PROTOCOLLO:

COMUNE:
CLUSONE (BG)

COMMITTENTE:
COMUNE DI CLUSONE (BG)
Piazza Sant'Andrea, 1 - 24023 - Clusone (BG)

DENOMINAZIONE:
SISTEMAZIONE AREA ESTERNA "NUOVA STRUTTURA SPORTIVA POLIVALENTE DEL CENTRO SPORTIVO COMUNALE DI VIA DON BEPO VAVASSORI"
CUP G99B17000060004

COMUNE DI CLUSONE

FASE:
DEFINITIVO-ESECUTIVO

PROGETTO:
ARCHITETTONICO

ELABORATO:
RT_ALL02.M

FILE:
T564_Relazione_smaltimento_acque.doc

OGGETTO:
RELAZIONE DI DIMENSIONAMENTO RETI DI SMALTIMENTO ACQUE

CODICE PROGETTO:	T564/2018	REDATTO: LC	CONTROLLATO: LC	APPROVATO: GV

REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE REVISIONE:
Rev.00	Ottobre 2018	EMISSIONE

PROGETTISTA ARCHITETTONICO:
tekn&co s.r.l. - Studio28 Architettura -
Arch. Federica Masoni

PROGETTISTA STRUTTURALE:
tekn&co s.r.l.

PROGETTISTA IMPIANTI MECCANICI:
.....

PROGETTISTA IMPIANTI ELETTRICI:
tekn&co s.r.l.

COORDINATORE IN FASE DI PROGETTAZIONE:
tekn&co s.r.l.

PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
.....

studio28architettura
architetti associati
Alberto Roscini - Francesco Di Prisco - Marco Benedetti

PROGETTISTA ARCHITETTONICO:
Studio28 Architettura
Via Francesco Nullo, 28/a - 24128 - Bergamo (BG)
Tel 035 243747 Mail info@studio28a.it Web www.studio28a.it
Arch. Marco Benedetti

PROGETTISTA ARCHITETTONICO:
Arch. Federica Masoni

INGEGNERIA
ARCHITETTURA
SERVIZI
tekn&co

PROGETTISTA ARCHITETTONICO:
tekn&co s.r.l.
Via Val di Scalve, 100 - 24020 - Onore (BG)
Tel 0346 73701 Fax 0346 76545 Mail info@tekneco.eu Web www.tekneco.eu
Ing. Giuliano Visinoni Arch. Fabrizio Crevena

MOD.7.2.1_REV.02

SOCIETA' CERTIFICATA ISO 9001:2015 - CERTIFICATO N. IT 253033 BUREAU VERITAS

Questo documento non puo' essere copiato, riprodotto, diffuso o mostrato a terzi senza nostra autorizzazione scritta

I N D I C E

0 PREMESSA 2
1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO 2
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....3
3 PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA 4
3.1 Analisi idrologica e calcolo delle precipitazioni di progetto 4
3.2 Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione, valori massimi ammissibili e classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idrologia ed idraulica .6
3.3 Dimensionamento del sistema di dispersione 7
4 DIMENSIONAMENTO RETE DI SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE PIAZZALI12
4.1 Descrizione della rete.....12
4.2 Determinazione delle portate critiche 12
4.3 Dimensionamento della rete 16
5 CONCLUSIONI 18

0 PREMESSA

La presente relazione idrologico-idraulica si pone l'obiettivo di descrivere il sistema di raccolta e smaltimento delle acque reflue bianche relative al Progetto Definivo - Esecutivo dell'intervento di:

"SISTEMAZIONE AREA ESTERNA "NUOVA STRUTTURA SPORTIVA POLIVALENTE DEL CENTRO SPORTIVO COMUNALE DI VIA DON BEPO VAVASSORI"

Si prevede infatti di realizzare una rete distinta per la raccolta delle acque provenienti dai piazzali e dai camminamenti.

Tale rete, in accordo con il nuovo regolamento di Regione Lombardia n. 7 del 23 novembre 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", prevede la raccolta e lo smaltimento delle acque pluviali provenienti dalle superfici impermeabili per poi essere conferite in un'apposita vasca, opportunamente dimensionata, per poi essere disperse per infiltrazione nel sottosuolo, mediante la creazione di un nuovo pozzo disperdente creato ad hoc.
La presente relazione, oltre a fornire una breve descrizione delle reti previste, descriverà le metodologie di calcolo impiegate per il dimensionamento dei diversi elementi costituenti le reti, nonché i risultati ottenuti.

