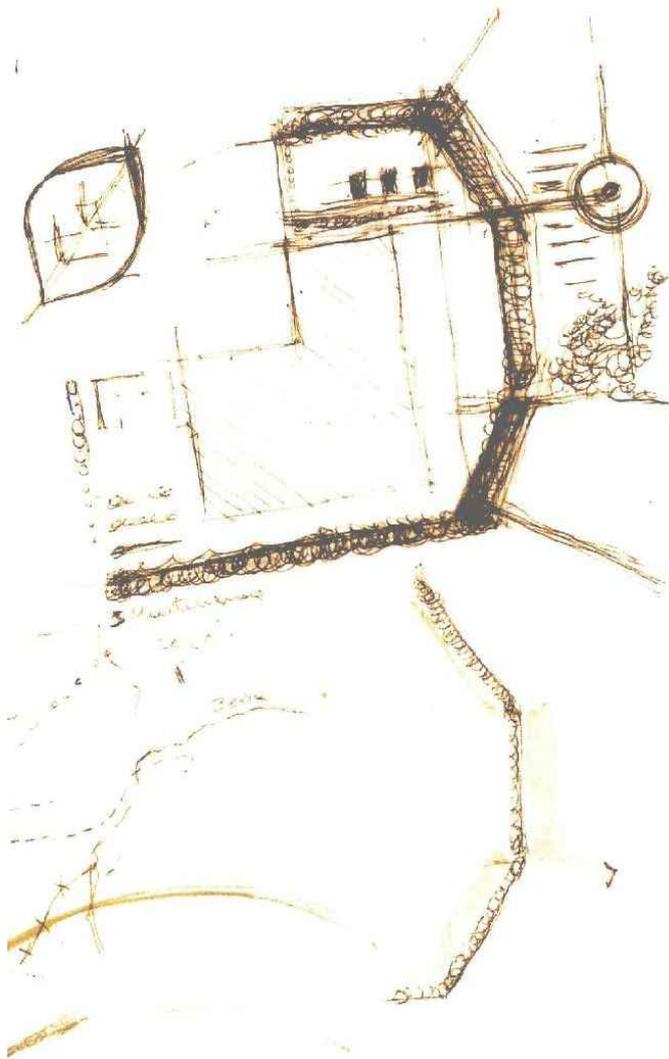


Mc Garlet Srl - Albano Sant'Alessandro (BG)

**NUOVO INSEDIAMENTO  
PRODUTTIVO IN COMUNE DI  
TORRE DE' ROVERI (BG)**

**RICHIESTA DI PERMESSO DI  
COSTRUIRE IN VARIANTE AL PGT**



<i>Arch. Raffaello Cattaneo</i>	PROGETTO ARCHITETTONICO E PAESAGGIO
<i>Geol. Alessandro Chiodelli</i>	RELAZIONE GEOLOGICA E PROGETTO RETE ANTI RADON
<i>Ing Italo Madaschi</i>	COORDINAMENTO GENERALE E STRUTTURE
<i>Ing. Enrico Moretti</i>	PROGETTO VIABILISTICO
<i>Ing. Alessandro Nani</i>	PROGETTO IMPIANTO IDROTERMOSANITARIO-TERMOTECNICO
<i>Ing. Andrea Petronio</i>	PROGETTO DISTRIBUZIONE E ORGANIZZAZIONE SPAZI INTERNI
<i>Dott.ssa Mariagrazia Vitali</i>	INDAGINI ARCHEOLOGICHE
<i>Atena Spa</i>	VALUTAZIONE REGIME ACUSTICO
<i>Tea Srl - Per. ind. Carlo Boroni</i>	PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO

**RAFFAELLO CATTANEO**  
architetto e paesaggista

**LANDSCAPE AND ARCHITECTURE**  
via S. Ambrogio 11 - 24069 Trescore Balneario (BG)  
+39 035 945310 studio@architetturaepaesaggio.info  
www.architetturaepaesaggio.info

**U - PROGETTO  
RELAZIONE INVARIANZA  
IDRAULICA**

Scala

Data  
ottobre 2020

Aggiornamento



**Progetto di invarianza idraulica ed idrologica per un intervento di  
rigenerazione urbana e valorizzazione ambientale dell'area Ex  
Scarpellini in comune di Torre de' Roveri (BG)**

Ottobre 2020

<i>Committente</i>	
MC GARLET S.R.L.	

