

Comune di Costa Volpino

Programma Integrato d'Intervento
Ambito Via San Fermo

Committente:

Darfo Immobiliare Srl



INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA E
RISPARMIO IDRICO
(ex R.R. 23.11.2017 n° 7 e s.m.i.)

relazione tecnica

Progetto Architettonico:
Paolo Ghezzi – Architetto – Mapello (BG)

INDICE DEGLI ARGOMENTI

1. PREMESSA	2
2. LOCALIZZAZIONE	3
3. INTERVENTO 3 PARTE RESIDENZIALE	4
3.1 COMPUTO DEI VOLUMI DI COMPENSAZIONE PER L'INVARIANZA IDRAULICA	5
3.2 INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA	9
3.2.1 Soluzioni progettuali adottate per i dispositivi atti a garantire l'invarianza idraulica	9
4. INTERVENTO 3 PARTE OPERE DI URBANIZZAZIONE (STANDARD URBANISTICI)	11
4.1 COMPUTO DEI VOLUMI DI COMPENSAZIONE PER L'INVARIANZA IDRAULICA	12
5. INTERVENTO 1 PARTE PIAZZALI ESTERNI (PARCHEGGI).....	14
5.1 COMPUTO DEI VOLUMI DI COMPENSAZIONE PER L'INVARIANZA IDRAULICA	16

ALLEGATI

ALLEGATO A	Corografia CTR Lombardia
ALLEGATO B	Planimetrie ANTE e POST Operam
ALLEGATO C	Input ed output di calcolo dell'invarianza Idraulica e Idrologica
ALLEGATO D	Verifica Calcolo LSP – ARPA Lombardia



1. PREMESSA

Nella presente si riportano le scelte metodologiche e progettuali adottate per la determinazione mediante calcolo dei coefficienti di deflusso ANTE e POST OPERAM necessari per la determinazione del Volume Minimo di Invaso per giungere all'eventuale dimensionamento dei dispositivi atti a garantire l'invarianza idraulica nelle trasformazioni urbanistiche in osservanza all'Art. 9 "Invarianza idraulica" del RR n° 7 del 23 novembre 2017 e s.m.i..

Le metodologie di calcolo sono riferite all'Allegato G del R.R. ed ai parametri di cui al Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia.

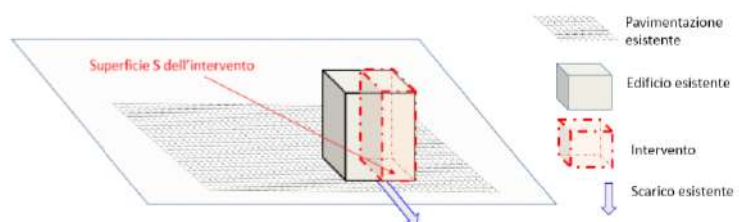
Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la modifica di un'area in modo che i deflussi superficiali originati dall'area stessa non provochi un aggravio della portata di piena del coipo idrico ricevente.

Nelle trasformazioni urbanistiche che comportano parziali impermeabilizzazioni del territorio, potrebbe essere necessario predisporre dei volumi di invaso di compensazione. Tali volumi andranno riempiti prima che si verifichi il deflusso delle aree stesse, garantendo l'effettiva invarianza del picco di piena. Gli invasi andranno poi svuotati entro le 24 ore successive all'evento. La portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di quell'area rimarrà così costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo, garantendo il principio di invarianza idraulica.

Il presente studio per l'Invarianza Idraulica ed Idrologica fa riferimento ad un Programma Integrato d'Intervento che nel suo complesso si compone di tre ambiti:

1. Riqualificazione Commerciale;
2. Riqualificazione Viaria.
3. Residenziale (nuovo intervento);

9. Interventi di ristrutturazione edilizia [articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001], se consistenti nella demolizione parziale e ricostruzione senza aumento del volume



Non sono richieste, ma sono auspicabili, misure di invarianza idraulica o idrologica

Per effetto di quanto previsto dal R.R. e facendo riferimento allo schema n° 9 di cui all'Allegato A riportante "Schemi esemplificativi degli interventi ai quali applicare o meno le misure di invarianza idraulica e idrologica" l'intervento n° 2 non è oggetto del presente studio mentre l'intervento n° 1,



solo per la parte esterna destinata a piazzale parcheggio riteniamo sia soggetta alle previsioni di cui al R.R., e il n° 3 che è soggetto nella sua totalità alle previsioni di cui al R.R..

2. LOCALIZZAZIONE

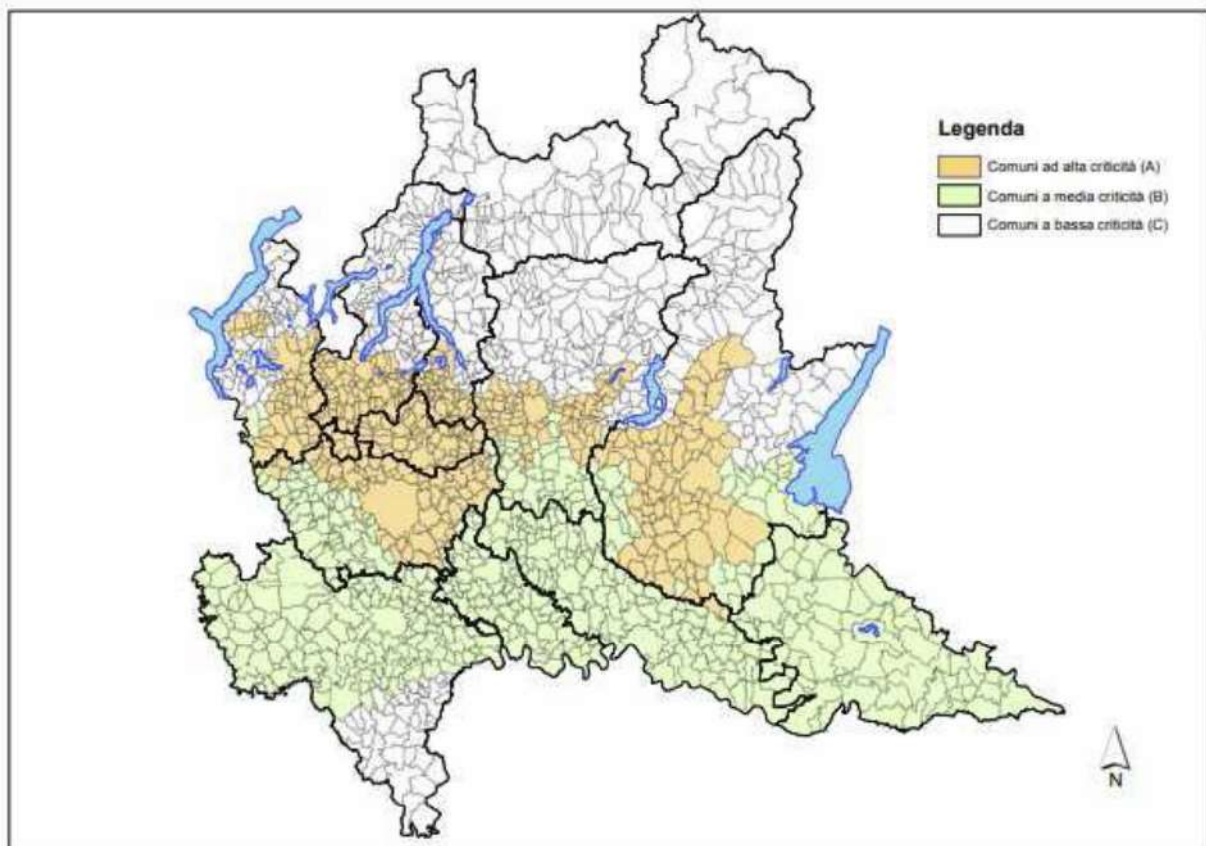
L'intervento prevede la realizzazione di due nuovi edifici residenziali presso l'Ambito Via San Fermo nella Località Piano in Comune di Costa Volpino (BG). L'area si trova lungo la piana del Fiume Oglio in area prossimale ad esso a quota 190 m s.l.m..

Ai sensi della D.g.r. del 20 novembre 2017, n. 7372, 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 desumibile dall'Allegato B e C del R.R., dove:

A –alta criticità

B –media criticità

C –bassa criticità



Il Comune di Costa Volpino ricade in Area a Bassa Criticità - C.



Il Comparto n° 3 – Residenziale è composto da due tipologie d'intervento una residenziale in senso stretto che prevede la realizzazione di due unità abitative ed una, relativa agli standard urbanistici in cessione di cui al regolamento comunale, per parcheggi e viabilità di accesso.

