



COMUNE DI PAVIA
Provincia di Pavia

**RIQUALIFICAZIONE SOCIALE E ARCHITETTONICA DELL'AREA URBANA
DELL'EX MONASTERO DI SAN DALMAZIO IN PAVIA (POP297)**
CUI S00296180185202100032 CUP G15F21000090001
CIG 87209324C0

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE IDRAULICA

IL SINDACO
Mario Fabrizio Fracassi

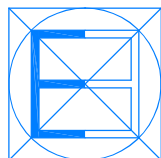
IL RUP
Ing. Adriano Sora

ASS. LAVORI PUBBLICI
Dott. Antonio Bobbio Pallavicini

DIRIGENTE SETTORE 6
Arch. Mara Latini

PROGETTISTI
COORDINAMENTO PROGETTUALE: ING. ROBERTO MONTAGNA

R.T.P.:



Ebner srl

Società Unipersonale Capitale sociale € 50.000 i.v.

Sede operativa: Via G. Mazzini 1, 27043 Broni (PV)

Tel/Fax 0385.51584

e-mail: direttivo@ebnersas.it - ebner@pec.it

Sito web: www.ebnersas.it

Progettista: Ing. Roberto Montagna
(capogruppo mandataria)



UNI EN ISO 9001-2015
SGQ Certificato n. C2019-02916



ARCH. PAOLO MARCHESI
(mandante)

DOTT. MAURIZIO VISCONTI
(mandante)

ING. DANIELE GRAMEGNA
(mandante)

Elaborato:	RIDR	Pagine:	21	Disegnatore:	D.G.	N. progetto:	1221EBS	Nome file:	1221EBS-E-RIDR.docx
------------	-------------	---------	----	--------------	------	--------------	---------	------------	---------------------

PIANO DI SVILUPPO CONTROLLO E REGISTRAZIONE DELLA PROGETTAZIONE

FASI DELLA PROGETTAZIONE	CONTROLLI E MODIFICHE			
	Rev. 0	Rev. 1	Rev. 2	Rev. 3
Progetto fattibilità tecnica economica	Novembre 2015-Marzo 2021			
Progetto Definitivo	Dicembre 2021			
Progetto Esecutivo	Agosto 2022			
As. Built e Validazione e collaudo				
Perizia di variante				

A norma di legge il presente disegno non potrà essere riprodotto né consegnato a terzi né utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza l'autorizzazione scritta di questa società che ne detiene la proprietà

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE IDRAULICA</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riquilificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	---------------------------------------

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO	5
3	INVARIANZA IDRAULICA	6
4	RISULTATI DEI CALCOLI	13
4.1	Zona d'intervento n.1	13
4.1.1	Calcolo delle precipitazioni di progetto	13
4.1.2	Calcolo del volume di laminazione	16
4.1.3	Risultati del calcolo (art. 10 cap. 1.a.2-5-6).....	17
4.2	Zona d'intervento n.2.....	19
4.2.1	Calcolo delle precipitazioni di progetto	19
4.2.2	Calcolo del volume di laminazione	19
4.1.3	Risultati del calcolo (art. 10 cap. 1.a.2-5-6).....	19
5	CONCLUSIONI	21

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p style="text-align: center;"><u>RELAZIONE IDRAULICA</u></p> <p style="text-align: center;">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p style="text-align: center;"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p style="text-align: center;">N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	--	--

1 PREMESSA

Il principio dell'invarianza idraulica e idrologica è stato sancito all'art. 58 bis della Legge Regionale 11 marzo 2005 n. 12 (Legge per il governo del territorio) e attuato nel Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 e successive modifiche, che definisce i criteri e metodi per il suo rispetto.

All'interno della presente relazione, facente parte del progetto per la riqualificazione urbana e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio a Pavia, sarà fornita una breve descrizione degli elementi principali del Regolamento Regionale e si illustreranno i risultati del calcolo del volume di laminazione necessario per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica.

In particolare, gli interventi che sono soggetti al rispetto del principio di invarianza idraulica riguardano la riqualificazione dei due cortili adiacenti il complesso dell'ex monastero di San Dalmazio, attualmente in parte asfaltati in parte sterrati, che verranno trasformati in parte in aree verdi e in parte in aree parcheggio con nuova pavimentazione in porfido.

La riqualificazione architettonica del complesso esistente non rientra invece all'interno delle attività soggette al rispetto del principio di invarianza idraulica in quanto, come precisato nelle FAQ del R.R., in particolare nella n.3 dell'art.3, non comporta un aumento di superficie coperta né un aumento di volume; pertanto l'intervento non si configura come "nuova costruzione", bensì come "ristrutturazione edilizia" e, ai sensi dell'art. 3, comma 2, lettera a) del regolamento stesso, gli interventi di ristrutturazione edilizia (come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001), sono soggetti all'applicazione del regolamento "solo se consistono nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito".

