché il dislivello tra i due piezometri utilizzati è davvero minimo e l'errore è ritenuto trascurabile.

Nella valutazione delle soggiacenze (profondità della falda libera dal p.c.) si è tenuto conto anche di una fascia di territorio allungata e depressa (un probabile paleo corso) con allineamento ovest-est, a nord del territorio comunale. Tale depressione ha il probabile effetto di abbassare la superficie piezometrica, aumentando la soggiacenza nelle aree poste più a sud e che presentano quote più rilevate. Da questo quadro generale ne consegue che la soggiacenza è generalmente compresa tra 2 e 4 m su gran parte del territorio comunale, scendendo a valori inferiori a 2 m solo nelle aree depresse lontano dalle scarpate attuali del Po. Il modello idrogeologico di riferimento, nell'area in esame, ricostruito sulla base dei dati a disposizione, individua due distinte litozone, come evidenziato dalle sezioni idrogeologiche allegate.

Litozona superiore S

Si estende da p.c. fino a 100-120 m circa di profondità. Comprende, oltre ai terreni che ospitano la falda libera, un complesso di livelli acquiferi difficilmente differenziabili, intercomunicanti. Da p.c. fino a 40-45 m circa di profondità si sviluppano strati prevalentemente sabbiosi con qualche livello di ghiaietto. Oltre i 45 m di profondità la continuità verticale degli strati permeabili è parzialmente interrotta dalla presenza di lenti e strati argillosi discontinui di modesto spessore.

L'alimentazione dell'acquifero avviene per infiltrazione di acque meteoriche, da corpi idrici superficiali e nel periodo estivo dall'irrigazione artificiale, con conseguente elevata vulnerabilità. La vulnerabilità degli acquiferi tende a ridursi con la profondità, grazie alla protezione esercitata dai livelli argillosi impermeabili ed alla modalità di alimentazione, tanto più remota quanto più profondo è l'acquifero.

La falda è stata intercettata a 3.60 m da p.c..

4.2 CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEL SITO

Al fine di determinare le caratteristiche della permeabilità dei terreni studiati è stata ricostruita la stratigrafia a seguito di studi pregressi realizzati in occasione della redazione della relazione geologica per la costruzione di detti edifici.

La successione litostratigrafia dell'area in esame è la seguente:

LITOSTRATIGRAFIA	
A	0.00 - 0.40 m terreno vegetale
B	0.40 - 3.60 m deposito limo e limo-argilloso
C	3.60 - 12.00 m deposito sabbioso

La falda la si rinviene a 3.60 m da p.c..

La determinazione del coefficiente di permeabilità K è stata effettuata tramite una prova di permeabilità tipo Lefranc a livello variabile, secondo le norme AGI 1977. Essa è stata realizzata durante l'esecuzione del sondaggio geognostico.

Si tratta di una prova puntuale la quale ha interessato lo strato di terreno compreso tra 0.40 m da p.c. fino al fondo scavo. Tra 0.4 e 1.5 m da p.c. si è costruita la lanterna entro la quale si è calcolata K, mentre la parte rimanente del foro è stata rivestita con tubo in PVC. L'esecuzione della prova consiste nel riempire con acqua pulita la parte vuota del tubo, ovvero la parte sopra falda. Quindi, all'istante in cui si sospende l'immissione dell'acqua si misura l'altezza del livello e si fa partire il contasecondi annotando ora e minuti di partenza. Poi successivamente, si eseguono le letture del livello a intervalli di tempo annotando sia il livello dell'acqua che il tempo di ciascuna lettura.

Il valore di K trovato è:

Sondaggio	Intervallo di prova (m dal p.c.)	Litozona	K (m/s)
S1	0.4-1.5	Deposito limo-argilloso	10^{-5}

5 VALUTAZIONE IDROLOGICHE

Utilizzando il programma idrologico della Regione Lombardia (dati idrologici ARPA) sono stati calcolati i valori di pioggia intensa in mm/h utilizzando il coefficiente pluviometrico orario considerando l'area oggetto in studio.