Le due tipologie citate verranno trattate separatamente anche e soprattutto perché le superfici e le opere destinate a standard verranno cedute all'amministrazione comunale e quindi gestite separatamente in senso stretto.

3. INTERVENTO 3 PARTE RESIDENZIALE

La modalità di calcolo da applicare per ogni intervento, qualora risultasse applicabile, e come definita nella tabella 1 del R.R. n° 7 di seguito riportata, e considerata la classe di intervento "2" come indicata nella stessa tabella e dall'ambito territoriale in cui lo stesso ricade, ai sensi dell'articolo 7 del Regolamento stesso, per impermeabilizzazione potenziale media, Ambito territoriale C e Coeff. di Deflusso qualsiasi la modalità di calcolo prevista è quella dei requisiti minimi secondo l'art. 12 comma 2 secondo il quale, per gli interventi aventi superficie interessata dall'intervento superiore a 300 mq, il requisito minimo richiesto consiste in alternativa:

2. Nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono, e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell'ambito territoriale di bassa criticità, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo delle sole piogge o la procedura di calcolo dettagliata descritte nell'allegato G, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

- a) per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il 'coefficiente P' di cui alla tabella riportata nell'Allegato C;
- b) per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7: 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- c) per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.**



I volumi di cui al comma 1 sono da adottare anche nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti negli ambiti territoriali ad alta e media criticità, qualora il volume risultante dai calcoli di cui all'articolo 11, comma 2, lettera e), fosse minore.

Tabella 7

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Area A, B	Area 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	
CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Area A, B	Area C
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		

(con RR 19 aprile 2019 n° 8 - Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 il valore di 100 mq è stato sostituito dal valore 300 mq)

3.1 COMPUTO DEI VOLUMI DI COMPENSAZIONE PER L'INVARIANZA IDRAULICA

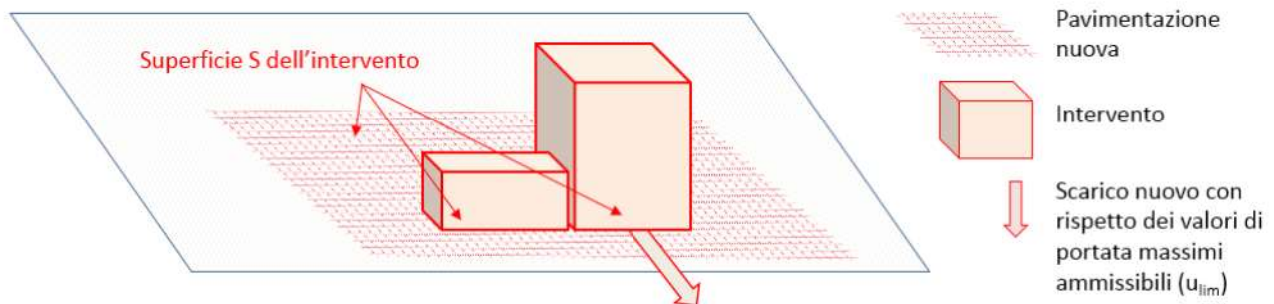
Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

Di fatto, l'unico modo di garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni è quello di prevedere volumi stoccaggio temporaneo dei deflussi o l'infiltrazione che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione del suolo da non-urbano ad urbano.

Lo schema di riferimento su cui applicare le misure di invarianza idraulica e idrologica di cui all'allegato A del R.R. è il n° 2 che riporta:



2. Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001]



1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

La situazione tipo sopra riportata è quella meglio si adatta alla progettazione in essere. Dagli elaborati grafici di progetto, di seguito riportati, è possibile rilevare che le superfici attualmente a verde, ad intervento realizzato, subiranno rilevanti trasformazioni per impermeabilizzazione. Nel dettaglio la superficie completamente impermeabile subirà un incremento di complessivi 425,00 m² dei quali solo 250,00 m² per effettive impermeabilizzazioni derivate dalle edificazioni mentre i restanti derivano dai 250,00 m² di prato di proprietà ma esterno alla lottizzazione e dedicato alla dispersione in sub-superficie. L'intervento non prevede l'aumento delle pavimentazioni semipermeabili.

Ai sensi dell'art 5 del R.R. il presente progetto farà riferimento a sistemi che garantiscono l'infiltrazione e l'evapotraspirazione mediante dispersione in superficie utilizzando per questo scopo un'ampia area verde confinante.

Come vedremo nella simulazione di calcolo la dispersione avverrà per infiltrazione, nel rispetto delle caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio (PGT) comunale.



Vedremo nei paragrafi più avanti che per ragioni di natura geologica ed idrogeologica la soluzione tecnica la dovremo trovare determinando i volumi da laminare come previsto all'art. 12 comma 2 del R.R. per la determinazione del volume minimo d'invaso in aree sottoposte a una quota di impermeabilizzazione potenziale media della Classe di intervento "2" e pertanto in attuazione di quanto previsto all'art. 7 i volumi d'acqua ottenuti, se del caso, verranno riparametrati ai 400 m³/ha di superficie scolante impermeabile.

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:

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

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

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

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, φ 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, $\alpha = \alpha_1 w_T$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia come esposto al paragrafo 1 del presente allegato) espressa nella forma:

$$h = \alpha \cdot D^n = \alpha_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

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:

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

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

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

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:

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

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

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

Usando la portata specifica di scarico $u_{lim} = Q_{u,lim}/S$ (in l/s per ettaro) e il volume specifico di invaso $w_o = W_o/S$ (in m³/ha) le equazioni di calcolo sono:



$$D_w = \left(\frac{u_{lim}}{2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$
$$w_0 = 10 \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot u_{lim} \cdot D_w$$

Il parametro n (esponente della curva di possibilità pluviometrica) utilizzato nelle equazioni precedenti deve essere congruente con la durata D_w risultante dal calcolo, tenendo conto che il valore di “ n ” sarà diverso per le durate inferiori all’ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore.

3.2 INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

3.2.1 Soluzioni progettuali adottate per i dispositivi atti a garantire l’invarianza idraulica

Come già anticipato più volte l’intervento in progetto è **soggetto** al rispetto dei requisiti di cui al comma 2 dell’art. 12 del RR n° 7.

La superficie complessiva dell’area interessata dall’intervento, nel suo complesso è di 1.240,75 m² (0,124 ha) dei quali 250,00 m² sono la superficie della copertura dei nuovi edifici, che essendo superfici impermeabilizzate verranno conteggiate al 100% ai fini delle verifiche di calcolo. Le superfici impermeabili, diverse dall’edificio residenziale, ammontano a totali 250,0 m² per la dispersione e pertanto conteggiate al 70% per un totale di 175,00 m². Residuano 740,75 m² di terreno che rimane a verde per aiuole interne e giardino che non saranno conteggiati ai fini della verifica di calcolo.

Di seguito alleghiamo la simulazione di calcolo riferita alle coperture previste in progetto e la simulazione di dispersione sul suolo. Ai fini progettuali per la verifica di calcolo dei volumi interessati dall’Invarianza si è fatto riferimento ad un sottosuolo di Classe B.

Con questa ipotesi di verifica il termine D_w (durata pioggia critica) ha un valore di 3,61 ore e corrispondente ad un volume $W_0 = 24,22 \text{ m}^3$ (riferito ai 569,78 m³/ha in quanto > di quelli calcolati in riferimento ai 400 m³/ha) e, considerata l’ipotesi di dispersione superficiale, si allega la simulazione di calcolo riferita alle coperture previste in progetto e la simulazione di dispersione sul suolo. Ai fini progettuali per la verifica di calcolo dei volumi interessati dall’Invarianza si è fatto riferimento ad un sottosuolo con Permeabilità (f_c – SCS Classe B) di 12,7 mm/ora corrispondente a terreni composti da sabbie fine, limosa e sabbie con ghiaia. Considerata l’ipotesi per la laminazione in area verde di 250,00 m² come risultante dai calcoli allegati dai calcoli si ottiene una capacità di assorbimento di 35,00 l/sec per ettaro corrispondente a 0,0035 l/s*m² che comportano la laminazione di W_0 in 7,63 h < 48 h e



pertanto compatibile con le finalità del principio dell'Invarianza idraulica ed idrologica quanto previsto dal R.R. n° 7/2017 e s.m. e i..

Secondo quanto disposto dal D.Lgs n.152/99 e succ. mod. ed int. lo scarico mediante dispersione per sub-irrigazione sul suolo, può essere effettuato, come nel caso specifico, solo nei casi in cui sia accertata l'impossibilità tecnica o l'eccessiva onerosità a fronte dei benefici ambientali conseguibili, a recapitare in corpi idrici superficiali e a condizione che vengano rispettate le norme tecniche previste dalla Delibera del Comitato Interministeriale del 04.02.1977 allegato 5.