L'intervento in progetto prevede una diminuzione del volume dell'area adibita a palestra di circa 350 mc e un aumento del volume dei locali spogliatoi di circa 60 mc, pertanto complessivamente è prevista una diminuzione del volume rispetto allo stato di fatto di circa 290 mc.

In seguito ad una valutazione basata sulla posizione delle due aree che verranno adibite a parcheggi, localizzati in due punti indipendenti in quanto separati da edifici esistenti, si è ritenuto di considerarli indipendenti ai fini dei calcoli per il rispetto del principio di invarianza idraulica. Sono stati pertanto effettuate due valutazioni e due calcoli differenti per i due interventi, in funzione delle loro caratteristiche.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE IDRAULICA</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	---------------------------------------

Il calcolo del volume di laminazione necessario è stato eseguito applicando la metodologia prevista nel Regolamento Regionale, secondo il criterio per cui lo scarico delle acque meteoriche sia limitato a ***una portata unitaria $u_{lim} = 20$ l/s per ettaro di superficie impermeabile.***

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE IDRAULICA</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riquilificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	---

2 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO

Complessivamente l'intervento riguarda la riqualificazione urbana e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio a Pavia, attualmente in stato di abbandono e in condizioni di degrado, composto da un ex fabbricato con struttura metallica reticolare, gli ex spogliatoi annessi e il fabbricato adiacente ex caserma dei vigili del fuoco e si sviluppa su una superficie di circa 1.300 mq.

Come riportato in premessa però gli interventi che sono soggetti al rispetto del principio di invarianza idraulica riguardano la riqualificazione dei due cortili adiacenti al complesso, per i quali è previsto una riqualificazione con lo scopo di trasformarle in parte in aree parcheggio, mediante la posa di nuova pavimentazione in cubetti di porfido, in parte in aree verdi con la posa di adeguato arredo urbano e illuminazione.

Le due aree zone che saranno soggette alla posa della nuova pavimentazione e per le quali dovrà essere garantito il rispetto del principio di invarianza idraulica sono localizzate rispetto al complesso oggetto di intervento a nord (zona d'intervento n.1, di superficie pari a 1047 mq) e ad ovest (zona d'intervento n.2, superficie pari a 545 mq), e sono collegate a Via Luigi Porta grazie a due accessi carrabili.



Figura 1 - Fotopiano dell'area di intervento

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE IDRAULICA</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualficazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	--	--

3 INVARIANZA IDRAULICA

Il R.R. n. 7 del 23/11/2017 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)" definisce i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica e, in particolare, disciplina l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica agli interventi che sono definiti nel seguente elenco di cui all'art. 3, comma 2 del R.R.:

- a) nuova costruzione, compresi gli ampliamenti;
- b) demolizione, totale o parziale fino al piano terra, e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente;
- c) ristrutturazione urbanistica comportanti un ampliamento della superficie edificata o una variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all'urbanizzazione.

L'art. 5 prescrive che il controllo e la gestione delle acque pluviali debba essere effettuato, ove possibile, per mezzo di opere che siano in grado di garantire l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso delle acque, cioè, di favorire lo smaltimento delle acque meteoriche con sistemi naturali. Lo scarico in un corpo idrico ricettore, naturale o artificiale, deve avvenire solo a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili.

Nel caso in cui sia necessario realizzare volumi di laminazione, le acque devono essere smaltite secondo le priorità decrescenti di cui all'art. 5, comma 3:

- a) mediante il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;
- b) mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo che, in funzione dell'importanza dell'intervento, possono essere verificate con indagini geologiche ed idrogeologiche sito specifiche, 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;
- c) scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con i limiti di portata di cui all'articolo 8;
- d) scarico in fognatura, con i limiti di portata di cui all'articolo 8.

Il regolamento, art. 7, comma 3, prevede una suddivisione del territorio regionale in tre tipologie di aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori:

- a) aree A, ovvero ad alta criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell'allegato B;

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE IDRAULICA</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualficazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	--	--

b) aree B, ovvero a media criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, all'interno dei comprensori di bonifica e Irrigazione;

c) aree C, ovvero a bassa criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e B.

L'elenco dei comuni lombardi e il loro livello di criticità sono riportati nell'allegato C. I corsi d'acqua che determinano il valore più elevato di criticità (aree A) sono elencati nell'allegato della B del regolamento, non è, viceversa chiaro, quali siano i corsi d'acqua per i quali si opera la suddivisione tra aree B e C.

Il livello di criticità rappresenta l'elemento di diversificazione dei limiti allo scarico che sono in funzione delle caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche del loro possibile effetto in considerazione della capacità idraulica dei tratti soggetti ad incremento di portata e dei tratti a valle.