<i>Progettista</i>	
Dott. Ing. Andrea Petronio Via Po n° 136 – 43125 PARMA (PR) E-mail: andrea@studioartecsrl.it PEC: andrea.petronio2@ingpec.eu Iscr. Ordine Ingegneri di Parma n. 1321	



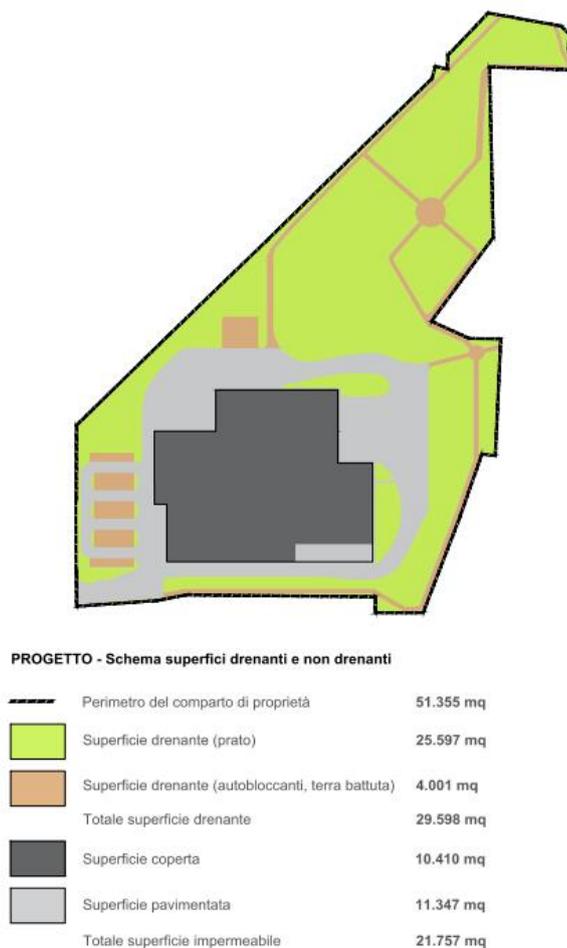
INDICE

1	INTRODUZIONE .....	4
2	INDIVIDUAZIONE AMBITO TERRITORIALE .....	7
3	SUPERFICI TOTALI E SCOLANTI .....	8
4	CONTENUTI DEL PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA.....	12
5	DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE .....	14
6	CONCLUSIONI .....	15

## 1 INTRODUZIONE

La presente valutazione di invarianza idraulica ed idrologica è stata svolta secondo il Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 n. 7<sup>1</sup> 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), per le opere relative ad un intervento di rigenerazione urbana e valorizzazione ambientale dell'area Ex Scarpellini in comune di Torre de' Roveri (BG).

In particolare, il progetto comporta l'intervento su una superficie complessiva di circa 51.355 m<sup>2</sup> suddivisi come rappresentato in Figura 1 e rientra tra gli interventi richiedenti le misure di Invarianza idraulica e idrologica riportate all'Art.3 del R.R.7 e s.m.i.



**Figura 1 – Schema superfici drenanti e non drenanti**

<sup>1</sup> Aggiornato in data 19/04/2019 con il R.R. n.8.

La presente relazione riguarda la verifica di invarianza idraulica richiesta dal Regolamento Regionale n.7 del 23 Novembre 2017 ai sensi dell'articolo 58 bis della Legge Regionale 11 Marzo 2005, n.12 (Legge per il governo del territorio).