Le acque destinate alla Invarianza Idraulica ed Idrologica verranno raccolte da un pozzetto e dissipate mediante un sistema di tubazioni forate disposte a raggiera e collocate all'interno di trincee scavate nel suolo con le modalità esecutive di seguito riportate:

- Il pozzetto sarà dotato di sifone di cacciata che ha la funzione di garantire una distribuzione uniforme delle acque lungo tutta la condotta disperdente e che assicuri un certo intervallo di tempo tra una immissione di acqua e l'altra nella rete di sub-irrigazione, in modo tale da agevolare l'assorbimento del terreno.
- La condotta dovrà essere realizzata con elementi tubolari in PVC pesante (UNI 302) del diametro 100-120 mm con fessure praticate inferiormente e perpendicolarmente all'asse del tubo, distanziate 20- 40 cm e larghe da 1 a 2 cm e con una pendenza fra 0.2% e 0.5% e posta in trincea di adeguata profondità all'interno del terreno, non inferiore a 60 cm e non superiore a 80 cm, con larghezza alla base di almeno 40 cm.
- Il fondo della trincea per almeno 30 cm è occupato da un letto di pietrisco di tipo lavato della pezzatura 40/70 mm.
- La condotta disperdente verrà collocata al centro del letto di pietrisco. La parte superiore della massa ghiaiosa prima di essere coperta con il terreno di scavo, deve essere protetta con uno strato di materiale adeguato (del tipo tessuto non tessuto) che ne impedisca l'intasamento dal terreno sovrastante ma, nel contempo, garantisca l'aerazione del sistema drenante.
- A lavoro ultimato la sommità della trincea dovrà risultare rilevata rispetto al terreno adiacente, questo eviterà la formazione di avvallamenti sopra la stessa che porterebbero alla formazione di linee di compluvio con successiva penetrazione delle acque meteoriche nella rete drenante.
- La condotta disperdente può essere: unica, a raggiera o ramificata (spina di pesce).
- La distanza fra il fondo della trincea ed il massimo livello della falda è superiore ad 1 metro (per massimo livello della falda deve intendersi la quota, rispetto al piano di campagna raggiunta dal livello freatico o piezometrico nelle condizioni di massima ricarica nel periodo primaverile).
- Lo sviluppo delle condotte disperdenti, in ragione del tipo di terreno disponibile nel caso specifico, trattandosi di ghiaia con sabbia e limo, dovrà avere lunghezza totale sia di 15 m.



Per una chiara comprensione di quanto sopra esposto, si rimanda alla visione degli elaborati di progetto ed agli allegati che seguono.

4. INTERVENTO 3 PARTE OPERE DI URBANIZZAZIONE (STANDARD URBANISTICI)

La modalità di calcolo da applicare per ogni intervento, qualora risultasse applicabile, e come definita nella tabella 1 del R.R. n° 7 di seguito riportata, e considerata la classe di intervento “2” come indicata nella stessa tabella e dall’ambito territoriale in cui lo stesso ricade, ai sensi dell’articolo 7 del Regolamento stesso, per impermeabilizzazione potenziale media, Ambito territoriale C e Coeff. di Deflusso qualsiasi la modalità di calcolo prevista è quella dei requisiti minimi secondo l’art. 12 comma 2 secondo il quale, per gli interventi aventi superficie interessata dall’intervento superiore a 300 mq, il requisito minimo richiesto consiste in alternativa:

2. Nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell’ambito territoriale in cui ricadono, e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell’ambito territoriale di bassa criticità, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo delle sole piogge o la procedura di calcolo dettagliata descritte nell’allegato G, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell’invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

- a) per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all’articolo 7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell’intervento moltiplicato per il ‘coefficiente P’ di cui alla tabella riportata nell’Allegato C;
- b) per le aree B a media criticità idraulica di cui all’articolo 7: 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell’intervento;
- c) per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all’articolo 7: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell’intervento.**

I volumi di cui al comma 1 sono da adottare anche nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti negli ambiti territoriali ad alta e media criticità, qualora il volume risultante dai calcoli di cui all’articolo 11, comma 2, lettera e), fosse minore.



Tabella 7

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Area A, B	Area 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	
CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Area A, B	Area C
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		

(con RR 19 aprile 2019 n° 8 - Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 il valore di 100 mq è stato sostituito dal valore 300 mq)

4.1 COMPUTO DEI VOLUMI DI COMPENSAZIONE PER L'INVARIANZA IDRAULICA

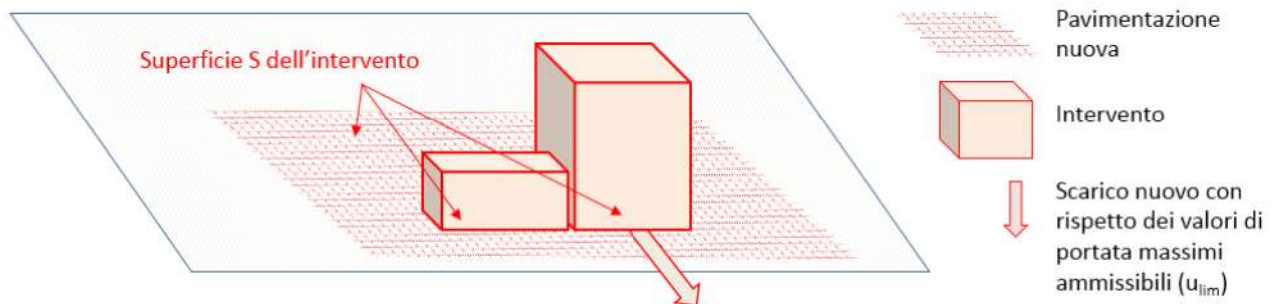
Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

Di fatto, l'unico modo di garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni è quello di prevedere volumi stoccaggio temporaneo dei deflussi o l'infiltrazione che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione del suolo da non-urbano ad urbano.

Lo schema di riferimento su cui applicare le misure di invarianza idraulica e idrologica di cui all'allegato A del R.R. è il n° 2 che riporta:



2. Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001]



1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

La situazione tipo sopra riportata è quella meglio si adatta alla progettazione in essere. Dagli elaborati grafici di progetto, di seguito riportati, è possibile rilevare che le superfici attualmente a verde, ad intervento realizzato, subiranno rilevanti trasformazioni per impermeabilizzazione. Nel dettaglio la superficie completamente impermeabile subirà un incremento di complessivi 475,46 m² dei quali 250,46 m² saranno superficie stradale asfaltata e quindi conteggiata al 100%, 225,00 m² corrispondenti alle aree a parcheggio saranno in materiale semipermeabile e quindi conteggiate al 70 % mentre i restanti 84,54 m² saranno aiuole e pertanto considerati a prato.

Come vedremo nella simulazione di calcolo lo smaltimento avverrà mediante l'impiego della vasca di laminazione, nel rispetto di quanto previsto dal R.R..

Vedremo nei paragrafi più avanti che per ragioni di natura geologica ed idrogeologica la soluzione tecnica la dovremo trovare determinando i volumi da laminare come previsto all'art. 12 comma 2 del R.R. per la determinazione del volume minimo d'invaso in aree sottoposte a una quota di impermeabilizzazione potenziale media della Classe di intervento "2" e pertanto in attuazione di quanto previsto all'art. 7 i volumi d'acqua ottenuti, se del caso, verranno riparametrati ai 400 m³/ha di superficie scolante impermeabile.

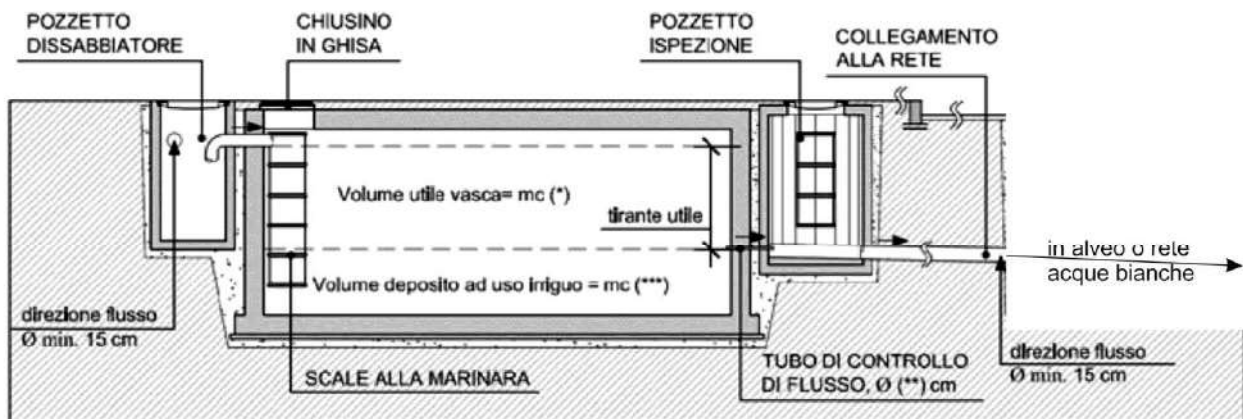


La condotta utilizzata per l'immissione delle acque uscenti dalla Vasca di laminazione dovrà avere diametro minimo di 15 cm; il tubo di controllo di flusso in uscita dalla Vasca di laminazione (collocato tra la Vasca e la condotta sopra citata) dovrà avere dimensione massima di 46,00 mm di diametro.