1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il progetto della SISTEMAZIONE AREA ESTERNA "NUOVA STRUTTURA SPORTIVA POLIVALENTE DEL CENTRO SPORTIVO COMUNALE DI VIA DON BEPO VAVASSORI occupa un'area di circa 8.600 mq, al netto del sedime del palazzetto, e prevede la realizzazione di un ampio percorso che, dall'ingresso principale all'area lungo Via Don Bepo Vavassori, conduce al nuovo Palazzetto Polifunzionale e ne costituisce la naturale piazza antistante. Oltre a tale percorso è prevista la realizzazione di alcune gradonate verso l'edificio delle tribune, collegando così il bar esistente con la nuova ampia piazza pavimentata con materiali diversi. Inoltre, è prevista la realizzazione di tutte le opere di predisposizione per la successiva realizzazione delle attrezzature di tipo sportivo. Naturalmente costituiscono parte integrante del presente intervento tutte le reti tecnologiche necessarie al corretto funzionamento dell'intera area, con particolare riferimento al sistema di smaltimento delle acque bianche e dell'illuminazione serale degli spazi esterni. Tra le lavorazioni previste vi è anche tutta la movimentazione del terreno all'interno dell'area d'intervento, compensando così gli sterri ed i riporti predisponendo già i piani del futuro parco esterno al centro sportivo.
Tutta la piazza è posta alla quota dell'attuale campo da calcio in terra, quindi a circa 0.5 m sotto la quota di Via Don Bepo Vavassori nel punto in cui è previsto l'accesso; il futuro campo in erba sintetica sarà collocato a 1.2 m sotto la quota della nuova piazza, così come i futuri campetti. Il prato posto ad ovest presenterà una quota più bassa di circa 0.2 m rispetto ai nuovi campi, che però degraderà in modo opportuno in corrispondenza delle recinzioni esistenti verso le altre proprietà.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è stato sviluppato nel rispetto della normativa vigente, con particolare riferimento ai seguenti regolamenti specifici:

NORME TECNICHE RETE FOGNARIA
- CIRCOLARE DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 07-01-1974, n. 11633
"Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto".

- DECRETO LEGISLATIVO 18-08-2000, n. 258
Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128.

- DECRETO LEGISLATIVO 15-05-2003, n. 152
Decreto legislativo recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

- DECRETO LEGISLATIVO 12-06-2003, n. 185
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152.

NORME TECNICHE SCARICHI
- LEGGE REGIONALE del 12 dicembre 2003 n. 26
"Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche".

- REGOLAMENTO REGIONALE del 24 marzo 2006 n.3
Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.

- REGOLAMENTO REGIONALE del 23 novembre 2017 n.7
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).

3 PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA

3.1 Analisi idrologica e calcolo delle precipitazioni di progetto

L'analisi idrologica relativa all'area in esame è stata implementata con l'ausilio delle Linee Segnalatrici di Probabilità riportate da ARPA di Regione Lombardia, cosi come indicato dal R.R n.7 del 23 Novembre 2017.
Le curve hanno espressione:

$h_T(D) = a\, w_T\, D^n$

dove h rappresenta l'altezza di pioggia, fissato un determinato tempo di ritorno T, ed è funzione di una certa durata D della precipitazione, a e w_T sono dei parametri della funzione di probabilità GEV, con cui si ritengono distribuite le precipitazioni intense.

Tale funzione assume formula:

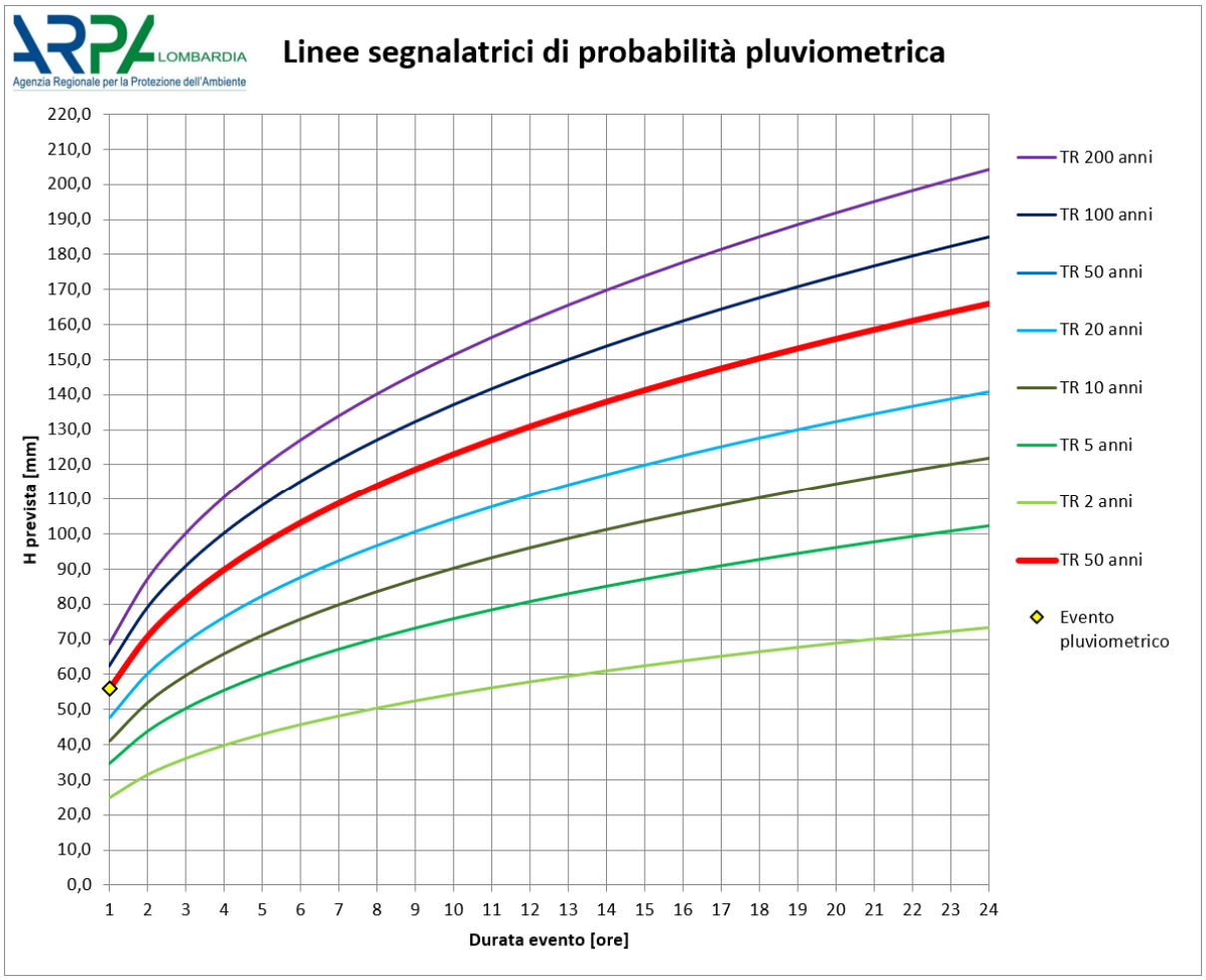
$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k}\left\{1 - \left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]^k\right\}$$