L'obiettivo della norma è quello di impedire un ulteriore aggravio e, in prospettiva, ottenere una progressiva riduzione delle portate circolanti nelle reti fognarie e nei corpi idrici superficiali all'occorrere di eventi meteorici.

A tale scopo il regolamento individua come prioritaria l'adozione di modelli di gestione delle acque meteoriche che favoriscano lo smaltimento delle acque meteoriche in loco (dispersione negli strati superficiali del sottosuolo) o il loro riutilizzo per irrigazione del verde ovvero per altri usi compatibili con la qualità delle acque. Nel caso in cui, per il contesto in cui si colloca l'intervento, non sia possibile conseguire per intero lo smaltimento in sito e sia pertanto necessario attivare scarichi verso reti fognarie o corpi idrici superficiali, il regolamento definisce le portate limite consentite allo scarico.

Il promotore dell'iniziativa è tenuto a realizzare lo studio di compatibilità idraulica ed idrologica relativamente alle aree che saranno occupate dalle nuove strutture in quanto genereranno un aumento dell'impermeabilità dell'area in cui la stessa verrà realizzata.

Tale elaborato è firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici, redatto conformemente alle disposizioni del presente regolamento e secondo i contenuti di cui all'articolo 10. A tale progetto è allegata l'istanza di concessione allo scarico, presentata all'autorità idraulica competente, visto che lo scarico stesso avviene in corpo idrico superficiale.

Poiché la riduzione della permeabilità del suolo va calcolata facendo riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, e non alla condizione urbanistica precedente l'intervento eventualmente già alterata rispetto alla condizione naturale originaria, preesistente all'urbanizzazione, il presente Regolamento si applica sia in caso di intervento su suolo libero, sia in caso di intervento su suolo già trasformato (comma 4, Art 3 R.R7 e s.m.i).

**Per il caso oggetto di studio il drenaggio delle acque meteoriche negli strati profondi del sottosuolo mediante un processo naturale d'infiltrazione non è sufficiente a garantire lo smaltimento totale delle acque meteoriche nei tempi richiesti dal Regolamento (art.8). Per questo motivo è previsto lo scarico delle acque meteoriche laminate in un Corpo Idrico Superficiale. Pertanto, sarà necessario dimostrare oltre al corretto dimensionamento delle**

**opere di laminazione e infiltrazione, anche le condizioni idrauliche legate al fenomeno di svuotamento delle opere di laminazione per effetto dello scarico verificando il rispetto dei requisiti minimi richiesti dal R.R. n.7 del 2017 e s.m.i.**

## 2 INDIVIDUAZIONE AMBITO TERRITORIALE

Ai sensi dell'art. 7 del R.R. il territorio regionale è suddiviso in 3 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;
- 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.

Con riferimento all'Allegato C del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 - n. 7, il Comune di **Torre d' Roveri** è inserito in **area A** ovvero ad alta criticità idraulica:

Comune	Provincia	Criticità idraulica	Coefficiente P
TIGNALE	BS	C	
TIRANO	SO	C	
TORBOLE CASAGLIA	BS	A	0,8
TORLINO VIMERCATI	CR	B	
TORNATA	CR	B	
TORNO	CO	C	
TORRAZZA COSTE	PV	C	
TORRE BERETTI E CASTELLARO	PV	B	
TORRE BOLDONE	BG	A	1
TORRE D' ARESE	PV	B	
TORRE D' ISOLA	PV	B	
TORRE DE' BUSI	LC	C	
TORRE DE' NEGRI	PV	B	
TORRE DE' PICENARDI	CR	B	
<b>TORRE DE' ROVERI</b>	BG	A	1

**Figura 2 - Estratto allegato C - Regolamento Regionale 23 novembre 2017 - n. 7, aggiornato in data 19/04/2019 con il R.R. n.8.**

### 3 SUPERFICI TOTALI E SCOLANTI

La realizzazione del progetto prevede l'occupazione di un'area di superficie complessiva pari a circa 52.355 m<sup>2</sup> ubicata in "area A" quindi ad alta criticità idraulica.