Il tubo di controllo dimensionato sulla base di un tirante utile di 1,03 m è in grado di permettere una portata uscente di 4,49 l/s.

La vasca di laminazione avrà dimensioni di 5,00 m di lunghezza e 4,50 m di larghezza ed una altezza minima di 1,03 m. Tale dimensionamento comporta una portata uscente che permette lo svuotamento della vasca in $1,44 \text{ h} < 48 \text{ h}$ e pertanto compatibile con le finalità del principio dell'Invarianza idraulica ed idrologica secondo quanto previsto all'art. 11 c) 2 l) f punto 2 del R.R. n° 7/2017 e s.m. e i..

Il tubo in ingresso al Pozzetto dissabbiatore ed il tubo in uscita verso lo scarico dovranno avere diametro minimo di 15,00 cm.



Per una chiara comprensione di quanto sopra esposto, si rimanda alla visione degli elaborati di progetto ed agli allegati che seguono.

5. INTERVENTO 1 PARTE PIAZZALI ESTERNI (PARCHEGGI)

La modalità di calcolo da applicare per ogni intervento, qualora risultasse applicabile, e come definita nella tabella 1 del R.R. n° 7 di seguito riportata, e considerata la classe di intervento "2" come indicata nella stessa tabella e dall'ambito territoriale in cui lo stesso ricade, ai sensi dell'articolo 7 del Regolamento stesso, per impermeabilizzazione potenziale media, Ambito territoriale C e Coeff. di Deflusso qualsiasi la modalità di calcolo prevista è quella dei requisiti minimi secondo l'art. 12 comma 2 secondo il quale, per gli interventi aventi superficie interessata dall'intervento superiore a 300 mq, il requisito minimo richiesto consiste in alternativa:



2. Nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono, e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell'ambito territoriale di bassa criticità, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo delle sole piogge o la procedura di calcolo dettagliata descritte nell'allegato G, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

- a) per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il 'coefficiente P' di cui alla tabella riportata nell'Allegato C;
- b) per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7: 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- c) per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.**

I volumi di cui al comma 1 sono da adottare anche nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti negli ambiti territoriali ad alta e media criticità, qualora il volume risultante dai calcoli di cui all'articolo 11, comma 2, lettera e), fosse minore.

Tabella 7

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,05 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,05 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,05 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		

(con RR 19 aprile 2019 n° 8 - Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 il valore di 100 mq è stato sostituito dal valore 300 mq)



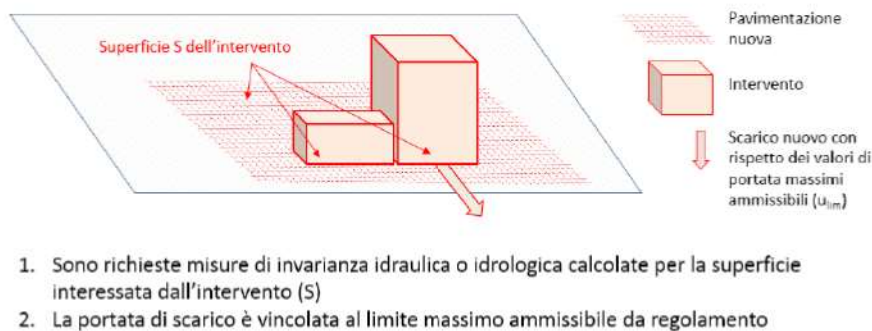
5.1 COMPUTO DEI VOLUMI DI COMPENSAZIONE PER L'INVARIANZA IDRAULICA

Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

Di fatto, l'unico modo di garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni è quello di prevedere volumi stoccaggio temporaneo dei deflussi o l'infiltrazione che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione del suolo da non-urbano ad urbano.

Lo schema di riferimento su cui applicare le misure di invarianza idraulica e idrologica di cui all'allegato A del R.R., riferito alla sola area esterna dell'ambito commerciale, è il n° 2 che riporta:

2. Interventi di **nuova costruzione** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001]



La situazione tipo sopra riportata è quella meglio si adatta alla progettazione in essere. Dagli elaborati grafici di progetto, di seguito riportati, è possibile rilevare che le superfici attualmente a verde, ad intervento realizzato, subiranno rilevanti trasformazioni per impermeabilizzazione. Nel dettaglio la superficie completamente impermeabile subirà un incremento di complessivi 1.192,25 m² ai quali vengono sottratte le aree a verde di nuova formazione per un totale residuo di 819,34 m² saranno impermeabilizzate per accessi, parcheggi e viabilità interna, asfaltata, e quindi conteggiata al 100%, mentre i restanti 838,01 m² saranno aiuole e pertanto considerati a prato.

Come vedremo nella simulazione di calcolo lo smaltimento avverrà mediante l'impiego della vasca di laminazione, nel rispetto di quanto previsto dal R.R..

Vedremo nei paragrafi più avanti che per ragioni di natura geologica ed idrogeologica la soluzione tecnica la dovremo trovare determinando i volumi da laminare come previsto all'art. 12 comma 2



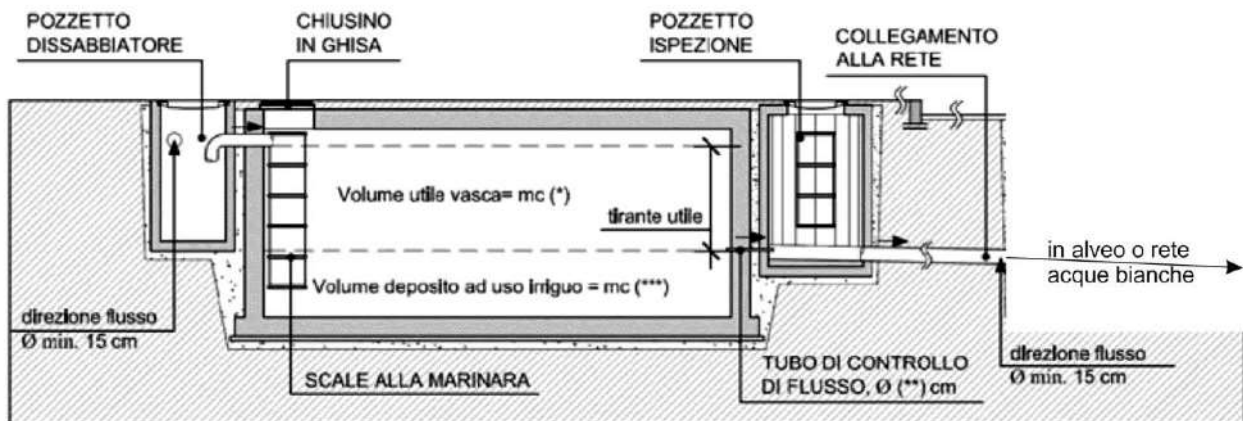
del R.R. per la determinazione del volume minimo d'invaso in aree sottoposte a una quota di impermeabilizzazione potenziale media della Classe di intervento "2" e pertanto in attuazione di quanto previsto all'art. 7 i volumi d'acqua ottenuti, se del caso, verranno riparametrati ai 400 m³/ha di superficie scolante impermeabile.

La condotta utilizzata per l'immissione delle acque uscenti dalla Vasca di laminazione dovrà avere diametro minimo di 15 cm; il tubo di controllo di flusso in uscita dalla Vasca di laminazione (collocato tra la Vasca e la condotta sopra citata) dovrà avere dimensione massima di 46,00 mm di diametro.

Il tubo di controllo dimensionato sulla base di un tirante utile di 2,48 m è in grado di permettere una portata uscente di 3,80 l/s.