I parametri che compaiono nell'equazione precedente, presentano una variabilità spaziale e quindi variano all'interno del territorio regionale
Arpa Lombardia fornisce, per il comune di Orio al Serio, i seguenti parametri relativi all'equazione:

Parametri 1-24 ore

	Parametro	Valore
	A1 - Coefficente pluviometrico orario	26.73
	N - Coefficente di scala	0.34240001
	GEV - parametro alpha	0.31400001
	GEV - parametro kappa	-0.0219
	GEV - parametro epsilon	0.81019998

Grazie a questi parametri si ricava il grafico riportato di seguito e denominato grafico delle curve di Possibilità Pluviometrica che indica, fissato un determinato tempo di ritorno, l'assegnata altezza di pioggia attesa in funzione della durata.



L'intensità di pioggia corrispondente è ricavabile dividendo l'altezza di precipitazione h, mostrata nella figura precedente, con la durata:

$i(D) = a\, w_T\, D^{n-1}$

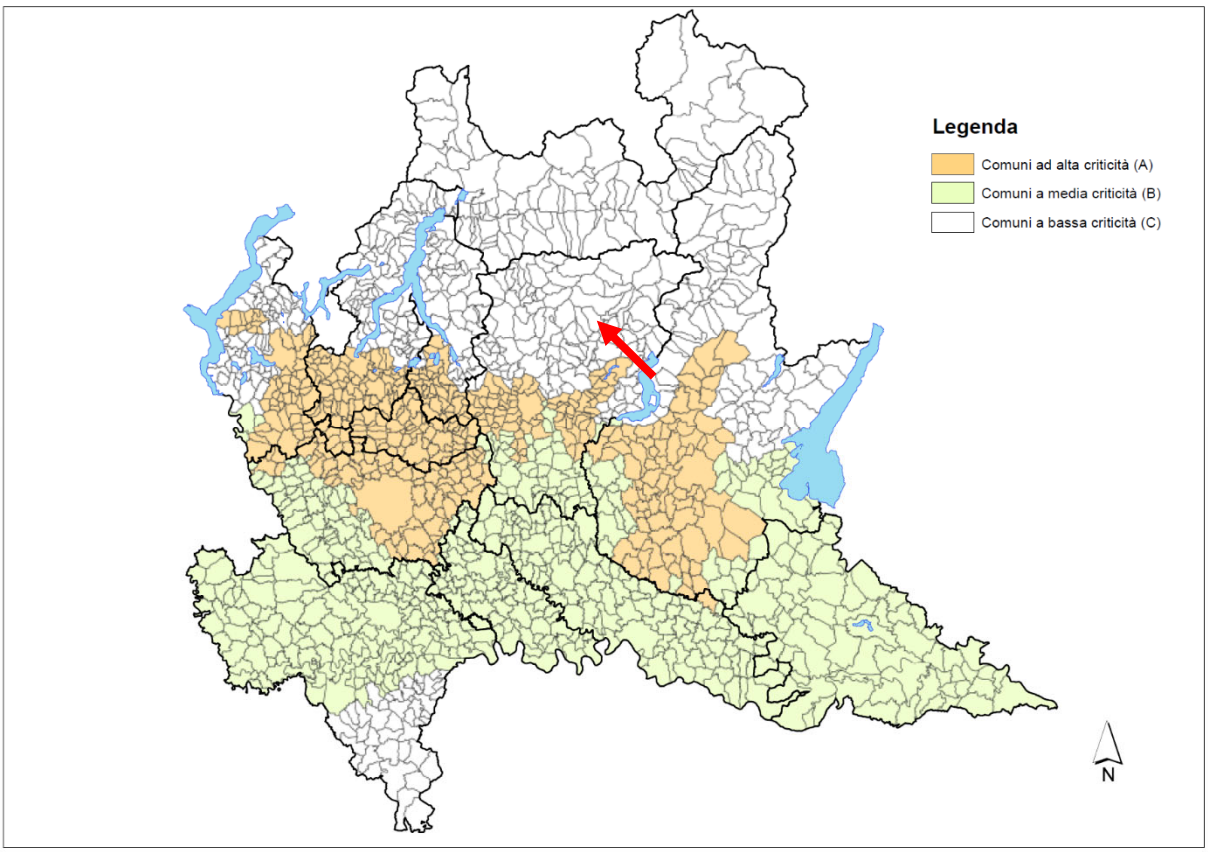
Tali curve sono indispensabili per poter stimare, fissato un determinato periodo di ritorno, l'altezza di pioggia attesa sull'area presa in esame, al variare della durata dell'evento meteorico considerato.
Per il dimensionamento delle opere sono state utilizzate piogge con tempo di ritorno T = 50 anni, in accordo con il regolamento regione sull'invarianza Idraulica (n.7 del 23 Novembre 2017) e l'intensità di precipitazione è stata calcolata inserendo un durata, pari a 1ora.
Tale valore è sicuramente maggiore rispetto al tempo di corrivazione di tutto il bacino (si vedano paragrafi successivi) per cui tutta l'area delle coperture contribuisce alla formazione della portata.