Il regolamento, art. 7 comma 5, prevede inoltre che *"Indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti indicati nel presente regolamento per le aree A di cui al comma 3, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole."*

Per lo specifico intervento edilizio, essendo nel comune di Pavia, si dovranno adottare i criteri relativi al livello B di criticità.

I valori massimi ammissibili (U_{lim}) ammissibili allo scarico sono disciplinati all'art. 8, comma 1 del R.R. che prevede:

a) per le aree A di cui al comma 3 dell'articolo 7: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

b) per le aree B di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

c) per le aree C di cui al comma 3 dell'articolo 7: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento."

I valori di portata unitaria sono i limiti superiori ammessi allo scarico e il gestore del ricettore può imporre limiti più restrittivi, *"qualora sia limitata la capacità idraulica del ricettore stesso ovvero ai fini della funzionalità del sistema di raccolta e depurazione delle acque reflue."*

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p style="text-align: center;"><u>RELAZIONE IDRAULICA</u></p> <p style="text-align: center;">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p style="text-align: center;"><i>"Riqualficazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p style="text-align: center;">N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	---

Nel caso specifico, il limite U_{lim} è fissato in 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile. In funzione di questo valore si determinano le dimensioni dell'intervento per la riduzione della portata di scarico.

Nell'art. 11 del R.R. sono definite le metodologie di calcolo per il rispetto dei limiti allo scarico di cui all'articolo 8 e riportati poco sopra nella presente relazione. Il progetto di invarianza idraulica e idrologica deve rispettare i seguenti elementi:

Tempo di ritorno:

1. **$Tr = 50$ anni:** tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;
2. **$Tr = 100$ anni:** tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere dimensionate e per il dimensionamento e la verifica delle "eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi";

Precipitazioni di progetto:

Le piogge di progetto devono assumere i parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia per tutte le località del territorio regionale; nel caso si adottino valori diversi devono derivare dall'analisi di dati ufficiali più specifici per la località oggetto dell'intervento, dichiarare l'origine e la validità;

Processo di infiltrazione:

Nella progettazione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica è necessario:

1. valutare la soggiacenza della superficie piezometrica rispetto al piano campagna e se la falda è a quota sufficientemente inferiore al piano campagna per poter infiltrare una parte dell'afflusso meteorico oppure no. In ogni caso il progetto di invarianza idraulica e idrologica deve valutare ogni possibilità di incentivare l'infiltrazione delle acque meteoriche afferenti da superfici non suscettibili di inquinamento allo scopo di tendere alla restituzione delle stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento. Il progetto deve conseguentemente valutare la realizzazione di strutture di infiltrazione quali aree verdi di infiltrazione, trincee drenanti, pozzi drenanti, cunette verdi, pavimentazioni permeabili, adeguate a tale obiettivo;
2. se l'infiltrazione di una parte dell'afflusso meteorico è possibile o invece è da escludere in funzione:
 - della qualità delle acque meteoriche in relazione alla loro compatibilità con la tutela qualitativa delle falde;

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE IDRAULICA PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	--	--------------------------------------

- della stabilità dei versanti o del sottosuolo.
 - della possibile interferenza con le fondazioni o anche i piani interrati degli edifici esistenti;
3. l'analisi dell'infiltrabilità dei deflussi superficiali deve basarsi sulle conoscenze e su quanto previsto dagli strumenti di pianificazione regionali e provinciali di settore, nonché nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del comune;
4. nel calcolo del processo di infiltrazione devono essere adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità che tengano conto della progressiva tendenza all'intasamento dei materassi permeabili e conseguente riduzione dei coefficienti di permeabilità.
- 4.1 dei volumi di laminazione necessari durante i transitori di pioggia intensa, in cui occorre determinare cautelativamente la portata possibile di infiltrazione durante il breve termine dell'evento meteorico;
- 4.2. della portata possibile di infiltrazione al di fuori dei transitori di pioggia, per valutare il tempo di svuotamento nel sottosuolo delle strutture di infiltrazione.

Idrogramma netto di piena:

La valutazione delle perdite idrologiche per il calcolo dell'idrogramma netto di piena può prevedere i seguenti valori del coefficiente d'afflusso:

- 1.1. pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, tetti verdi e giardini pensili sovrapposti a solette comunque costituite e pavimentazioni continue quali strade, vialetti, parcheggi;
- 1.2. pari a 0.7 per le pavimentazioni drenanti o semipermeabili, quali strade, vialetti, parcheggi
- 1.3. pari a 0.3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo;

È importante sottolineare che i coefficienti di deflusso così definiti devono essere adottati per la stima della superficie scolante impermeabile interessata dall'intervento, valutando il coefficiente di deflusso medio ponderale rispetto alle superfici delle tre suddette categorie.