La vasca di laminazione avrà dimensioni di 4,70 m di lunghezza e 4,00 m di larghezza ed una altezza minima di 1,03 m. Tale dimensionamento comporta una portata uscente che permette lo svuotamento della vasca in 3,41 h < 48 h e pertanto compatibile con le finalità del principio dell'Invarianza idraulica ed idrologica secondo quanto previsto all'art. 11 c) 2 l) f punto 2 del R.R. n° 7/2017 e s.m. e i..

Il tubo in ingresso al Pozzetto dissabbiatore ed il tubo in uscita verso lo scarico dovranno avere diametro minimo di 15,00 cm.



Per una chiara comprensione di quanto sopra esposto, si rimanda alla visione degli elaborati di progetto ed agli allegati che seguono.



ALLEGATI



ALLEGATO A	Corografia CTR Lombardia
-------------------	--------------------------





ALLEGATO B	Planimetrie ANTE e POST Operam
-------------------	--------------------------------

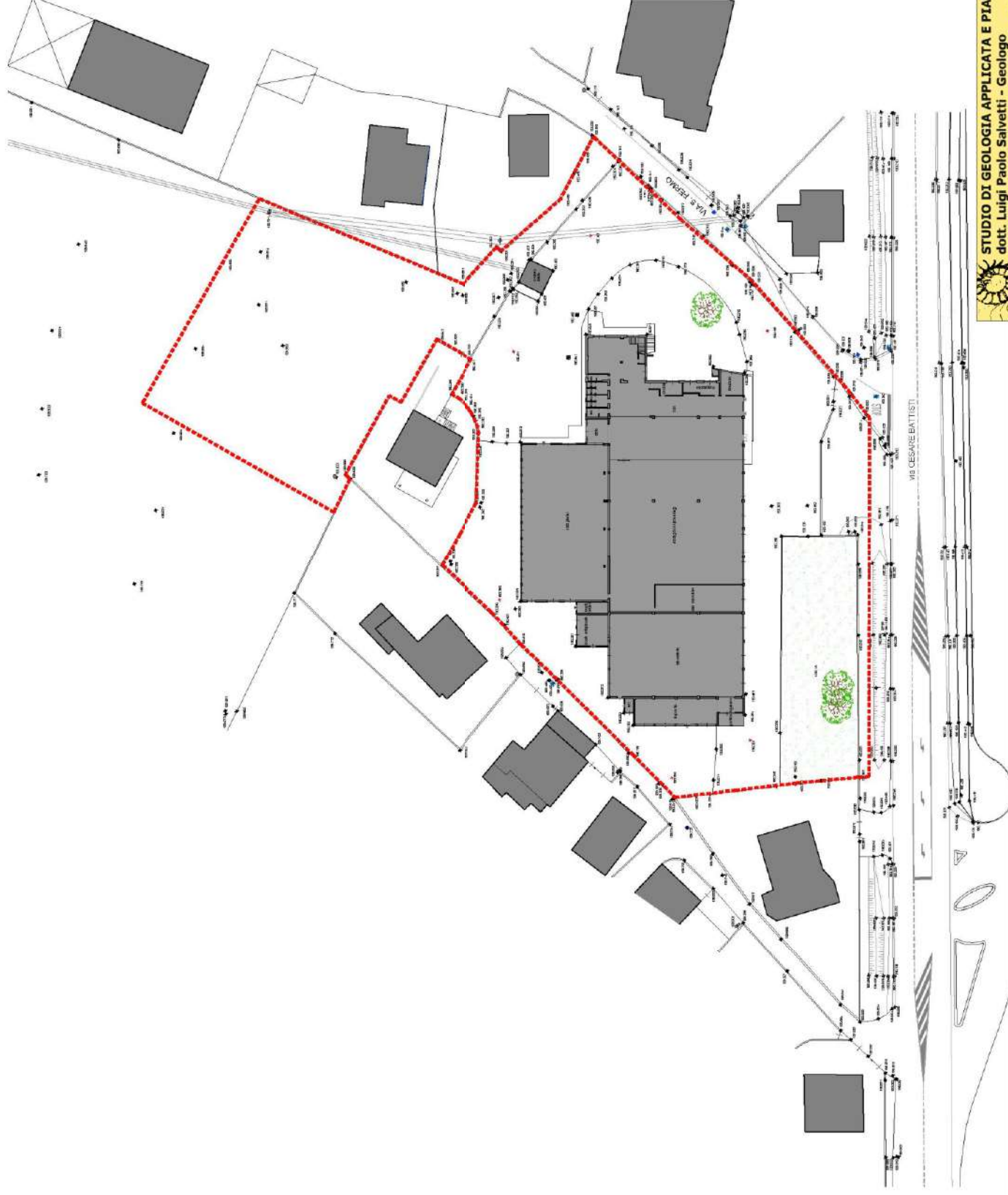


Comune di Costa Volpino
Provincia di Bergamo

Committente: Darfo Immobiliare Srl
Oggetto: Programma Integrato d'Intervento
Ambito Via San Fermo

Allegato: Planimetria Stato di Progetto - ANTE OPERAM

Individuazione superfici di calcolo



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
dott. Luigi Paolo Salvetti - Geologo
Via del Serro, 2 - 24063 Castro (BG) - 035.964.199 - luigisalvetti@gmail.com

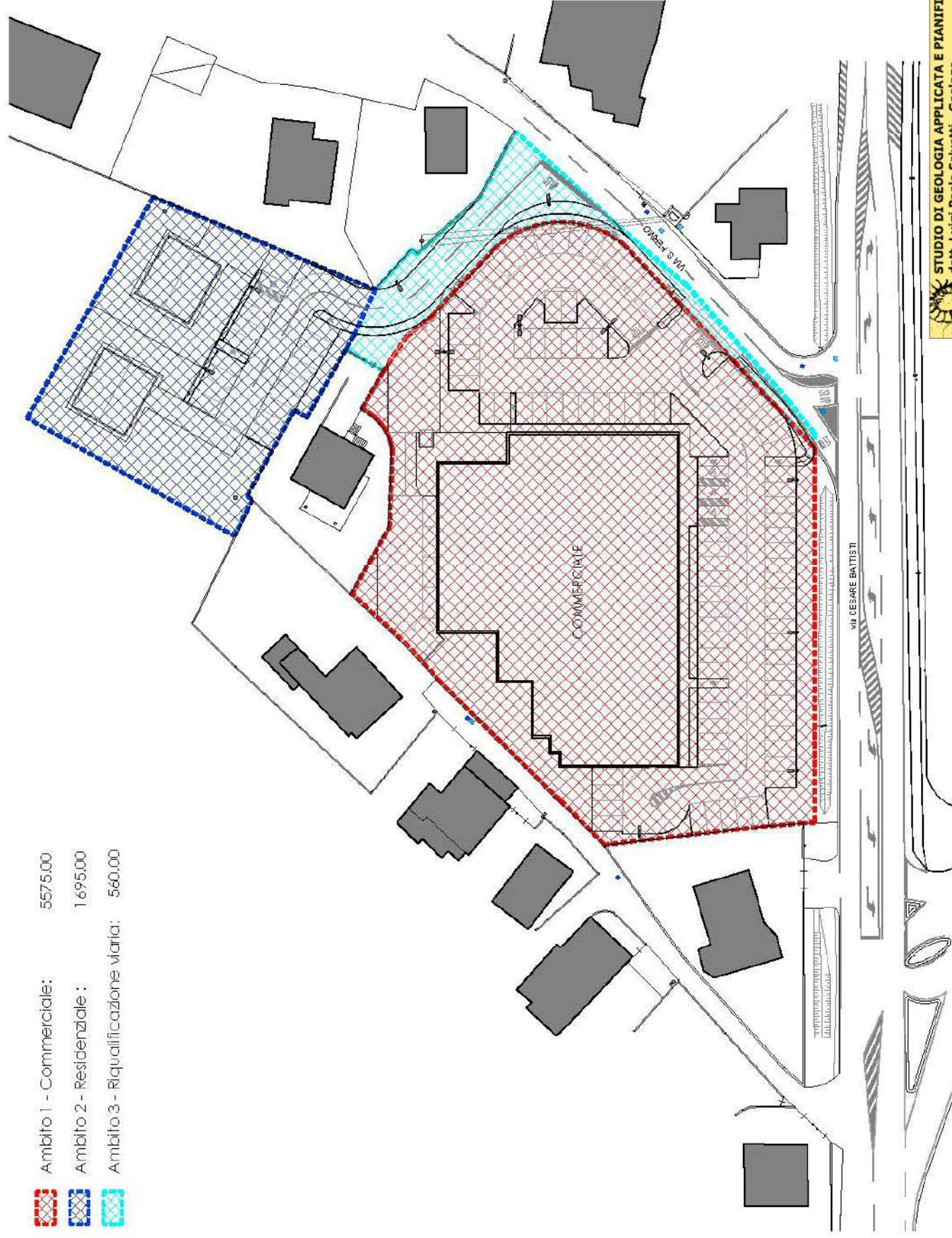
Comune di Costa Volpino
Provincia di Bergamo

Committente: Darfo Immobiliare Srl
Oggetto: Programma Integrato d'Intervento
Ambito Via San Fermo

Allegato: Planimetria Stato di Progetto - POST OPERAM

Individuazione superfici di calcolo

	Ambito 1 - Commerciale:	5575,00
	Ambito 2 - Residenziale :	1.695,00
	Ambito 3 - Riqualificazione viaria:	560,00



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
dott. Luigi Paolo Salvetti - Geologo
Via del Serro, 2 - 24063 Castro (BG) - 035.964.199 - luigisalvetti@gmail.com

ALLEGATO C

Input ed output di calcolo dell'invarianza
idraulica e idrologica



PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

R.R. 23 nov 2017 n° 7 e s.m.i. - ex art. 58bis L.R. 11 mar 2005 n° 12 (P.G.T.)