3.2 Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione, valori massimi ammissibili e classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idrologia ed idraulica

L'art. 7 del R.R n.7 del 23 Novembre 2017 stabilisce che le misure di invarianza idrologia ed idrologica debbano applicarsi a tutto il territorio regionale, identificando i limiti di scarico in funzione delle caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche, ed in considerazione dei differenti effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche nei sistemi di drenaggio. Il comma 3 dell'art. 7 descrive la suddivisione del territorio regionale in 3 ambiti in funzione del livello di criticità idraulica:

- aree A, ovvero ad alta criticità idraulica;
- aree B, ovvero ad media criticità idraulica;
- aree C, ovvero ad bassa criticità idraulica.

L'immagine di seguito mostra la suddivisione del territorio regionale nei 3 ambiti precedentemente citati, mentre l'allegato C della norma riporta l'elenco comune per comune con l'indicazione del livello criticità idraulica associato.



Secondo l'allegato C della norma, il **Comune di Clusone** ricade in **area C ad bassa criticità idraulica**.

A partire da tale indicazione si stabilisce poi il **valore massimo ammissibile di scarico** nel recettore che in caso di interventi ricadenti in aree A risulta pari a **20 l/s** per ettaro di superficie scolante impermeabile (art. 8, comma 1).

Ai sensi dell'art. 9 del R.R n.7 del 23 Novembre 2017 si è verificata la classe di intervento, definendo di conseguenza le modalità di calcolo da applicare per il progetto di invarianza idrologica ed idraulica.
In tal caso la superficie di intervento risulta compresa tra 0,1 ha e 1 ha, con un coefficiente di deflusso delle aree impermeabili variabile e comunque sempre maggiore a 0,4.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,01 ha (≤ 100 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	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, comma 2, lettera d)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Nel caso in esame si ricade in **interventi di impermeabilizzazione potenziale media**, **classe di intervento n. 2**, con conseguente applicazione dei requisiti minimi previsti dall'art. 12, comma 2 del Regolamento Regionale, in quanto l'ambito di intervento ricade in area C a bassa Criticità idraulica.

Per quanto concerne lo smaltimento delle acque piovane, il regolamento regionale sull'invarianza idraulica fissa i valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile in corpi idrici e fissa i volumi di invaso e laminazione necessari affiche venga rispettato il vincolo dell'invarianza idraulica. In funzione del grado di intervento edilizio che si va a proporre, sussistono delle classi di impermeabilità, che variano a seconda della superficie impermeabile che si va a creare.

Nel caso in oggetto si è scelto di adottare, in via cautelativa, la dispersione dell'intera portata in ingresso (meteoriche dei piazzali esterni), attraverso dispersione nel sottosuolo.

3.3 Dimensionamento del sistema di dispersione

Per quanto concerne il sistema di dispersione in uscita dalla vasca di laminazione, si è fatto riferimento alla Relazione Tecnica Specialistica E Calcoli Esecutivi degli impianti termo fluidici redatta a cura del R.T.P., Settanta7 Studio Associato, Sistema Group Engineering Srl, Ing. Attilio Marchetti Rossi, Ing. Walter Monaci, Arch. Francesca Cordero e Ing. Margherita Mazzoni, datata novembre 2017. In particolare al paragrafo 9.2.1, viene fornito il dimensionamento dei n. 3 pozzi disperdenti necessari allo smaltimento delle acque provenienti dalla copertura della nuova struttura polivalente in grado di disperdere nel terreno una portata di 60 l/s. Tali pozzi verranno realizzati nell'area di proprietà comunale posta a sud di via pozzi. In analogia al calcolo già effettuato si prevede pertanto di realizzare un ulteriore pozzo aventi le medesime caratteristiche di quelli già realizzati e collocato nella medesima area, in grado di smaltire una portata massima di 20 l/s.