In accordo all'Art.11 del R.R. si attribuiscono i seguenti coefficienti di deflusso:

- 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;
- 0.7 per i tetti verdi, i giardini pensili, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi;
- 0.3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle ad uso agricolo.

<i>Descrizione</i>	<i>Sup.totale scolante [m<sup>2</sup>]</i>	<i>Coeff. Deflusso</i>	<i>Sup. scolante impermeabile [mq]</i>
<i>Superficie coperta</i>	10.410	1	10.410
<i>superficie drenante (prato non collettato)</i>	23.717	0,3	7.115
<i>Superficie pavimentata</i>	11.347	1	11.347
<i>Superficie drenante (autobloccanti e terra battuta)</i>	4.001	0,5	2.001
<i>Aree verdi destinate a opere di laminazione</i>	1.880	0,7	1.316
<b><i>Totale</i></b>	<b>51.355</b>	<b>0,61</b>	<b>32.189</b>

La superficie totale scolante tiene in considerazione anche l'area occupata dalle opere di invarianza idraulica e idrologica che in questo caso equivale a 1.880 m<sup>2</sup> corrispondente a sei invasi di laminazione e infiltrazione dotati di scarico in CIS.

Le superfici destinate alle opere di invarianza idraulica ed idrologica vanno considerate nel conteggio della superficie scolante impermeabile occupata dall'intervento con un coefficiente di deflusso pari a 0,7. Tuttavia, non vanno inserite nel calcolo della superficie totale scolante impermeabile dell'intervento le aree destinate a verde non collettato che in questo caso occupano quasi il 45% dell'area del comparto.

La superficie scolante da considerare è di **27.368 m<sup>2</sup>** a cui corrisponde coefficiente d'afflusso medio ponderale pari a **0,91**. Ne deriva che la superficie scolante impermeabile effettiva dell'intervento è pari a **25.074 m<sup>2</sup>**.

Poiché il grado di dettaglio del progetto delle opere d'invarianza idraulica è da commisurare alle aree trasformate, pari a 52.335 m<sup>2</sup>, l'intervento presenta classe di intervento (articolo 9 del regolamento) «Impermeabilizzazione potenziale alta» ed è quindi obbligatorio adottare una procedura di calcolo dettagliata (art.11 e allegato G R.R.7 e s.m.i.) come riportato nella Figura 3.

- Coefficiente di deflusso medio ponderale: 0,91
- Superficie interessata dell'intervento: 5,1 ha
- Criticità idraulica: Area A.



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		

Figura 3 - Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica ed idrologica e modalità di calcolo

Gli interventi previsti sono quelli indicati nell'Art.11 del R.R. che fornisce le linee guida per calcolare le precipitazioni attese a seconda dei diversi tempi di ritorno considerati e quindi le portate massime da convogliare nelle opere di laminazione.

Oltre alle verifiche richieste ed illustrate devono essere rispettati anche i requisiti minimi previsti dal comma 2 dell'articolo 12 che previsti dal R.R. n 7, secondo cui il volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione corrisponde a **"800 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il coefficiente P di cui alla tabella riportata nell'allegato C"**. Per l'area presa in esame, il valore del coefficiente P corrisponde a **1,0** e quindi il minimo volume di laminazione da garantire secondo il principio dei requisiti minimi, relativamente alla superficie scolante impermeabile occupata dall'intervento analizzato, corrisponde a **2006 m<sup>3</sup>**.