Volume di invaso per la laminazione delle acque pluviali:

L'art. 9 del RR definisce i criteri di classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e le modalità di calcolo.

Con riferimento alla Tabella 1 allegata al regolamento, gli interventi di cui all'articolo 3 sono suddivisi in classi a seconda delle superficie interessata, considerata nella sua unitarietà e non frazionata. In funzione della classe d'intervento indicata nella stessa tabella e dell'ambito territoriale in cui lo stesso ricade, dalla tabella è possibile ricavare la modalità di calcolo del volume da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica.

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE IDRAULICA PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualficazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Per classi d'intervento 0 (impermeabilizzazione potenziale qualsiasi, superficie inferiore a 300 m²) e 1 (impermeabilizzazione potenziale bassa, superficie compresa fra 300 m² e 1.000 m²) è consentito adottare i requisiti minimi di cui all'art 12 per la determinazione del volume di laminazione.

Nel caso di classi di intervento 2 e 3 e ambiti territoriali A e B il calcolo deve invece essere eseguito utilizzando il metodo semplificato delle "sole piogge" oppure con una procedura dettagliata, e deve essere riportato per esteso nella relazione del progetto di invarianza idraulica.

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	≤ 0,03 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		

Tabella 1 del Regolamento Regionale

L'articolo 12 al comma 1 prevede che, per gli interventi aventi superficie interessata dall'intervento minore o uguale a 300 mq, ovunque ubicati nel territorio regionale, il requisito minimo richiesto consista in alternativa:

a) nell'adozione di un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio. In questo caso non è richiesto il rispetto della portata massima di cui all'articolo 8 e non è necessario redigere il progetto di invarianza idraulica;

b) nell'adozione del requisito minimo indicato al comma 2, per le aree C a bassa criticità idraulica.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE IDRAULICA</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualficazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	--	--

Indipendentemente dal metodo di calcolo adottato per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica, il volume non deve essere inferiore a quello determinato con il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2 del RR 7/2017 come modificato dal RR 8/2019. I requisiti minimi sono:

- a) *per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;*
- 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.*

Tempo di svuotamento degli invasi di laminazione (art. 11, comma 2, lett. f)

Il tempo di svuotamento dei volumi non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile. Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità, il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che dopo 48 ore deve comunque essere disponibile il volume calcolato secondo quanto indicato alla lettera e). Il volume di laminazione calcolato secondo quanto indicato alla lettera e) deve quindi essere incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore.

Sistema di scarico terminale nel ricettore (art. 11, comma 2, lett. g)

Il sistema di scarico deve essere composto da un pozzetto a doppia camera, o comunque deve essere realizzato in modo che sia consentito l'ispezione dello scarico e delle tubazioni di collegamento con il ricettore e la misura delle portate scaricate. Il sistema di smaltimento delle acque deve essere predisposto in modo autonomo rispetto a quello dello scarico eventualmente esistente in modo che ne sia possibile il controllo separato.

Nel caso di scarichi a gravità, il diametro del tubo di collegamento tra il volume di laminazione e il pozzetto di ispezione deve essere calcolato in funzione della portata massima ammissibile allo scarico (bocca tarata). Il diametro di questa tubazione potrebbe essere di dimensioni ridotte e nel piano di manutenzione, secondo le disposizioni dell'articolo 13, deve essere tenuta presente la possibilità di occlusione o parzializzazione della sezione.

Il piano di manutenzione deve prevedere:

- un periodico controllo del tubo di collegamento, oltre che delle altre strutture, con frequenza tanto maggiore quanto minore è il suo diametro;

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE IDRAULICA</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	---------------------------------------

- la possibilità che il tubo sia occluso, o che si possa anche occludere nel corso dell'evento; di conseguenza si deve valutare il conseguente rischio idraulico residuo e garantire lo svuotamento del volume di laminazione entro il termine previsto nel regolamento;
- gli scarichi a gravità devono essere equipaggiati con dispositivi atti ad impedire rigurgiti nella rete di drenaggio e nelle strutture di infiltrazione e laminazione determinati dagli eventuali stati di piena o sovraccarico del ricettore;
- le disfunzioni dello scarico dell'invaso di laminazione, con conseguente prolungamento dei tempi di svuotamento e quindi con la possibilità di stato di pre-riempimento dell'invaso in un evento successivo tale da non rendere disponibile il volume calcolato.

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE IDRAULICA PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riquilificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

4 RISULTATI DEI CALCOLI

Come anticipato in premessa, al fine del rispetto del principio dell'invarianza idraulica si è ritenuto opportuno, valutate le posizioni delle due zone d'intervento, la distanza fra di esse e le caratteristiche generali dell'area, considerare indipendenti i due interventi in progetto.