Valutazione Idrologiche con programma ARPA – Individuazione area in esame



<i>Parametro</i>	<i>Valore</i>
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	26.68
N - Coefficiente di scala	0.2663
GEV - parametro alpha	0.2714
GEV - parametro kappa	-0.078
GEV - parametro epsilon	0.8204

Livello: Parametri 1-24 ore

Di seguito si riportano i coefficienti ricavati con tempi di ritorno 50, 100 e 200 anni:

PIOGGIA INTENSA IN mm/h	
TEMPO DI RITORNO	
50	54.91
100	61.95
200	69.36

Di seguito si riportano la tabella di calcolo della linea segnalatrice 1-24 ore e il diagramma delle Linee Segnalatrici di probabilità pluviometrica tratto dal programma idrologico di ARPA Lombardia per tempi di ritorno di 5-10-20-50-100 e 200 anni.



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località:
Coordinate:

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>
A1 - Coefficiente pluviometrico orario 26,68
N - Coefficiente di scala 0,2663
GEV - parametro alpha 0,2714
GEV - parametro kappa -0,078
GEV - parametro epsilon 0,8204

Linea segnatrice
Tempo di ritorno (anni) **50**

Evento pluviometrico
Durata dell'evento [ore] **1**
Precipitazione cumulata [mm] **54,9130594**

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

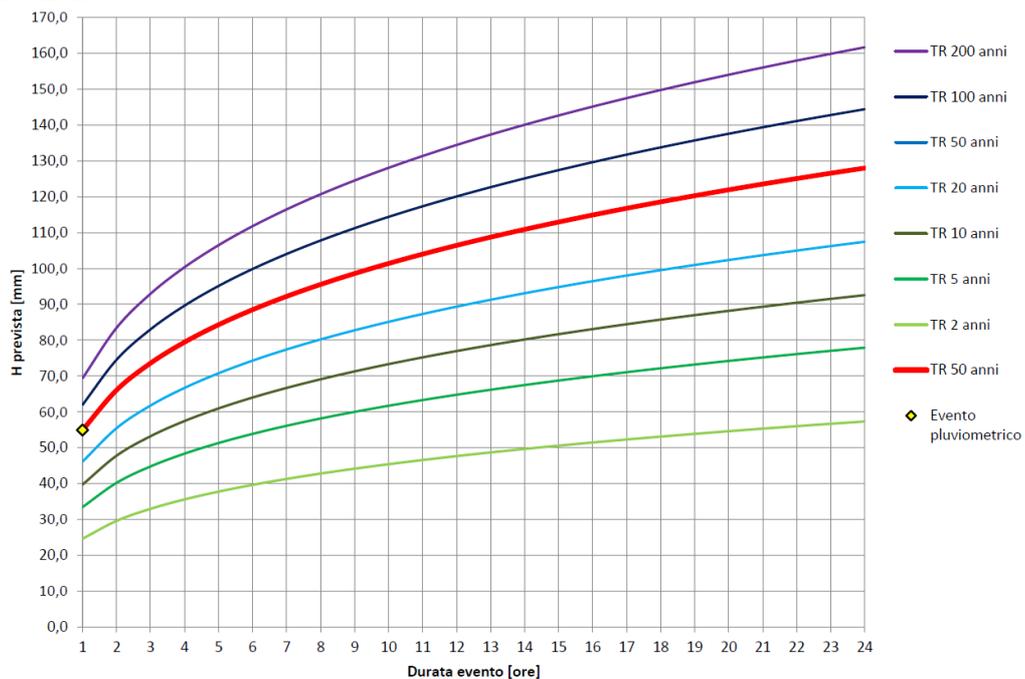
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,92131	1,25225	1,48803	1,72754	2,05821	2,32224	2,60000	2,05821062
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	24,6	33,4	39,7	46,1	54,9	62,0	69,4	54,9130594
2	29,6	40,2	47,7	55,4	66,0	74,5	83,4	66,0449975
3	32,9	44,8	53,2	61,8	73,6	83,0	92,9	73,5754676
4	35,6	48,3	57,4	66,7	79,4	89,6	100,3	79,4335946
5	37,7	51,3	60,9	70,8	84,3	95,1	106,5	84,2968512
6	39,6	53,8	64,0	74,3	88,5	99,8	111,8	88,4906364
7	41,3	56,1	66,7	77,4	92,2	104,0	116,5	92,1987957
8	42,8	58,1	69,1	80,2	95,5	107,8	120,7	95,536319
9	44,1	60,0	71,3	82,7	98,6	111,2	124,5	98,5803648
10	45,4	61,7	73,3	85,1	101,4	114,4	128,1	101,385452
11	46,5	63,3	75,2	87,3	104,0	117,3	131,4	103,99166
12	47,6	64,8	76,9	89,3	106,4	120,1	134,4	106,429398
13	48,7	66,1	78,6	91,3	108,7	122,7	137,3	108,722331
14	49,6	67,5	80,2	93,1	110,9	125,1	140,1	110,889273
15	50,6	68,7	81,7	94,8	112,9	127,4	142,7	112,945451
16	51,4	69,9	83,1	96,4	114,9	129,6	145,1	114,903377
17	52,3	71,0	84,4	98,0	116,8	131,8	147,5	116,773471
18	53,1	72,1	85,7	99,5	118,6	133,8	149,8	118,564509
19	53,8	73,2	87,0	101,0	120,3	135,7	151,9	120,283962
20	54,6	74,2	88,2	102,3	121,9	137,6	154,0	121,938242
21	55,3	75,2	89,3	103,7	123,5	139,4	156,1	123,532901
22	56,0	76,1	90,4	105,0	125,1	141,1	158,0	125,072779
23	56,7	77,0	91,5	106,2	126,6	142,8	159,9	126,562126
24	57,3	77,9	92,5	107,4	128,0	144,4	161,7	128,004694