Attraverso l'analisi della relazione Geologica e Geotecnica redatta dal Geologo Dott. Amadio Poloni, redatta nel luglio del 2017 ed impiegata per la progettazione della nuova struttura polivalente, definisce le caratteristiche litologiche e idrogeologiche del sito specifico, queste ultime ricavate da indagini e rilievi effettuati in sito ed impiegate per il dimensionamento del sistema di dispersione, già previsto e di nuova realizzazione. Si riporta di seguito breve stralcio:
"… *Da ultimo, si è verificato che a partire da m 1,9 ÷ 2,8 di profondità dalle attuali quote di p.c. del terreno di proprietà Comunale posto immediatamente a sud del campo di calcio in sabbia e dell'adiacente via P.Pozzi, il sottosuolo (cfr. Litotipo 5) è dotato di permeabilità generalmente buona e dunque idonea a smaltire le aliquote d'acqua meteorica pluviale e di dilavamento raccolte dalle previste superfici impermeabilizzate dell'impianto.*
Per il dimensionamento di eventuali sistemi disperdenti ad anelli di grosso diametro, il coefficiente di permeabilità medio K da assumere, dovrà essere cautelativamente compreso tra:

*1*10-6 m/s < K < 1*10-5 m/s (terreni con permeabilità da buona a ridotta).*

Questo, fermo restando la possibilità di prevedere la parziale o completa laminazione di dette aliquote d'acqua ed il loro successivo scarico nei collettori fognari d'acque miste di via P. Pozzi e/o via Don Bepo Vavassori (così come tra l'altro prospettato in prima analisi, a causa delle scadenti proprietà idrogeologiche del sottosuolo originariamente adibito al progetto in questione ed a loro volta causa dei ruscellamenti che, occasionalmente, confluiscono verso le abitazioni circostanti)…."

Per quanto attiene il dimensionamento del sistema di laminazione, il dimensionamento è stato effettuato a partire dai requisiti minimi previsti dall'art. 12, comma 2 del Regolamento Regionale:

"…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;
b) per le aree B a media criticità idraulica di cui all'articolo 7: 600 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. …"

Il volume minimo richiesto da regolamento (articolo 12) risulta pertanto pari a 400 m³ /ha imp per aree di bassa criticità, ossia pari a 212,44 m³, ed è quindi adottabile per il progetto della vasca di laminazione.

Successivamente è stato verificato, il calcolo per il dimensionamento del volume di invaso applicando il *metodo delle sole piogge*, il quale si basa sull'assunzione delle seguenti ipotesi:

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

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

- e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

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

  in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo, D è la durata di pioggia, a = a1wT e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica, desunti da ARPA Lombardia e riportati in precedenza;
- l'onda uscente Qu(t) è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante Qu,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:

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

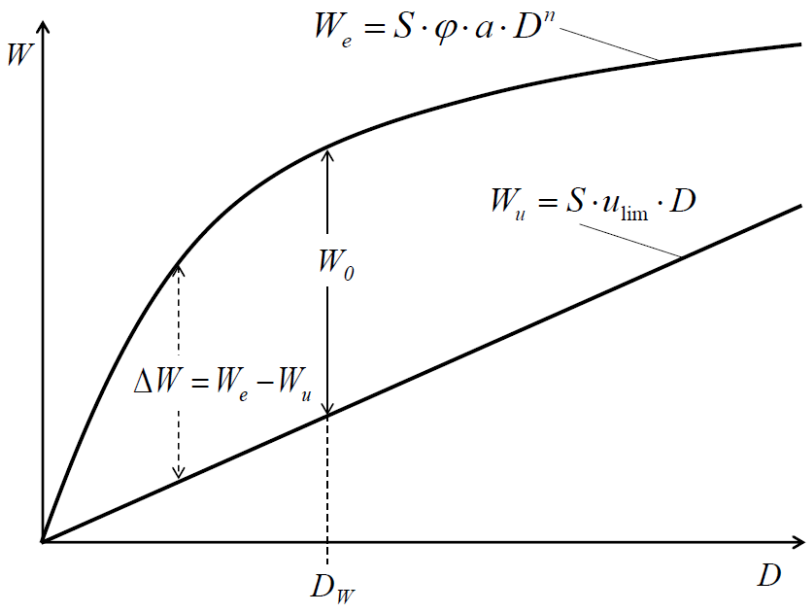
  e il volume complessivamente uscito nel corso della durata D dell'evento è pari a:

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

  in cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, pari a 20 l/s ha;

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.

L'immagine seguente mostra l'individuazione con il metodo delle sole piogge dell'evento critico D_W e del corrispondente volume critico W_0 di laminazione, ovvero quello che massimizza il volume invasato.



Esprimendo matematicamente le condizioni di massimo inserendo le varie grandezze con le rispettive unità di misura è possibile determinare la durata dell'evento critico ed il conseguente volume di laminazione ottimale mediante l'impiego delle seguenti relazioni:

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

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

Dove:

- S in ha è la superficie impermeabile e pari a 0,8551 ha (superfici piazzali + superficie campi da gioco);
- φ è coefficiente di deflusso medio dell'area, pari a 0,697, valutato come media ponderale dei singoli contributi per i rispettivi coefficienti di deflusso, pari a 1 per le aree impermeabili (piazzali S = 5311 m²) e 0,2 per le aree permeabili (campi da gioco S = 3240 m²);
- *a* ed *n*, parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica;
- $Q_{u,\ lim}$ pari a 17,10 l/s.

Applicando le formule precedenti si ottiene una durata critica di 2,553 ore alla quale corrisponde un valore massimo dell'invaso di laminazione pari a 301,53 m³. Tale valore è stato assunto cautelativamente come volume della vasca di laminazione in quanto anche mediante ulteriori verifiche dimensionali, il valore del volume dell'invaso di laminazione risultava superiore rispetto a quello minimo richiesto dal regolamento, risultando pertanto sottodimensionato rispetto agli scopi prefissati.