In questo caso:

- La rete delle acque meteoriche, che raccoglie le acque provenienti da tutte le aree impermeabilizzate, sarà costituita da tubazioni in PVC. Le acque meteoriche saranno in seguito recapitate in invasi di laminazione e infiltrazione di tipo verde a cielo aperto posizionati in parti distinte del lotto.
- Il dimensionamento delle opere di laminazione e dispersione delle acque meteoriche sarà effettuato considerando la capacità dispersiva del terreno per infiltrazione nell'area occupata dagli invasi di laminazione e infiltrazione in progetto e la portata massima scaricabile nel corpo idrico ricettore;
- Per il dimensionamento delle opere idrauliche sarà considerato un evento meteorico prolungato nel tempo corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 50 anni.
- I calcoli idrologici si basano sui dati forniti da ARPA Lombardia relativamente ai parametri della curva di possibilità pluviometrica.
- Al fine di ripristinare la capacità di laminazione in un tempo adeguato, deve essere verificato che il tempo di svuotamento dei volumi calcolati non superi le 48 ore, nel caso avvenga un secondo evento meteorico a breve distanza temporale.

- La portata meteorica scaricabile nei ricettori uscente dall'opera di laminazione "Q<sub>u(t)</sub>" non deve superare un valore di portata massima corrispondente a **10 l/s/ha** che in questo caso corrisponde a **25 l/s** secondo quanto riportato all'art. 8, R.R.7. e s.m.i.

	<b>Sup. totale Scolante</b>		<b>Coeff. Deflusso</b>	<b>Sup. scolante impermeabile</b>	
<i>Superficie interessata dall'intervento</i>	<b>27.638</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	0,91	0,25	ha
<i>Classe comune</i>	<b>A</b>				
<i>Requisiti minimi (volume di laminazione)</i>	<b>2.006</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	a) per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;		
<i>Portata limite di scarico in (Q<sub>u,lim</sub>)(art.8)</i>	<b>25</b>	<b>l/s</b>	b) per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7: 500mc 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.		

#### 4 CONTENUTI DEL PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

Secondo quanto stabilito all'Art.10 del R.R. n.7, [...] il progetto di invarianza idraulica ed idrologica deve essere corredato con i calcoli, le valutazioni, i grafici ed i disegni effettuati a livello di dettaglio corrispondente ad un progetto almeno definitivo, osservando le procedure e le metodologie di cui all'articolo 11 e deve contenere i seguenti elementi:

a) Relazione tecnica comprendente:

1. descrizione della soluzione progettuale di invarianza idraulica ed idrologica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico, costituenti il sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico nel ricettore o di disperdimento nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;
2. calcolo delle precipitazioni di progetto;
3. calcoli del processo di infiltrazione nelle aree e strutture a ciò destinate e relativi dimensionamenti;
4. calcoli del processo di laminazione negli invasi a ciò destinati e relativi dimensionamenti;
5. calcolo del tempo di svuotamento degli invasi di laminazione;
6. calcoli e relativi dimensionamenti di tutte le componenti del sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico;
7. dimensionamento del sistema di scarico terminale, qualora necessario, nel ricettore nel rispetto dei requisiti ammissibili del presente regolamento

b) Documentazione progettuale grafica;

c) Piano di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'intero sistema di opere di invarianza idraulica ed idrologica e di recapito nei ricettori, secondo le disposizioni dell'articolo 13;

d) Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del presente regolamento, redatta secondo il modello di cui all'allegato E.

Per ogni intervento di cui all'art. 3, il progettista delle opere di invarianza idraulica ed idrologica, o il direttore lavori qualora incaricato, è tenuto a compilare il modulo di cui all'allegato D e a trasmetterlo mediante posta elettronica certificata al seguente indirizzo di posta certificata della Regione: [invarianza.idraulica@pec.regione.lombardia.it](mailto:invarianza.idraulica@pec.regione.lombardia.it).

Il modulo di cui all'allegato D è firmato digitalmente e va compilato a lavori conclusi, in modo che tenga conto di eventuali varianti in corso d'opera. Il caso in esame non rientra in tale tipologia.