Linee segnatrici di probabilità pluviometrica





Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località:
 Coordinate:

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>
 A1 - Coefficiente pluviometrico orario 26,68
 N - Coefficiente di scala 0,2663
 GEV - parametro alpha 0,2714
 GEV - parametro kappa -0,078
 GEV - parametro epsilon 0,8204

Linea segnatrice
 Tempo di ritorno (anni) **100**

Evento pluviometrico
 Durata dell'evento [ore] **1**
 Precipitazione cumulata [mm] **61,9573902**

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

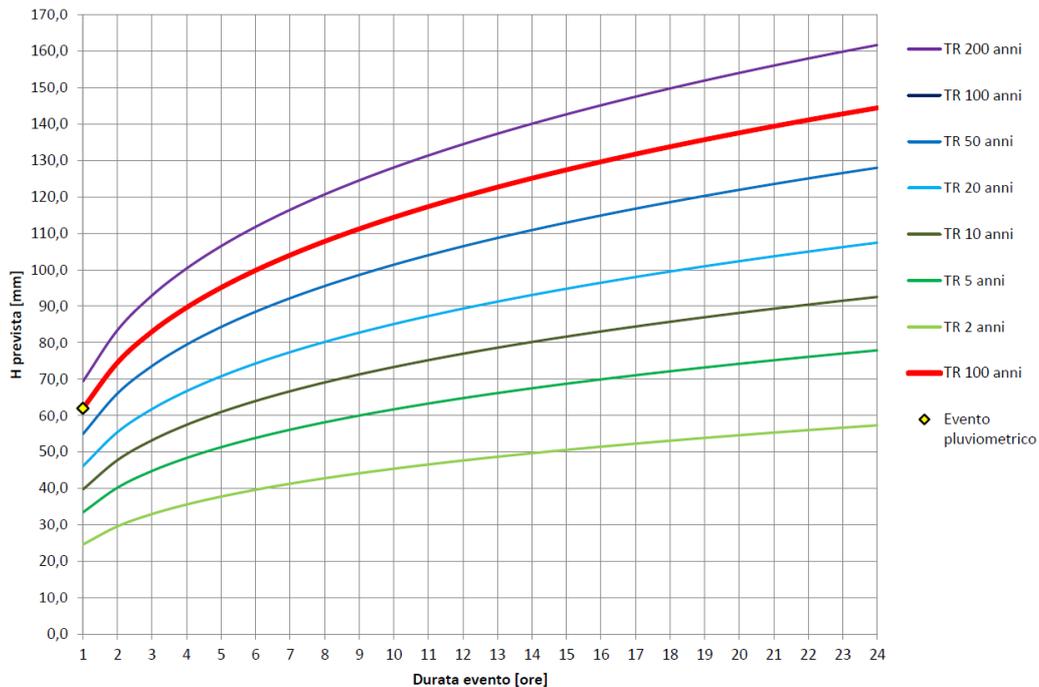
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lispp.pdf>
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	100
wT	0,92131	1,25225	1,48803	1,72754	2,05821	2,32224	2,60000	2,32224101
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 100 anni
1	24,6	33,4	39,7	46,1	54,9	62,0	69,4	61,9573902
2	29,6	40,2	47,7	55,4	66,0	74,5	83,4	74,5173503
3	32,9	44,8	53,2	61,8	73,6	83,0	92,9	83,0138404
4	35,6	48,3	57,4	66,7	79,4	89,6	100,3	89,6234569
5	37,7	51,3	60,9	70,8	84,3	95,1	106,5	95,1105795
6	39,6	53,8	64,0	74,3	88,5	99,8	111,8	99,8423498
7	41,3	56,1	66,7	77,4	92,2	104,0	116,5	104,026197
8	42,8	58,1	69,1	80,2	95,5	107,8	120,7	107,791863
9	44,1	60,0	71,3	82,7	98,6	111,2	124,5	111,226404
10	45,4	61,7	73,3	85,1	101,4	114,4	128,1	114,391332
11	46,5	63,3	75,2	87,3	104,0	117,3	131,4	117,331869
12	47,6	64,8	76,9	89,3	106,4	120,1	134,4	120,082323
13	48,7	66,1	78,6	91,3	108,7	122,7	137,3	122,669397
14	49,6	67,5	80,2	93,1	110,9	125,1	140,1	125,114318
15	50,6	68,7	81,7	94,8	112,9	127,4	142,7	127,434265
16	51,4	69,9	83,1	96,4	114,9	129,6	145,1	129,643357
17	52,3	71,0	84,4	98,0	116,8	131,8	147,5	131,753349
18	53,1	72,1	85,7	99,5	118,6	133,8	149,8	133,774145
19	53,8	73,2	87,0	101,0	120,3	135,7	151,9	135,714171
20	54,6	74,2	88,2	102,3	121,9	137,6	154,0	137,580665
21	55,3	75,2	89,3	103,7	123,5	139,4	156,1	139,379889
22	56,0	76,1	90,4	105,0	125,1	141,1	158,0	141,117306
23	56,7	77,0	91,5	106,2	126,6	142,8	159,9	142,797709
24	57,3	77,9	92,5	107,4	128,0	144,4	161,7	144,42533



Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



6 CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E METODOLOGIA DI CALCOLO

Il calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale è il risultato della somma delle superfici scolanti impermeabili moltiplicate per il proprio coefficiente di deflusso.

$$\varphi = \frac{\varphi_{verde} \cdot A_{verde} + \varphi_{copertura} \cdot A_{copertura} + \varphi_{passaggi} \cdot A_{passaggi}}{A_{tot.}}$$

Coefficienti di deflusso:

$\Phi = 1$ per le superfici impermeabili

$\Phi = 0.7$ per pavimentazioni drenanti o semipermeabili

$\Phi = 0.3$ per aree permeabili di qualsiasi tipo

$\Phi = 0$ per superfici incolte o di uso agricolo

Coefficiente di deflusso medio ponderale:

<p>Nuovo intervento $\Phi=1$</p>
3500

Confrontando i dati pluviometrici locali e le valutazioni idrologiche di Arpa Lombardia sono state calcolate le portate massime di accumulo dell'acqua derivante dalla superficie impermeabile in progetto considerando le superfici delle diverse unità.

Si può determinare la classe di intervento e la metodologia di calcolo da applicare al nostro progetto.

Classe d'intervento: 2 impermeabilizzazione potenziale media

Modalità di calcolo: metodo delle sole piogge

7 CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

RICHIAMI TEORICI

Nel caso di “Impermeabilizzazione potenziale media” in ambiti territoriali a criticità alta o media si può adottare il metodo delle sole piogge.

Il “Metodo delle sole piogge” si basa sulle seguenti assunzioni:

□ l’onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_e(t)$ nell’invaso di laminazione è un’onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell’intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l’area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell’intervento afferente all’invaso; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l’effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all’invaso. Conseguentemente l’onda entrante nell’invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell’intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$$

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all’invaso, è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo calcolabile con i valori standard esposti nell’articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento (quindi $S \cdot \varphi$ è la superficie scolante impermeabile dell’intervento), D è la durata di pioggia, $a = a_1 w_T$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia) espressa nella forma:

$$h = a \cdot D^n = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

□ l’onda uscente $Q_u(t)$ è anch’essa un’onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all’articolo 8 del regolamento. La portata costante uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,\text{lim}} = S \cdot u_{\text{lim}}$$

e il volume complessivamente uscito nel corso della durata D dell'evento è pari a:

$$W_u = S \cdot u_{\text{lim}} \cdot D$$

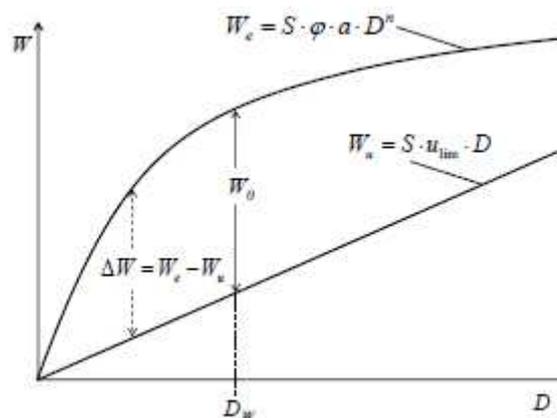
in cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, di cui all'articolo 8 comma 1 del regolamento.

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

Quindi, il volume massimo ΔW che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento di durata generica D (invaso di laminazione) è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n - S \cdot u_{\text{lim}} \cdot D$$

La figura seguente mostra graficamente la curva $W_e(D)$, concava verso l'asse delle ascisse, in aderenza alla curva di possibilità pluviometrica, e la retta $W_u(D)$ e indica come la distanza verticale ΔW tra tali due curve ammetta una condizione di massimo che individua così l'evento di durata D_w critica per la laminazione.



Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando rispetto alla durata D la differenza $\Delta W = W_e - W_u$, si ricava la durata critica D_w per l'invaso di laminazione e di conseguenza il volume di laminazione W_0 :

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,\text{lim}}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Q_{u,\text{max}} \cdot D_w$$

Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica:

W_0	in [m ³]
S	in [ha]
a	in [mm/ora ⁿ]
θ	in [ore]
D_w	in [ore]
$Q_{u,\text{lim}}$	in [l/s]

le equazioni diventano:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,\text{lim}}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,\text{lim}} \cdot D_w$$

Introducendo in esse la portata specifica di scarico $u_{\text{lim}} = Q_{u,\text{lim}}/S$ (in l/s per ettaro) e il volume specifico di invaso $w_0 = W_0/S$ (in m³/ha) si ha:

$$D_w = \left(\frac{u_{\text{lim}}}{2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$w_0 = 10 \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot u_{\text{lim}} \cdot D_w$$

Si osservi che il parametro n (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti deve essere congruente con la durata D_w risultante dal calcolo, tenendo conto che il valore di n è generalmente diverso per le durate inferiori all'ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore.

Calcolo del volume W_0 : Metodo delle sole piogge**Nuovo intervento**

$S = 0,3500$ ha $A_1 = 26.68$ mm/oraⁿ $n = 0,2663$ $\phi = 1$ $u_{lim} = 20$ l/s·ha (limite per Area B)

$$W_t = 2.05$$

$$a = W_t \times A_1 = 54.91 \text{ mm/h}$$

$$Q_{u,lim} = S \cdot \phi \cdot u_{lim} = 7 \text{ l/s}$$

$$D_w = Q_{u,lim} / (2,78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot n)^{(1/n-1)} = 2.62 \text{ h}$$

Volume invaso

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot D_w^{n-3,6} \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = 182 \text{ mc}$$

Verifica del requisito minimo:

Occorre infine confrontare il valore di laminazione ottenuto dal calcolo con i volumi minimi definiti dall'art. 12 del Regolamento (500 mc per aree B)

Requisito minimo per l'ambito territoriale B = 500 mc/ha_{imp}

Volume specifico per il caso in esame $w_0 = W_0 / S \cdot \phi = 521 \text{ mc} / \text{ha}_{imp} > 500$

Il volume del invaso è superiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a 500 m³/ha_{imp} per aree di media criticità; è quindi sufficiente adottare tale parametro come valore di progetto.

8 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

La presente si prefigge di fornire al committente la possibile soluzione per l'allontanamento delle acque piovane. La base della scelta prende forma dal concetto di accumulare le acque piovane proveniente dal nuovo intervento in una vasca di laminazione/infiltrazione naturale. A seguito della litologia riscontrata e della soggiacenza della falda l'invaso sarà dotato di un troppopieno che porterà le acque nella linea delle acque meteoriche comunale.

Lo scarico delle acque meteoriche all'interno del suolo viene solitamente finalizzato per modificare le caratteristiche di quantità (portate e/o volumi) dei reflui per effetto dello stoccaggio sul suolo in modo tale da garantire un'efficace modalità di smaltimento finale. Le modalità atte alla moderazione della portata circolante all'interno della rete drenante

possono avvenire secondo tecniche costruttive profondamente diverse che portano tuttavia a risultati analoghi.