Il volume di laminazione è stato pertanto raggiunto mettendo 6 vasche prefabbricate monoblocco in C.A. in parallelo di volume pari a 51 m³ per ogni elemento per un totale di 306 m³.

All’interno della nuova vasca di laminazione verranno conferite le reti di smaltimento delle aree esterne, queste ultime successive rilanciate ad un nuovo pozzo disperdente di nuova realizzazione e realizzato con le medesime caratteristiche di quelli appena realizzati, in grado di smaltire la portata massima limite di 17,04 l/s.

Con tale portata di infiltrazione lo svuotamento dalla vasca avviene in
t_{svuot} = 305 530 / 17,10 =17 867 s, pari a 4,96 ore, quindi minore del limite di 48 ore fissato nell’articolo 11, comma 2, lettera f) del regolamento.

4 DIMENSIONAMENTO RETE DI SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE PIAZZALI

4.1 Descrizione della rete

La presente rete consentirà la raccolta e l'allontanamento delle acque reflue pluviali provenienti dalle aree esterne del nuovo impianto sportivo.
L'intera rete esterna, sarà realizzata per funzionare a gravità per poi recapitare le acque all'interno della vasca di laminazione precedentemente dimensionata e disperdere le acque per infiltrazione nel sottosuolo mediante un nuovo pozzo disperdente.
Trattandosi di reti totalmente interne si prevede l'impiego di tubazioni in PVC rispondenti alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN4, di diametro variabile in funzione del tratto considerato, posate, rinfiancate e ricoperte con sabbia vagliata, e successivamente rinterrate con il materiale proveniente dallo scavo, se di idonea granulometria.
La captazione delle acque avverrà mediante posa di caditoie stradali e griglie continue in ghisa sferoidale con classe di carico D400, collocate anch'esse su manufatti prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso.
Tutti i pozzetti d'ispezione verranno dotati di chiusino in ghisa sferoidale con classe di carico D400.

4.2 Determinazione delle portate critiche

La determinazione delle portate critiche della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche provenienti dai piazzali è stata condotta valutando l'area d'influenza di ogni singola caditoia/griglia, in funzione della pendenza reale di deflusso delle acque. La posizione delle caditoie, numerate progressivamente, è riportata all'interno della planimetria generale delle reti di smaltimento acque (Tavola RT_DIS01).
Attraverso analisi grafica è stato possibile evidenziare le aree d'influenza di ogni singola caditoia. I dati ottenuti sono i seguenti:

CADITOIA	$S_{DRENATA}$ [m^2]	CADITOIA	$S_{DRENATA}$ [m^2]
C01	160,00	C06	140,00
C02	90,00	C07	140,00
C03	120,00	C08	160,00
C04	160,00	C09	150,00
C05	140,00	C10	150,00
GR3B	941,50	GR4	240,00
GR1	198,00	GR5	40,00
GR3A	565,50	GR6	1765,00
GR2A	779,50	GR7	1465,00
GR2B	781,50	C11	60,00

Per il calcolo delle portate critiche è stata utilizzata nuovamente la "*Formula Razionale Corretta*" [*tc[h]= =te+tr/2*] utilizzando ancora come metodo di trasformazione afflussi-deflussi il metodo di corrivazione; per completezza si riporta nuovamente la relazione di seguito:

$$Q_c = 0.278 \cdot A \cdot \phi \cdot \varepsilon \cdot (a \cdot t_c^{(n-1)})$$

ove:
A = area bacino in km²;
$\phi =$ coefficiente di afflusso (≤ 1), rapporto tra la portata meteorica affluente alla rete e la portata meteorica affluente al bacino; tale valore è funzione della tipologia di suolo;
$\varepsilon =$ coefficiente di laminazione (≤ 1) dipendente dal metodo di trasformazione afflussi-deflussi scelto, nel caso del metodo di corrivazione è posto pari a 1;
t_c [h] = tempo di corrivazione pari a $t_e+t_r/2$.
Sapendo che t_e [min] è il tempo di entrata assunto pari a 5 min per tutte le aree drenate e t_r [min] è il tempo di rete pari al rapporto tra lunghezza tronco fognario e 2,5 m/s, il tempo di corrivazione risulta pari a

$$t_c[h]=[t_e+t_r/2]/60$$

La stima del valore del coefficiente di afflusso è molto importante ai fini della stima della portata critica, in quanto definisce la reale quantità d'acqua che fluisce alla rete esaminata. Una stima speditiva di ϕ che considerata la variabilità di permeabilità all'interno di un bacino idrografico può essere condotta nel seguente modo:

$$\phi_i = \phi_{IMP} \cdot (\frac{A_{imp}}{A_{tot}}) + \phi_{PER} \cdot (\frac{A_{perm}}{A_{tot}})$$

ove
ϕ_{IMP} è il coefficiente di afflusso delle aree impermeabili assunto pari a1,0;
ϕ_{PER} è il coefficiente di afflusso delle aree permeabili assunto pari a 0,2;
A_{imp} e A_{per} sono rispettivamente l'estensione delle aree impermeabili e di quelle permeabili;
A_{tot} è la superficie totale del bacino considerato.
Stabilita la maglia della rete e determinate tutte le grandezze geometriche necessarie, è stato possibile determinare i valori delle portate critiche attese.