VERIFICA DI CALCOLO MEDIANTE IL METODO DELLE SOLE PIOGGE E POTENZIALITA' DI DISPERSIONE MEDIANTE AREA O VASCA DI LAMINAZIONE O POZZI PER ACQUE DERIVANTI DA IMPERMEABILIZZAZIONE

VERIFICA PER LE SUPERFICI IMPERMEABILI E PERMEABILI ANTE E POST OPERAM

AREA INPUT SUPERFICI DI PROGETTO	FALSO verofalso
Presenza di vasca di prima pioggia	Spp - mq
Superficie impermeabile soggetta a prima pioggia	Sppp - mq
Superficie impermeabile non soggetta a prima pioggia	Ss - mq
Superficie di tetti e coperture	Ss - mq
Pavimentazioni semipermeabili	Ss - mq
Superficie a verde (giardini) usata per laminazione	Sv - mq
Superficie a verde (giardini)	Sv - mq
	1.240,75

AREA INPUT PARAMETRI E DIMENSIONI POZZO

Diametro interno pozzo	D _i 0 m
Altezza utile pozzo	H _i 0 m
Coef. Permeabilità	K 2,0E-06 m/s
Larghezza corona esterna drenante	L 0 m
Volume assorbito da un pozzo in 1 ora	0 mc
Volume accumulato da un pozzo	0 mc
Volume totale per pozzo	0,00 mc

Volume pioggia critica

Vasca prima pioggia
Volume e netto potenziale da smaltire dal sistema drenante

AREA OUTPUT E QUANTIFICAZIONE N° POZZI

CALCOLO POZZI PERDENTI	non usato	num
ARROTONDAMENTI NUMERO POZZI PERDENTI	non usato	num
NUMERO POZZI PERDENTI PREVISTI PER INVARIANZA	0	num

Superfici corteggiate al 100% per S _φ	250,00 mq
Superfici corteggiate al 70% per S _φ	250,00 mq
Superfici corteggiate al 30% per S _φ	- mq
Superfici escluse dal corteggio di S _φ	740,75 mq
Superficie totale	1.240,75 mq

Parametri delle curve di Horton - SCS	
CLASSE	fc (mm/ora)
A Scarsa potenzialità di deflusso: comprende sabbie profonde con scarso limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili	25,4
B 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 alle capacità di infiltrazione anche a saturazione	12,7
C Potenzialità di deflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloid, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione	6,3
D Potenzialità di deflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.	2,5

(SIMULAZIONE DI CALCOLO - DISPERSIONE PER INFILTRAZIONI)

COMPARTO RESIDENZIALE

Volume di pioggia critica

coefficienti di deflusso	
Tetti, coperture, giardini pensili, strade, vialetti, parcheggi	100%
Pavimentazioni drenanti: o semipermeabili, quali strada, vialetti, parcheggi	70%
Aree verdi o giardino utilizzate come laminazione	70%
Aree permeabili di qualsiasi tipo	30%

coeff. deflusso medio pond (φ) 0.52

* dati ARPA - Ntp // sito: arpa@comune.it

Altezza di pioggia (77=50 anni)

150	0,31279999
350	27,52
h = 82,94 mm	= valore calcolato

AREA TRASFORMATATA (mq) = 425,00

S_φ = 0,0425 ha

Durata (ore)	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	25,7	35,1	41,4	47,5	55,5	61,6
						67,7

A1 - Coefficiente pluviometrico orario
N - Coefficiente di scala
GEV - parametro alpha
GEV - parametro kappa
GEV - parametro epsilon

W750 2,0178183

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot D_{p, \max} - 3 \cdot 6 \cdot Q_{p, \max} \cdot D_{p, \max}$$

Q_e = 0 l/s
W_e = 3,53 mc

U_{lim} = 20 l/s
Q_{lim} = 0,85 l/s

W_u = 3,07 mc

D_w = 3,61 ore

W_o = 24,22 mc

W_o = 24,22 mc

W_o = 0,00 mc

Calcolo volume invaso

4,00 m	larghezza
3,00 m	lunghezza
0,00 m	altezza
0,00 mc	VOL TOTALE

Battente massimo h 0,00 m

Sezione massima condotta di scarico

non applicato

Tempo di smaltimento 200/60 h
Rischio n° 7/2017 - art. 11 c. 2 l. 0 punto 2

Pericolo scuento da condotta adottata 0,00 l/sec

PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

R.R. 23 nov 2017 n° 7 e s.m.i. - ex art. 58bis L.R. 11 mar 2005 n° 12 (P.G.T.)

VERIFICA DI CALCOLO MEDIANTE IL METODO DELLE SOLE PIOGGE E POTENZIALITA' DI DISPERSIONE MEDIANTE AREA O VASCA DI LAMINAZIONE O POZZI PER ACQUE DERIVANTI DA IMPERMEABILIZZAZIONE

VERIFICA PER LE SUPERFICI IMPERMEABILI E PERMEABILI ANTE E POST OPERAM

AREA INPUT SUPERFICI DI PROGETTO		FALSO verofalso
Presenza di vasca di prima pioggia	Spp	- mq
Superficie impermeabile soggetta a prima pioggia	Sppp	- mq
Superficie impermeabile non soggetta a prima pioggia	Sc	250,46 mq
Superficie di tetti e coperture	Ss	225,00 mq
Pavimentazioni semipermeabili	Sv	84,54 mq
Superficie a verde (giardini) usata per laminazione		
Superficie a verde (giardini)	Sv	84,54 mq
		560,00

AREA INPUT PAR ANIETRI E DIMENSIONI POZZO

Diametro interno pozzo	Di	0 m
Altezza utile pozzo	Hi	0 m
Coef. Permeabilità	K	2,0E-06 m/s
Larghezza corona esterna drenante	L	0 m
Volume assorbito da un pozzo in 1 ora		0 mc
Volume accumulato da un pozzo		0 mc
Volume totale per pozzo		0,00 mc

Volume pioggia critica

Vasca prima pioggia

Volume netto potenziale da smaltire dal sistema drenante

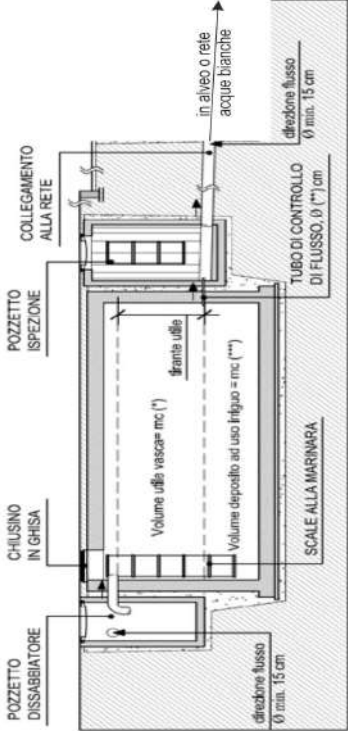
23,24	mc
0,00	mc
23,24	mc

non usato num
non usato num
0 num

AREA OUTPUT E QUANTIFICAZIONE N° POZZI

CALCOLO POZZI PERDENTI		non usato num
ARROTONDAMENTI NUMERO POZZI PERDENTI		non usato num
NUMERO POZZI PERDENTI PREVISTI PER INVARIANZA		0 num

Superfici corteggiate al 100% per S φ	250,46	mq
Superfici corteggiate al 70% per S φ	225,00	mq
Superfici corteggiate al 30% per S φ	-	mq
Superfici escluse dal corteggio di S φ	84,54	mq
Superficie totale	560,00	mq



COMPARTO VIABILITA'

(SIMULAZIONE DI CALCOLO - SCARICO IN ACQUE BIANCHE O CORPO IDRICO SUP.)