Vasca di laminazione / infiltrazione

Vasca di laminazione / infiltrazione

- Area: 610 m²
- Profondità media utile 35 cm

Volume totale: 283 mc > 182 mc necessari

CONDOTTA RACCOLTA ACQUA

Prevedendo tubazioni in PVC posate con pendenza dello 0.2 %, si può notare che una tubazione di diametro 250mm, con riempimento del 65 % risulta in grado di convogliare al volume di laminazione la portata critica, convogliando una portata di:

99 l/s > 68 l/s (portata in entrata).

Lo schema di drenaggio, che dovrà essere poi dettagliatamente elaborato in sede di progettazione esecutiva, prevede la raccolta delle acque meteoriche del piazzale attraverso pozzetti scolmatori collegati tra di loro con condotte PVC250, le quali convoglieranno le acque nella vasca di laminazione naturale.

PROFONDITA' VASCA

La condotta che porta le acque alla vasca ha una lunghezza (max) di circa 115m di conseguenza arriverà con una profondità pari a 0.23 m dal piano campagna considerando la pendenza dello 0.2% .

La vasca dovrà avere una profondità di 0.35 m dal fondo tubo.

8 TEMPO DI SVUOTAMENTO

Considerato il tipo di suolo facendo riferimento alla seguente tabella:

tipo di terreno	f_0 [mm/h]	f_∞ [mm/h]	k [h ⁻¹]
A) Terreno con scarsa potenzialità di deflusso. Comprende forti spessori di sabbie con scarsissimo limo e argilla; anche forti spessori di ghiaie profonde, molto permeabili	250	25.4	2
B) Terreno con potenzialità di deflusso moderatamente bassa Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.	200	12.7	2
C) Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.	125	6.3	2
D) Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressochè impermeabili in vicinanza della superficie.	76	2.5	2

Configurando l'invaso con un'area di 610 mq e con la profondità di 0.35 m utili, considerando la capacità di infiltrazione del suolo di classe C (classificazione SCS) pari cautelativamente al suo valore asintotico di 6.3 mm/h e quindi pari a 17.50 l/s per ettaro, l'infiltrazione dell'area della vasca di invaso verso il sottosuolo è pari a $17.50 \times 0,0610 = 1.07$ l/s.

Area invaso: 610 m²

Volume invaso: 182 mc

Tempo di svuotamento

$$T = \frac{182 \times 1000}{1.07} = 47.25 \text{ h} < 48 \text{ ore}$$

1.07

Il tempo di svuotamento è calcolato seguendo le indicazioni del R.R.7 del 23 novembre e s.m.i.. Tale tempo di svuotamento risulta inferiore alle 48 ore, come richiesto dal R.R. 7 del 23/11/2017 e s.m.i.

Verifica franchi di sicurezza Tr 100 anni

$S = 0,3500 \text{ ha}$ $A1 = 26.68 \text{ mm/oran}$ $n = 0,2663$ $\phi = 1$ $u_{lim} = 20 \text{ l/s ha}$ (limite per Area B)

$W_t = 2.32$

$a = W_t \times A1 = 61.95 \text{ mm/h}$

$Q_{u,lim} = S \cdot \phi \cdot u_{lim} = 7 \text{ l/s}$

$D_w = Q_{u,lim} / (2,78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot n) (1/n - 1) = 3.099 \text{ h}$

Volume invaso

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot D_w n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = 214 \text{ mc} < 218 \text{ mc di progetto}$$

Il volume di invaso calcolato con Tr di 100 anni è inferiore al volume d'invaso progettato, pertanto il franco di sicurezza è verificato.

9 CONCLUSIONI

Considerando la situazione litostratigrafica e idrogeologica locale, in presenza di un deposito limoso / limo-argilloso per i primi 200 cm e con la piezometrica a 3.60 m da p.c., si è optato per la realizzazione di una vasca di laminazione / infiltrazione.

Seguendo le indicazioni del R.R. 7/2017 e s.m.i. della Regione Lombardia, sono stati calcolati:

- le superfici impermeabili;
- le precipitazioni di progetto;
- i volumi di laminazione;
- le portate di infiltrazione dell'opera disperdente;
- i tempi di svuotamento.