L'applicazione del principio di invarianza idraulica e del regolamento regionale, come visto, prevede la possibilità di allontanare le acque meteoriche mediante l'infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e la laminazione dell'idrogramma formato sulla superficie dell'intervento tramite la realizzazione di idonei bacini o vasche volano.

4.1 Zona d'intervento n.1

L'intervento da realizzarsi nella zona n.1 è rappresentato dal rifacimento della pavimentazione mediante l'installazione di cubetti di porfido per una superficie pari a **1.047 mq**.

Come abbiamo visto precedentemente, poiché la superficie d'intervento è compresa fra i 1.000 e i 1.0000 mq, dalla Tabella 1 del R.R. risulta che la classe d'intervento sia la numero 2 (impermeabilizzazione potenziale media) indipendentemente dal valore del coefficiente di deflusso medio.

Nel caso in oggetto la superficie è totalmente impermeabile, pertanto il coefficiente di deflusso risulta pari a 1 e si ricade nel caso di impermeabilizzazione potenziale media (classe d'intervento 2). Le aree verdi presenti non sono munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque come richiesto dalla normativa per essere considerate superfici permeabili e non devono pertanto essere considerate ai fini del calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale.

La modalità di calcolo da adottare risulta essere il metodo delle sole piogge.

4.1.1 Calcolo delle precipitazioni di progetto

Le previsioni delle precipitazioni vengono condotte valutando la sollecitazione meteorica temibile con assegnata frequenza F utilizzando una impostazione probabilistica o, meglio, stocastica. Tale frequenza F viene utilizzata nella definizione del tempo di ritorno T come tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità.

$$(4.1) \quad T = \frac{1}{1 - F}$$

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE IDRAULICA PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualficazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Assegnato un tempo di ritorno T la relazione tra la durata dell'evento d e l'altezza di pioggia h descrive la crescita dell'altezza di pioggia temibile al crescere della durata. Essa prende il nome di curva di possibilità pluviometrica ed è rappresentata con un andamento di tipo esponenziale.

$$(4.2) \quad h(t, T) = a t^n$$

- h = altezza di pioggia (mm) in funzione della durata della pioggia (ore) t e per tempo di ritorno fissato T ;
- a, n = parametri della curva di possibilità pluviometrica.

Per valutare i parametri a e n occorre procedere con l'applicazione di specifici modelli probabilistici che, a loro volta, portano ad una definizione della curva sulla base di uno, due o più parametri.

Nel caso in esame ARPA Lombardia ci fornisce i parametri della curva di possibilità pluviometrica calcolati con il modello probabilistico GEV (Generalised Extreme Value) che esprime la curva nella seguente forma:

$$(4.3) \quad h = a_1 w_T t^n$$

$$(4.4) \quad w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Il parametro a viene quindi ad essere definito dal prodotto di due coefficienti: a_1 è il coefficiente pluviometrico orario mentre w_T è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T .

α , k e ε sono i parametri del modello probabilistico.

Di seguito vengono riportati i parametri per il comune di Pavia e le altezze di pioggia previste relative a prefissati tempi di ritorno.

Parametri 1-24 ore	PAVIA
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	25,83
N - Coefficiente di scala	0,2964
GEV - parametro alpha	0,2834
GEV - parametro kappa	-0,0927
GEV - parametro epsilon	0,8077

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE IDRAULICA PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riquilificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	--	--------------------------------------



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località:
 Coordinate:

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>
 A1 - Coefficiente pluviometrico orario 25,83
 N - Coefficiente di scala 0,2964
 GEV - parametro alpha 0,2834
 GEV - parametro kappa -0,0927
 GEV - parametro epsilon 0,8077

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

Evento pluviometrico
 Durata dell'evento [ore] **1**
 Precipitazione cumulata [mm] **141,78327**

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:

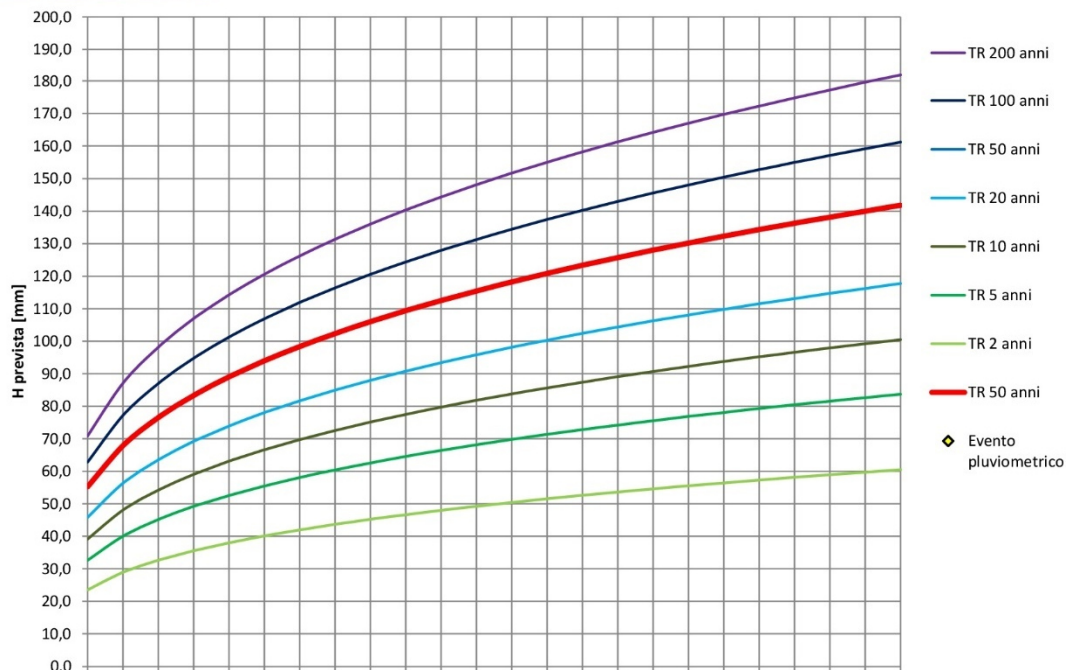
<http://idro.arpalombardia.it/manual/spp.pdf>
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,91335	1,26375	1,51685	1,77675	2,13996	2,43346	2,74540	2,13996155
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	23,6	32,6	39,2	45,9	55,3	62,9	70,9	55,2752067
2	29,0	40,1	48,1	56,4	67,9	77,2	87,1	67,8821621
3	32,7	45,2	54,3	63,6	76,6	87,0	98,2	76,550691
4	35,6	49,2	59,1	69,2	83,4	94,8	107,0	83,364463
5	38,0	52,6	63,1	73,9	89,1	101,3	114,3	89,0645924
6	40,1	55,5	66,6	78,1	94,0	106,9	120,6	94,0100765
7	42,0	58,1	69,8	81,7	98,4	111,9	126,2	98,4050609
8	43,7	60,5	72,6	85,0	102,4	116,4	131,3	102,377907
9	45,2	62,6	75,1	88,0	106,0	120,6	136,0	106,015131
10	46,7	64,6	77,5	90,8	109,4	124,4	140,3	109,3781
11	48,0	66,4	79,8	93,4	112,5	127,9	144,3	112,512084
12	49,3	68,2	81,8	95,9	115,5	131,3	148,1	115,451531
13	50,5	69,8	83,8	98,2	118,2	134,4	151,7	118,223329
14	51,6	71,4	85,7	100,3	120,8	137,4	155,0	120,848907
15	52,6	72,8	87,4	102,4	123,3	140,3	158,2	123,345646
16	53,7	74,2	89,1	104,4	125,7	143,0	161,3	125,727864
17	54,6	75,6	90,7	106,3	128,0	145,6	164,2	128,007506
18	55,6	76,9	92,3	108,1	130,2	148,1	167,0	130,194652
19	56,5	78,1	93,8	109,8	132,3	150,4	169,7	132,297898
20	57,3	79,3	95,2	111,5	134,3	152,7	172,3	134,324634
21	58,2	80,5	96,6	113,2	136,3	155,0	174,8	136,281271
22	59,0	81,6	97,9	114,7	138,2	157,1	177,3	138,173404
23	59,8	82,7	99,2	116,2	140,0	159,2	179,6	140,005954
24	60,5	83,7	100,5	117,7	141,8	161,2	181,9	141,78327



Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE IDRAULICA PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualficazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	---	--------------------------------------

4.1.2 Calcolo del volume di laminazione

Il calcolo è stato eseguito per il **tempo di ritorno della precipitazione T pari a 50 anni**, come fissato nel Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 e succ. mod. e int..

Si sottolinea che il R.R. prevede di adottare il tempo di ritorno T pari a 100 anni per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere dimensionate e per il dimensionamento e la verifica delle "eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi". Una volta dimensionate le opere si dovrà procedere in tal senso.

Nel metodo delle sole piogge, la portata di pioggia q_e (t) entrante nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata t e portata costante q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, ricavata 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.

La portata costante entrante è calcolata tramite l'equazione:

$$(4.5) \quad q_e = \varphi S a t^{n-1}$$

Il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$(4.6) \quad V_e = \varphi S a t^n$$

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino, a e n sono i parametri della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica che, come previsto nel regolamento regionale, è ricavata dal sito dell'ARPA Lombardia ed è specifica per il sito oggetto d'intervento.