**In ogni caso, i contenuti del progetto di invarianza idraulica ed idrologica devono essere commisurati alla complessità dell'intervento da progettare.**

## 5 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

Il volume minimo di laminazione deve essere tale da garantire il rispetto dei requisiti minimi richiesti dal R.R. n.9 del 2019 previsti dal comma 2 dell'articolo 12 secondo cui, in questo caso, tale volume corrisponde a 2094 m<sup>3</sup> come già dimostrato nei capitoli precedenti della presente relazione.

L'intervento prevede una classe di impermeabilizzazione potenziale alta e visto che il coefficiente di deflusso medio ponderale supera ampiamente il valore soglia di 0,4, il R.R. impone l'applicazione di una metodologia di calcolo dettagliata delle opere di laminazione e infiltrazione che si intende adottare.

Per il progetto della vasca di laminazione si adotterà, come valore del volume minimo di laminazione il maggiore tra quelli calcolati con i due metodi: "requisiti minimi" e "metodo dettagliato".

I bacini d'infiltrazione sono invasi a fondo permeabile ricavati da depressioni naturali o artificiali nel terreno, quindi sempre a cielo aperto e devono garantire la formazione di una capacità di accumulo, come volano tra l'idrogramma di piena in arrivo e il regime delle portate infiltrate.

Nei bacini d'infiltrazione in genere le pareti e il fondo del bacino sono ricoperte da un tappeto erboso, al fine sia di stabilizzare queste aree sia di esercitare un'azione filtrante per rimuovere le sostanze inquinanti presenti nelle acque di pioggia, come nutrienti e metalli disciolti.

Il complesso delle opere di invarianza idraulica ed idrologica sarà costituito da sei invasi di laminazione naturali ricavati da depressioni nel terreno che nel complesso occupano un'area in pianta di circa 2400 m<sup>2</sup> ricavati all'interno delle superfici drenanti destinate a prato.

Le reti delle acque meteoriche che raccolgono le acque piovane provenienti dalle strutture in progetto, saranno costituite da una serie di caditoie, canalette, gronde e di relativi collettori collegati ai sistemi di laminazione.

## 6 CONCLUSIONI

Una volta risolto il sistema di equazioni che descrivono il funzionamento delle opere di laminazione e infiltrazione saranno individuati i rispettivi valori massimi di grado di riempimento e volume laminato.

Gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono conseguentemente dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite di cui all'articolo 8, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

1. T = 50 anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti;
2. T = 100 anni: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche 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;

Il complesso delle opere di invarianza idraulica ed idrologica sarà costituito da sei invasi di laminazione naturali ricavati da depressioni nel terreno che nel complesso occupano un'area in pianta di circa **2.400 m<sup>2</sup>** ricavati all'interno delle superfici drenanti destinate a prato, con una profondità variabile a seconda della localizzazione e delle dimensioni della vasca, a cui corrisponde un volume di laminazione complessivo di **2.410 m<sup>3</sup>**. Il volume del sistema di invasi previsto è dunque pari al 120% del volume minimo da invasare secondo il regolamento regionale.

*Per quanto riguarda il rispetto dei volumi minimi di laminazione, questa configurazione risulta soddisfare i requisiti imposti dal R.R.7 e s.m.i.*

*Per le verifiche idrauliche ed idrologiche di dettaglio si rimanda alla fase successiva di progettazione in cui il calcolo dei volumi di laminazione e il funzionamento delle opere di laminazione saranno ricavati con procedura dettagliata.*

Ing. Andrea Petronio



A circular blue professional stamp from the Ordine degli Ingegneri di Parma. The text inside the stamp reads: "ORDINE DEGLI INGEGNERI", "Dott. Ing. ANDREA PETRONIO", "n. 1321", and "PARMA". Below the stamp is a handwritten signature in blue ink that reads "Andrea Petronio".