RAMO	LUNGHEZZA (m)	RAMO	LUNGHEZZA (m)
RB01	6,40	RB12	13,10
RB02	9,55	RB13	5,90
RB03	9,55	RB14	9,75
RB04	8,70	RB15	5,30
RB05	5,95	RB16	24,60
RB06	11,00	RB17	34,07
RB07	14,40	RB18	3,80
RB08	10,15	RB19	11,50
RB09	9,20	RB20	28,90

RB10	15,90	RB21	2,90
RB11	23,25	RB22	1,80

Di seguito si riportano le portate utilizzate per il dimensionamento della rete di smaltimento delle acque meteoriche con periodo di ritorno di 50 anni.
La procedura di Wallinford prevede, inoltre, di moltiplicare il valore ottenuto della portata critica per un coefficiente pari ad 1,3 qualora la durata critica sia minore del tempo di corrivazione del bacino, al fine di evitare errori di sottostima. In tal caso le durata critica è stata considerata pari a 15 min (valore minore in ogni caso al tempo di corrivazione), pertanto il valore della portata critica corretta (Qc) è risultata essere maggiorata rispetto a quella determinata in prima approssimazione(Q').

PUNTO	lunghezza (m)	t_e (min)	t_r (min)	t_c (min)	A_{tot} (m²)	ϕ	Q'c (m^3/s)	Q'c (l/s)	Qc (l/s) = (Q'c*Cw)
RB01	0,00	5	0,00	5,00	160,00	1,00	0,013	12,73	**12,73**
RB02	6,40	5	0,05	5,05	250,00	1,00	0,020	19,75	**19,75**
RB03	15,95	5	0,13	5,13	370,00	1,00	0,029	28,93	**28,93**
RB04	25,50	5	0,21	5,21	530,00	1,00	0,041	41,03	**41,03**
RB05	34,20	5	0,29	5,29	670,00	1,00	0,051	51,40	**51,40**
RB06	40,15	5	0,33	5,33	670,00	1,00	0,051	51,08	**51,08**
RB07	51,15	5	0,43	5,43	1020,00	1,00	0,077	76,90	**76,90**
RB08	58,67	5	0,49	5,49	5229,00	1,00	0,391	391,28	**391,28**
RB09	67,87	5	0,57	5,57	5229,00	1,00	0,388	387,72	**387,72**
RB10	83,77	5	0,70	5,70	5369,00	1,00	0,392	391,99	**391,99**
RB11	0,00	5	0,00	5,00	150,00	1,00	0,012	11,93	**11,93**
RB12	23,25	5	0,19	5,19	390,00	1,00	0,030	30,26	**30,26**
RB13	36,35	5	0,30	5,30	390,00	1,00	0,030	29,85	**29,85**
RB14	42,25	5	0,35	5,35	430,00	1,00	0,033	32,71	**32,71**
RB15	83,77	5	0,70	5,70	5799,00	1,00	0,423	423,39	**423,39**
RB16	0,00	5	0,00	5,00	1543,00	1,00	0,123	122,77	**122,77**
RB17	24,60	5	0,21	5,21	2916,00	1,00	0,226	225,96	**225,96**
RB18	0,00	5	0,00	5,00	565,50	1,00	0,045	44,99	**44,99**
RB19	0,00	5	0,00	5,00	1465,00	0,20	0,023	23,31	**23,31**
RB20	0,00	5	0,00	5,00	1765,00	0,34	0,047	47,18	**47,18**
RB21	11,50	5	0,10	5,10	3230,00	0,27	0,070	69,62	**69,62**
RB22	0,00	5	0,00	5,00	40,00	1,00	0,003	3,18	**3,18**
GR	0,00	5	0,00	5,00	350,00	1,00	0,028	27,85	**27,85**

Portate critiche

4.3 Dimensionamento della rete

Il dimensionamento delle tubazioni a pelo libero è stato eseguito utilizzando la formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

Q è la portata che transita nella tubazione considerata [m^3/s];
A è l'area bagnata [m2];
R è il raggio idraulico [m];
i è la pendenza della tubazione;
χ è il coefficiente di resistenza [m1/2/s], che secondo la formula di Strickler vale:

$$\chi = k_s R^{1/6}$$

dove k_s è il coefficiente di scabrezza; in tal caso assunto pari a 92 $m^{1/3/s}$, valore caratteristico delle tubazioni in materiale plastico.

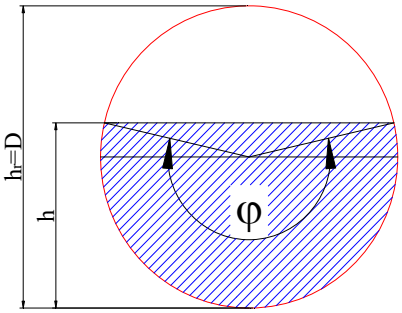
I criteri utilizzati nel dimensionamento sono i seguenti:

$0{,}50\, m/s \le V \le 5{,}0\, m/s$;

rapporto di riempimento massimo $h/D = 0{,}7 \div 0{,}8$;

dove:

V è la velocità dell'acqua nella tubazione;
h è l'altezza d'acqua nella tubazione;
D è il diametro della tubazione.



Essendo note la portata Q, il coefficiente di scabrezza K_s e la pendenza della tubazione i, si ricavano con procedimento iterativo l'altezza d'acqua nella tubazione e le altre grandezze geometriche (A,R) in funzione del diametro della tubazione.