Volume di pioggia critica

coefficienti di deflusso

Tetti, coperture, giardini pensili, strade, vialetti, parcheggi	100%
Pavimentazioni drenanti o semipermeabili, quali strade, vialetti, parcheggi	70%
Aree verdi o giardino utilizzate come laminazione	30%
Aree permeabili di qualsiasi tipo	

coeff. deflusso medio pond (φ) 0,77

* dati ARPA - Ntp // sito: arpa@imbarc.it

Altezza di pioggia (77=50 anni)

150	0,31279999
350	27,52

h = 82,94 mm = valore calcolato

AREA TRASFORMATATA (mq) = 407,96

S φ = 0,0408 ha

Durata (ore)	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	25,7	35,1	41,4	47,5	55,5	61,6
						67,7

A1 - Coefficiente pluviometrico orario

- N - Coefficiente di scala
- GEV - parametro alpha
- GEV - parametro kappa
- GEV - parametro epsilon

W750 2,0178183

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot D_{p, \max} - 3 \cdot 6 \cdot Q_{0, \max} \cdot D_{p, \max}$$
$$D_{p, \max} = \left(\frac{Q_{0, \max}}{2,78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

le equazioni (4) e (5) diventano:

Qe = 0 l/s
We = 3,38 mc

Ulim = 20 l/s

Qulim = 0,82 l/s

Wu = 2,94 mc

Dw = 3,61 ore

Wo = 23,24 mc

Wo = 23,24 mc

Wo = 23,24 mc

Calcolo volume invaso

5,00 m	larghezza
4,50 m	lunghezza
1,03 m	altezza
23,24 mc	VOL TOTALE

Battente massimo h

Sezione massima condotta di scarico

DN max condotta di scarico

Si adotta condotta DN

Portata uscente da condotta adottata

1,03 m

1666 mm²

46,05 mm

46,00 mm

4,49 l/sec

1,44 h

< 48h (R.R. n° 7/2017 - art. 11 c. 2 l. 0 punto 2)

PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

R.R. 23 nov 2017 n° 7 e s.m.i. - ex art. 58bis L.R. 11 mar 2005 n° 12 (P.G.T.)

VERIFICA DI CALCOLO MEDIANTE IL METODO DELLE SOLE PIOGGE E POTENZIALITA' DI DISPERSIONE MEDIANTE AREA O VASCA DI LAMINAZIONE O POZZI PER ACQUE DERIVANTI DA IMPERMEABILIZZAZIONE

VERIFICA PER LE SUPERFICI IMPERMEABILI E PERMEABILI ANTE E POST OPERAM

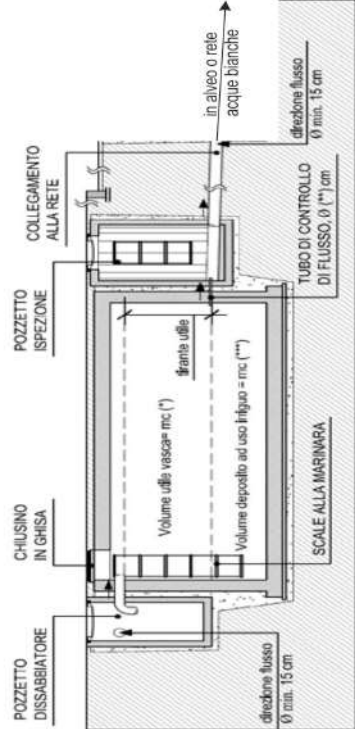
AREA INPUT SUPERFICI DI PROGETTO	FALSO VERIFICATO
Presenza di vasca di prima pioggia	Spp - mq
Superficie impermeabile soggetta a prima pioggia	Sppp - mq
Superficie impermeabile non soggetta a prima pioggia	Sc
Superficie di tetti e coperture	Ss
Pavimentazioni semipermeabili	Ssv
Superficie a verde (giardini) usata per laminazione	Sv
Superficie a verde (giardini)	

AREA INPUT PARAMETRI E DIMENSIONI POZZO	
Diametro interno pozzo	Di
Altezza utile pozzo	Hi
Coef. Permeabilità	K
Larghezza corona esterna drenante	L
Volume assorbito da un pozzo in 1 ora	
Volume accumulato da un pozzo	
Volume totale per pozzo	

Volume pioggia critica
Vasca prima pioggia
Volume netto potenziale da smaltire dal sistema drenante

AREA OUTPUT E QUANTIFICAZIONE N° POZZI	non usato	num
CALCOLO POZZI PERDENTI	non usato	num
ARROTONDAMENTO NUMERO POZZI PERDENTI	non usato	num
NUMERO POZZI PERDENTI PREVISTI PER INVARIANZA	0	num

Superfici corteggiate al 100% per Sφ	819,34	mq
Superfici corteggiate al 70% per Sφ	-	mq
Superfici corteggiate al 30% per Sφ	-	mq
Superfici escluse dal corteggio di Sφ	838,01	mq
Superficie totale	1.657,35	mq



(SIMULAZIONE DI CALCOLO - SCARICO IN ACQUE BIANCHE O CORPO IDRICO SUP.)

COMPARTO COMMERCIALE AREE ESTERNE

n.b. al 1192,25 ha tutto le airole n° 1 - 3 - 4 e l'area 2

Volume di pioggia critica	
coefficienti di deflusso	
Tetti, coperture, giardini pensili, strade, vialetti, parcheggi	100%
Pavimentazioni drenanti o semipermeabili, quali strada, vialetti, parcheggi	70%
Aree verdi o giardino utilizzate come laminazione	70%
Aree permeabili di qualsiasi tipo	30%

coeff. deflusso medio pond (φ) 0,65

* dati ARPA - http://idro.arpa.bo.it	
Altezza di pioggia (17=50 anni)	
150	0,31279999
350	27,52
h = 82,94 mm	= valore calcolato

AREA TRASFORMATATA (mq) =	819,34	Sφ = 0,0819 ha
Durata (ore)	1	TR 2 anni
25,7	35,1	41,4
47,5	55,5	61,6
67,7		

A1 - Coefficiente pluviometrico orario
N - Coefficiente di scala
GEV - parametro alpha
GEV - parametro kappa
GEV - parametro epsilon

Qe = 1 l/s	
We = 6,80 mc	
Uim = 20 l/s	
Qulim = 1,64 l/s	
Wu = 5,91 mc	
Dw = 3,61 ore	
Wo = 46,68 mc	
Wo = 46,68 mc	
Wo = 46,68 mc	

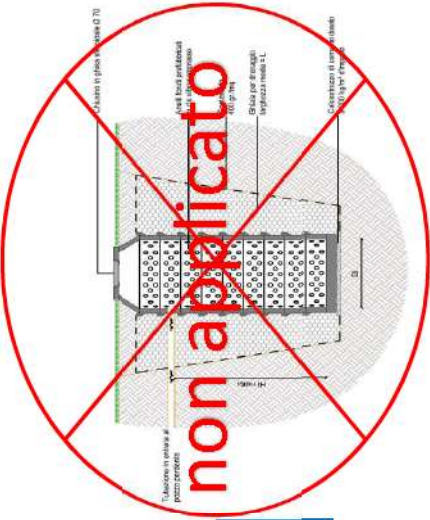
portata entrante
vol entrante
portata entrante
vol entrante
durata pioggia critica
durata pioggia critica
vol da sup di progetto
vol da sup di progetto
vol da sup di progetto
vol da sup di progetto

vol uscente
durata pioggia critica
durata pioggia critica
vol da sup di progetto
vol da sup di progetto
vol da sup di progetto
vol da sup di progetto

Calcolo volume invaso	
4,70 m	larghezza
4,00 m	lunghezza
2,48 m	altezza
46,68 mc	VOL TOTALE

Battente massimo h 2,48 m
Sezione massima con dotta di scarico
DN max condotta di scarico 34,87 mm
Tubo di controllo flusso si adotta condotta DN 34,00 mm
Portata uscente da condotta adottata 3,80 l/sec

Tempo di svuotamento 3,41 h
4,48h (R.R. n° 7/2017 - art. 11 c. 2 l.f) punto 2)



ALLEGATO D	Verifica Calcolo LSPP – ARPA Lombardia
-------------------	--



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: Costa Volpino

Coordinate: X=1586022; Y=5075056

Linea segnatrice

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

Tempo di ritorno (anni) 50

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 27,52

N - Coefficiente di scala 0,31279999

GEV - parametro alpha 0,29929999

GEV - parametro kappa -0,0117

GEV - parametro epsilon 0,8229

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore] 3,61 ore

Precipitazione cumulata [mm] 82,9695492

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:

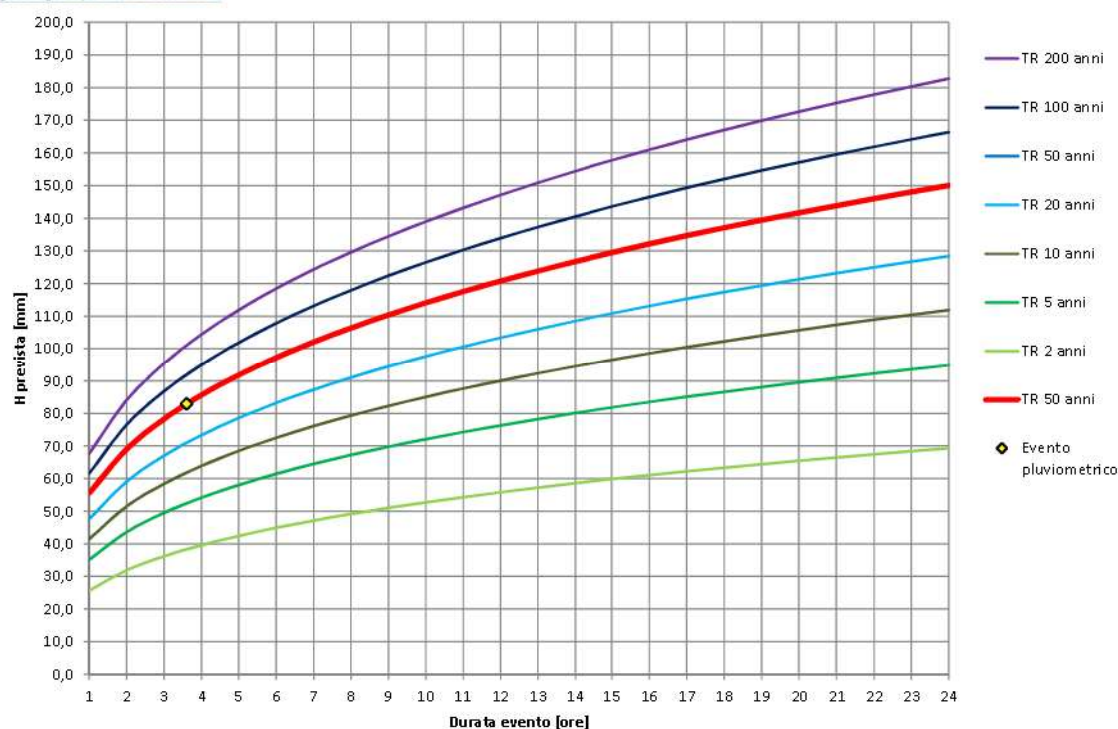
<http://idro.arpalombardia.it/manual/bpp.pdf>

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	0,93283	1,27579	1,50538	1,72751	2,01782	2,23745	2,45807	2,017818287
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	25,7	35,1	41,4	47,5	55,5	61,6	67,6	55,53035925
2	31,9	43,6	51,5	59,1	69,0	76,5	84,0	68,97515146
3	36,2	49,5	58,4	67,0	78,3	86,8	95,4	78,30220767
4	39,6	54,2	63,9	73,3	85,7	95,0	104,4	85,67514387
5	42,5	58,1	68,5	78,7	91,9	101,9	111,9	91,86885286
6	45,0	61,5	72,6	83,3	97,3	107,8	118,5	97,26043026
7	47,2	64,5	76,1	87,4	102,1	113,2	124,3	102,0650709
8	49,2	67,3	79,4	91,1	106,4	118,0	129,6	106,4184728
9	51,0	69,8	82,4	94,5	110,4	122,4	134,5	110,4123188
10	52,8	72,1	85,1	97,7	114,1	126,5	139,0	114,1117782
11	54,4	74,3	87,7	100,7	117,6	130,4	143,2	117,5650153
12	55,8	76,4	90,1	103,4	120,8	134,0	147,2	120,8087432
13	57,3	78,3	92,4	106,0	123,9	137,4	150,9	123,8716586
14	58,6	80,2	94,6	108,5	126,8	140,6	154,4	126,7766645
15	59,9	81,9	96,6	110,9	129,5	143,6	157,8	129,5423637
16	61,1	83,6	98,6	113,2	132,2	146,6	161,0	132,1840949
17	62,3	85,2	100,5	115,3	134,7	149,4	164,1	134,7146706
18	63,4	86,7	102,3	117,4	137,1	152,1	167,1	137,1449152
19	64,5	88,2	104,1	119,4	139,5	154,7	169,9	139,4840654
20	65,5	89,6	105,7	121,3	141,7	157,2	172,7	141,7400732
21	66,5	91,0	107,4	123,2	143,9	159,6	175,3	143,9198393
22	67,5	92,3	108,9	125,0	146,0	161,9	177,9	146,0293944
23	68,5	93,6	110,5	126,8	148,1	164,2	180,4	148,0740437
24	69,4	94,9	112,0	128,5	150,1	166,4	182,8	150,058481

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



Calcolo del tempo di ritorno di un evento pluviometrico 1-24 ore

Località: Costa Volpino

Coordinate: X=1586022; Y=5075056

Durata dell'evento: 3,61 ore
Precipitazione osservata: 82,96954918 mm
Tempo di ritorno: 50,0 anni

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	27,52
N - Coefficiente di scala	0,31279999
GEV - parametro alpha	0,29929999
GEV - parametro kappa	-0,0117
GEV - parametro epsilon	0,8229
w	2,018
F	0,980

Formulazione analitica linee segnalatrici

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

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

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lspg.pdf>

http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Inversione della formula

$$w = \frac{h}{a_1 D^n}$$

$$F = \exp \left\{ - \left[1 - \frac{k}{\alpha} (w - \varepsilon) \right]^{1/k} \right\}$$

$$T = \frac{1}{1 - F}$$

Parametri 1-24 ore

	Parametro	Valore
	A1 - Coefficiente pluviometrico orario	27.52
	N - Coefficiente di scala	0.31279999
	GEV - parametro alpha	0.29929999
	GEV - parametro kappa	-0.0117
	GEV - parametro epsilon	0.8229

Parametri 1-5 giorni

Parametro	Valore
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	19.01112
N - Coefficiente di scala	0.42411381
W2 - Tempo di ritorno 2 anni	0.93966448
W5 - Tempo di ritorno 5 anni	1.21611
W10 - Tempo di ritorno 10 anni	1.408965
W20 - Tempo di ritorno 20 anni	1.602336
W50 - Tempo di ritorno 50 anni	1.85571
W100 - Tempo di ritorno 100 anni	2.0612919
W200 - Tempo di ritorno 200 anni	2.289757

H (mm) x durate 1-24 ore

Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	25.7	35.1	41.4	47.5	55.5	61.6	67.7
2	31.9	43.6	51.5	59.0	69.0	76.5	84.0
3	36.2	49.5	58.4	67.0	78.3	86.8	95.4
4	39.6	54.2	63.9	73.3	85.7	95.0	104.4
5	42.5	58.1	68.5	78.7	91.9	101.9	111.9
6	45.0	61.5	72.6	83.3	97.3	107.8	118.5
7	47.2	64.5	76.1	87.4	102.1	113.2	124.3
8	49.2	67.3	79.4	91.1	106.4	118.0	129.6
9	51.0	69.8	82.4	94.5	110.4	122.4	134.5
10	52.8	72.2	85.1	97.7	114.1	126.5	139.0
11	54.3	74.3	87.7	100.7	117.6	130.4	143.2
12	55.8	76.4	90.1	103.4	120.8	134.0	147.2
13	57.3	78.3	92.4	106.1	123.9	137.4	150.9
14	58.6	80.2	94.6	108.5	126.8	140.6	154.4
15	59.9	81.9	96.6	110.9	129.5	143.6	157.8
16	61.1	83.6	98.6	113.2	132.2	146.6	161.0
17	62.3	85.2	100.5	115.3	134.7	149.4	164.1
18	63.4	86.7	102.3	117.4	137.1	152.1	167.1
19	64.5	88.2	104.1	119.4	139.5	154.7	169.9
20	65.5	89.6	105.7	121.3	141.7	157.2	172.7
21	66.5	91.0	107.4	123.2	143.9	159.6	175.3
22	67.5	92.3	108.9	125.0	146.0	161.9	177.9
23	68.4	93.6	110.5	126.8	148.1	164.2	180.4
24	69.4	94.9	111.9	128.5	150.1	166.4	182.8