Tutti gli elementi esaminati sono risultati conformi ai requisiti previsti dal regolamento.

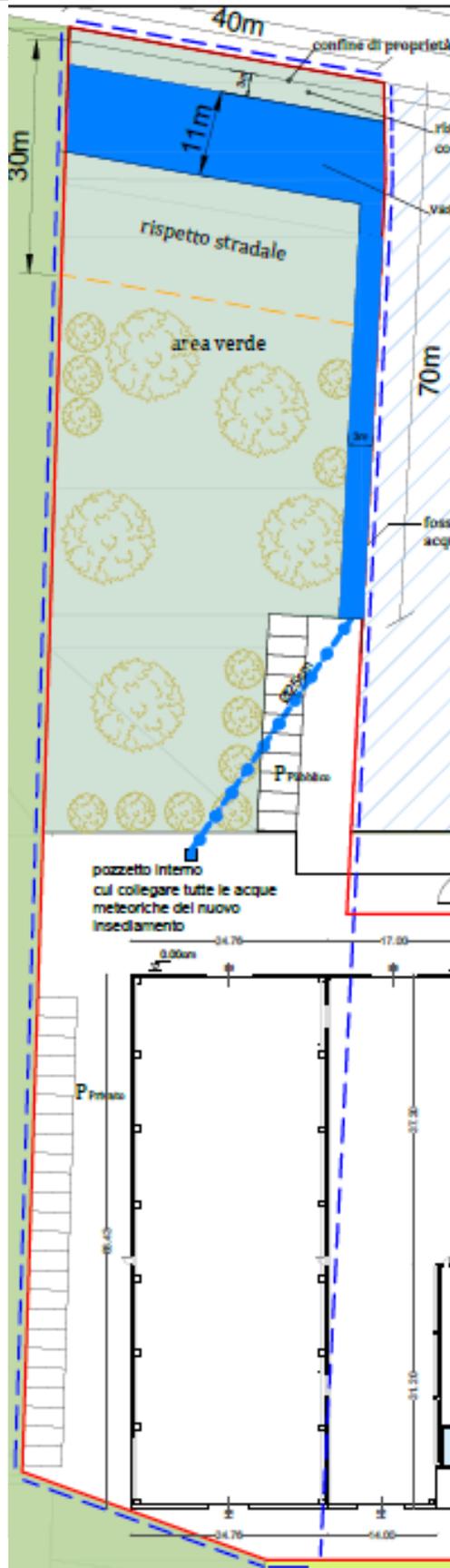
San Giorgio Bigarello, Maggio 2022

IL TECNICO

Dott. Geol. Rosario Spagnolo

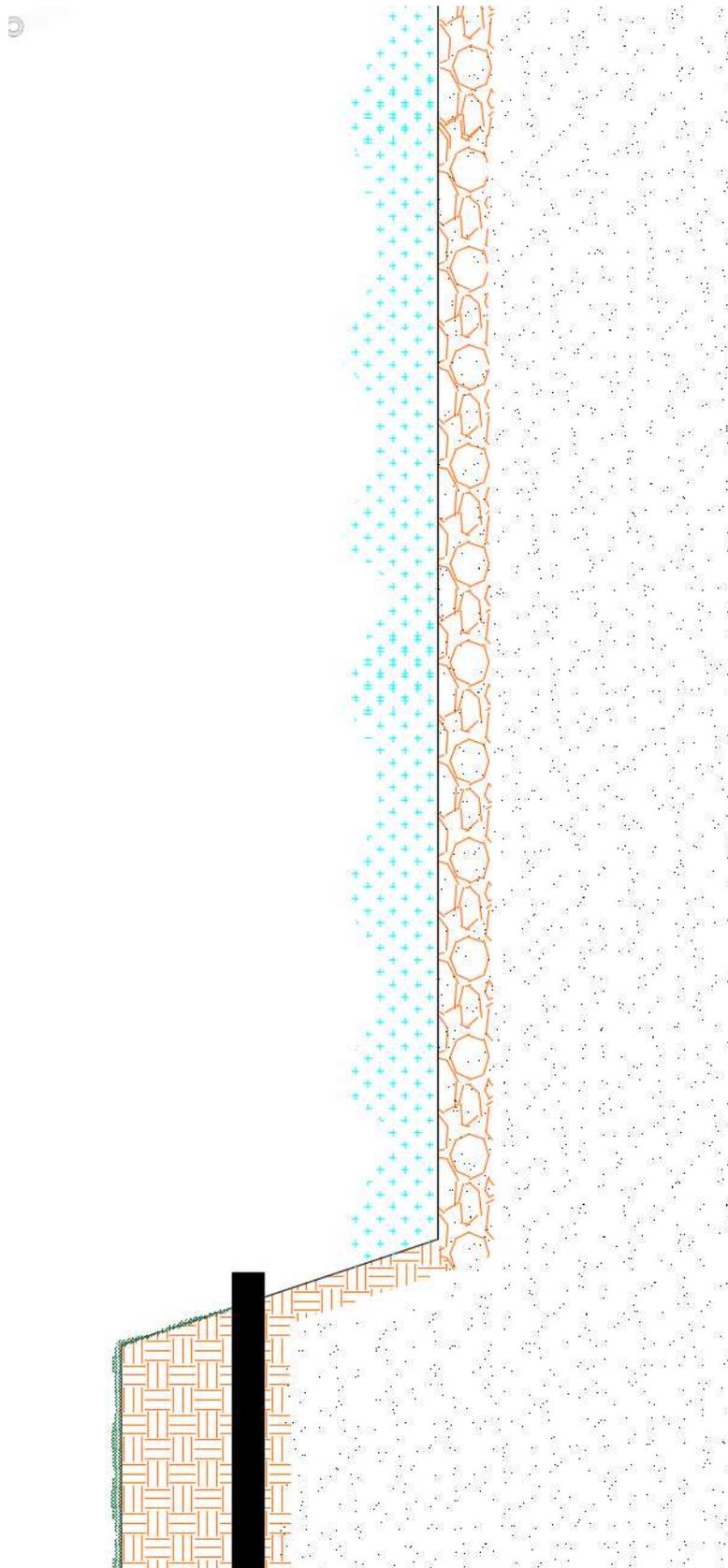
B. DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE AREE DI LAMINAZIONE



*Invarianza idraulica e idrologica
ai sensi del R.R. n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i.*

SEZIONE VASCA/FOSSO DI LAMINAZIONE ED INFILTRAZIONE



C. PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

Il presente allegato definisce l'insieme delle informazioni atte a permettere la manutenzione dell'intervento da realizzare nonché a fornire elementi utili a limitare i danni da un utilizzo improprio consentendo di eseguire le operazioni atte alla conservazione.

Le procedure e le indicazioni fornite nel presente documento sono redatte per portare a conoscenza del servizio di gestione quegli aspetti particolari e specifici, caratteristici dell'intervento progettato.

Il presente manuale di manutenzione andrà integrato dall'impresa esecutrice dei lavori con i manuali di manutenzione specifici di ogni sua parte.

Le opere previste in progetto possono essere suddivise così

Pozzetti	Rimuovere i depositi
Condotte in pvc	Verifica del corretto deflusso dell'acqua e dell'integrità. Pulizia a scorrimento
Caditoie	Rimuovere i depositi