La portata di pioggia è stata ricavata come visto nel capitolo 4.1.2 adottando i seguenti valori per i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica:

- $a_I = 26.05$ mm (parametro della curva che rappresenta l'altezza di pioggia per durata oraria per la zona d'intervento);
- $n =$ coefficiente della curva pari a:
 - 0.50 per $t < 1$ ora (valore previsto nel regolamento regionale);
 - 0.2883 per $t \geq 1$ ora

La portata costante uscente è calcolata tramite l'equazione:

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE IDRAULICA PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualficazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

$$(4.7) \quad q_{u\ lim} = S u_{lim}$$

e il volume complessivamente uscito nel corso della durata t dell'evento è pari a:

$$(4.8) \quad V_u = S u_{lim} t$$

Il volume di laminazione è stimato risolvendo l'equazione di continuità per la quale:

$$(4.9) \quad q_e(t) - q_u(t) = \frac{dV(t)}{dt}$$

con:

q_e [m³/s] portata entrante calcolata tramite la 4.1,

q_u [m³/s] portata uscente calcolata tramite la 4.4,

V [m³] volume d'invaso.

4.1.3 Risultati del calcolo (art. 10 cap. 1.a.2-5-6)

La superficie impermeabile S_{imp} , secondo i criteri previsti nel regolamento regionale, è data dal prodotto del coefficiente d'afflusso medio ponderale φ e della superficie totale S dell'intervento.

Come visto la superficie totale S considerata ai fini del calcolo è pari a 0.10 ha ed è totalmente impermeabile.

Il coefficiente d'afflusso medio ponderale è calcolato con l'espressione:

$$(4.10) \quad \varphi_M = \frac{\varphi_{imp} S_i + \varphi_{per} S_{per}}{S}$$

Nella quale i simboli hanno il seguente significato:

- φ_{imp} = coefficiente d'afflusso pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, tetti verdi e giardini pensili sovrapposti a solette comunque costituite e pavimentazioni continue quali strade, vialetti, parcheggi;
- S_i = aree formate da tetti e pavimentazioni impermeabili;
- φ_{per} = coefficiente d'afflusso pari a 0.3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo;
- S_{per} = aree permeabili drenanti.

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE IDRAULICA PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	--	--------------------------------------

Essendo la nostra superficie totalmente impermeabile il coefficiente d'afflusso medio ponderale φ risulta pari a 1.00 e l'area impermeabile complessiva dell'intervento S_i è data dall'espressione:

$$(4.11) \quad S_t = \varphi S = 0,10 \text{ ha}$$

e data la portata massima unitaria ammissibile, fissata secondo il regolamento in 20 l/s per superficie impermeabile, la massima portata ammessa allo scarico è risultata **$q_u(t) = 2.09 \text{ l/s}$** .

Con questi dati e risolvendo l'equazione (4.9), si ricava il volume massimo (volume critico) di laminazione che è pari a **57.6 m^3** ed è raggiunto dopo circa 3 ore di pioggia continua.

Il volume ottenuto è superiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a $500 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$ per aree di media criticità che impone una volumetria minima della vasca di laminazione pari a $52,4 \text{ m}^3$.

Il tempo di svuotamento del volume di laminazione in base alla portata massima ammissibile allo scarico è di **7 ore e 38 minuti**, quindi compatibile con il valore massimo di 48 ore stabilito nel regolamento regionale.

Il volume unitario calcolato come rapporto tra il volume e la superficie impermeabile dell'intervento risulta uguale a circa **576 m^3 per ettaro di superficie impermeabile**. Questo valore risulta essere superiore a quello determinato con il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2 del Regolamento Regionale che, nel caso specifico, è pari a 500 m^3 per ettaro di superficie impermeabile.

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE IDRAULICA PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualficazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	---	--------------------------------------

4.2 Zona d'intervento n.2

L'area oggetto di rifacimento della pavimentazione mediante l'installazione di cubetti di porfido nella zona d'intervento n.2 riguarda una superficie pari a **540 mq.**

Essendo la superficie d'intervento compresa fra i 300 e i 1.000 mq, dalla Tabella 1 del R.R. risulta che la classe d'intervento sia la numero 1 (impermeabilizzazione potenziale bassa) o la numero 2 (impermeabilizzazione potenziale media) a seconda del valore del coefficiente di deflusso medio.

Nel caso in oggetto la superficie è totalmente impermeabile, pertanto il coefficiente di deflusso risulta pari a 1 e si ricade nel caso di impermeabilizzazione potenziale media (classe d'intervento 2).

Anche in questo caso la modalità di calcolo da adottare risulta essere il metodo delle sole piogge.

4.2.1 Calcolo delle precipitazioni di progetto

Per la descrizione della procedura eseguita per il calcolo delle precipitazioni di progetto si rimanda al precedente capitolo 4.1.1 in quanto la procedura seguita è equivalente a quella dell'area d'intervento n.1.

4.2.2 Calcolo del volume di laminazione

Per la descrizione della procedura eseguita per il calcolo del volume di laminazione si rimanda al precedente capitolo 4.1.2 in quanto la procedura seguita è equivalente a quella dell'area d'intervento n.1.

4.1.3 Risultati del calcolo (art. 10 cap. 1.a.2-5-6)

La superficie impermeabile S_{imp} , secondo i criteri previsti nel regolamento regionale, è data dal prodotto del coefficiente d'afflusso medio ponderale φ e della superficie totale S dell'intervento.

Come visto la superficie totale S considerata ai fini del calcolo è pari a 0.05 ha ed è totalmente impermeabile.

Il coefficiente d'afflusso medio ponderale è calcolato con l'espressione (4.10) riportata precedentemente.

Essendo la nostra superficie totalmente impermeabile il coefficiente d'afflusso medio ponderale φ risulta pari a 1.00 e l'area impermeabile complessiva dell'intervento S_i è data dall'espressione:

$$(4.12) \quad S_t = \varphi S = 0,05 \text{ ha}$$

e data la portata massima unitaria ammissibile, fissata secondo il regolamento in 20 l/s per superficie impermeabile, la massima portata ammessa allo scarico è risultata **$q_u(t) = 1.08 \text{ l/s}$** .

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE IDRAULICA</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riquilificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	---------------------------------------

Con questi dati e risolvendo l'equazione (4.9, si ricava il volume massimo (volume critico) di laminazione che è pari a **29.7 m³** ed è raggiunto dopo circa 3 ore di pioggia continua.

Il volume ottenuto 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 che impone una volumetria minima della vasca di laminazione pari a 27,0 m³.

Il tempo di svuotamento del volume di laminazione in base alla portata massima ammissibile allo scarico è di **7 ore e 38 minuti**, quindi compatibile con il valore massimo di 48 ore stabilito nel regolamento regionale.

Il volume unitario calcolato come rapporto tra il volume e la superficie impermeabile dell'intervento risulta uguale a circa **600 m³ per ettaro di superficie impermeabile**. Questo valore risulta essere superiore a quello determinato con il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2 del Regolamento Regionale che, nel caso specifico, è pari a 500 m³ per ettaro di superficie impermeabile.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE IDRAULICA</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualficazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	--	--

5 CONCLUSIONI

In base ai calcoli eseguiti e ai limiti imposti dal regolamento regionale è risultato che per rispettare il principio dell'invarianza idraulica e idrologica:

- Per la zona d'intervento n.1 è necessario realizzare un volume minimo di laminazione **V = 57,6 m³**.
- Per la zona d'intervento n.1 è necessario realizzare un volume minimo di laminazione **V = 29,7 m³**.

Vista la mancanza di spazio verde sufficiente per poter prevedere un sistema disperdente sub-superficiale, il volume di laminazione sarà ottenuto mediante l'installazione di due sistemi di accumulo con vasche in polietilene interrate, localizzate all'interno delle aree verdi di progetto.

Tali sistemi saranno composti da:

- Pozzetto scolmatore per convogliare le acque di pioggia raccolte al serbatoio di accumulo e, quando questo è pieno, le acque di seconda pioggia direttamente allo scarico finale attraverso la tubazione di bypass.
- Vasca di laminazione con pompa di rilancio, realizzata con serbatoio in polietilene per installazione interrata, prodotto in azienda certificata ISO 9001/2008, per la laminazione delle acque di pioggia raccolte; la vasca sarà equipaggiata con una tubazione di ingresso e troppo pieno in PVC con guarnizione a tenuta, una pompa sommersa di rilancio con valvola a sfera posizionata sulla tubazione di mandata per la regolazione della portata, quadro elettrico con temporizzatore per il comando della pompa di rilancio. Il volume della vasca sarà pari a 60 mc per l'intervento n.1 e 30 mc per l'intervento n.2.
- Sistema di depurazione composto da un deoliatore con filtro a coalescenza per la depurazione delle acque di prima pioggia accumulate nel serbatoio e rilanciate dalla pompa a portata costante.
- Pozzetto prelievi fiscali per il prelievo di campioni di refluo all'uscita dell'impianto di depurazione.

Lo scarico delle vasche avverrà nella fognatura esistente che scorre lungo via Luigi Porta. I valori estremamente ridotti delle massime portate di scarico ($q_u(t) = 2.09 \text{ l/s}$ per l'intervento n.1 e $q_u(t) = 1.08 \text{ l/s}$ per l'intervento n.2) porta a ritenere che la rete sia adeguata a ricevere la portata di uscita dal sistema di laminazione.

Broni, Agosto 2022



 Ing. Roberto Montagna