Tale manutenzione deve essere effettuata 2 volte all'anno e a seguito di eventi eccezionali.

- pulizia rifiuti;
- rimozione detriti;
- taglio selettivo delle specie vegetali;
- controllo di eventuali specie infestanti;
- eliminazione di problemi di scorrimento e/o intasamento;
- ispezione controllo dell'efficienza

Il principale aspetto da considerare è il rischio di colmataura dell'impianto (riempimento progressivo dei pori da particelle organiche inorganiche).

Il maggiore rischio di colmataura si riscontra nella fase iniziale dopo la messa in esercizio di un impianto. Di conseguenza è richiesta una manutenzione particolarmente intensa in questo periodo.

Occorre prevedere la pulizia degli organi di regolazione, il lavaggio dei canali di accumulo e la rimozione della vegetazione eccedente e dei materiali galleggianti.

Le sponde erbose vanno falciate almeno 4 volte l'anno con mezzi adeguati. Dopo un temporale occorre verificare l'efficienza dell'infiltrazione. Se necessario si deve smuovere il terreno in superficie. È escluso l'utilizzo di prodotti fitosanitari per il trattamento delle superfici filtranti.

Da effettuarsi una volta all'anno e a seguito di eventi atmosferici eccezionali.

D. ALLEGATO E

Asseverazione in merito alla conformità del progetto ai contenuti del R.R. 8 del 2019.

La presente asseverazione è in allegato alla relazione con firma digitale.