Anche in tal caso la scelta progettuale ha optato per l'impiego di tubazioni di PVC, rispondenti alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN4 per condotte di scarico interrate di acque civili, giunto a bicchiere con anello in gomma, contrassegnati ogni metro con marchio del produttore, diametro, data di produzione e simbolo IIP e di diametro variabile a seconda del tratto considerato.

Le tabelle riportate di seguito mostrano i valori di riempimento (h/D) e di velocità (v) attesi all'interno dei diversi rami della rete di smaltimento delle acque provenienti dai piazzali.

Dall'analisi dei dati riportati emerge che il grado riempimento massimo atteso all'interno della nuova rete di smaltimento delle acque meteoriche sia in ogni caso inferiore all'80% o comunque prossimo a tale valore e che i valori di velocità siano quasi sempre compresi tra il minimo 0,5 m/s ed il massimo di 5 m/s, come richiesto dalle normative tecniche.

È importante però sottolineare che anche in tutti i casi trattandosi di tubazioni funzionanti a gravità, è opportuno prevedere periodici interventi manutentivi sulla rete, al fine di escludere possibili otturazioni che possano limitare, od addirittura ostacolare, il regolare deflusso delle acque.

Ramo	De (mm)	Di (mm)	R (m)	i (%)	h (m)	h/D (-)	f (-)	r (m)	P_{bagn} (m)	A_{bagn} (m^2)	Qc (l/s)	v (m/s)
RB01	160,0	150,6	0,075	1,0%	0,092	0,612	206,0	0,042	0,271	0,011	12,7	1,12
RB02	200,0	188,2	0,094	1,0%	0,104	0,554	192,5	0,050	0,316	0,016	19,8	1,25
RB03	200,0	188,2	0,094	1,0%	0,136	0,721	232,5	0,056	0,382	0,021	28,9	1,35
RB04	250,0	237,6	0,119	1,0%	0,141	0,594	201,7	0,066	0,418	0,027	41,0	1,50
RB05	250,0	237,6	0,119	1,0%	0,165	0,694	225,6	0,070	0,468	0,033	51,4	1,57
RB06	250,0	237,6	0,119	1,0%	0,164	0,691	225,0	0,070	0,467	0,033	51,1	1,56
RB07	315,0	299,6	0,150	1,0%	0,179	0,598	202,6	0,083	0,530	0,044	77,0	1,75
RB08	500,0	475,4	0,238	1,0%	0,386	0,812	257,2	0,145	1,067	0,154	391,3	2,54
RB09	500,0	475,4	0,238	1,0%	0,382	0,804	254,9	0,145	1,057	0,153	387,7	2,54
RB10	500,0	475,4	0,238	1,0%	0,387	0,813	257,6	0,145	1,069	0,155	392,0	2,54
RB11	160,0	152,0	0,076	1,0%	0,088	0,578	198,0	0,041	0,263	0,011	11,9	1,10
RB12	200,0	190,2	0,095	1,0%	0,139	0,731	235,0	0,057	0,390	0,022	30,3	1,36
RB13	200,0	190,2	0,095	1,0%	0,138	0,723	233,0	0,057	0,387	0,022	29,9	1,36
RB14	200,0	190,2	0,095	1,0%	0,149	0,783	249,0	0,058	0,413	0,024	32,7	1,37
RB15	500,0	475,4	0,238	2,0%	0,310	0,651	215,2	0,137	0,893	0,122	423,4	3,46
RB16	400,0	380,4	0,190	1,0%	0,204	0,537	188,6	0,099	0,626	0,062	122,8	1,97
RB17	400,0	380,4	0,190	1,0%	0,326	0,858	271,5	0,115	0,901	0,104	226,0	2,18
RB18	250,0	237,6	0,119	1,0%	0,150	0,631	210,4	0,068	0,436	0,029	45,0	1,53
RB19	200,0	190,2	0,095	1,0%	0,115	0,606	204,5	0,053	0,339	0,018	23,3	1,30
RB20	250,0	237,6	0,119	1,0%	0,155	0,652	215,5	0,069	0,447	0,031	47,2	1,54
RB21	315,0	299,6	0,150	1,0%	0,168	0,561	194,0	0,080	0,507	0,041	69,6	1,71
RB22	160,0	150,6	0,075	1,0%	0,042	0,281	128,0	0,024	0,168	0,004	3,2	0,78

Dimensionamento tubazioni

5 CONCLUSIONI

E' stata redatta la presente relazione idrologico-idraulica per descrivere il sistema di raccolta e smaltimento delle acque reflue bianche relative al Progetto Definitivo - Esecutivo dell'intervento di:

"SISTEMAZIONE AREA ESTERNA "NUOVA STRUTTURA SPORTIVA POLIVALENTE DEL CENTRO SPORTIVO COMUNALE DI VIA DON BEPO VAVASSORI"

La presente relazione, oltre a fornire una breve descrizione delle reti previste, ha descritto le metodologie di calcolo impiegate per il dimensionamento dei diversi elementi costituenti le reti, nonché i risultati ottenuti.
Sono stati inoltre forniti tutti i risultati del progetto di invarianza idrologia ed idraulica così come previsto dal nuovo regolamento di Regione Lombardia n. 7 del 23 novembre 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".
Per tutti i dettagli circa le reti di smaltimento delle acque reflue si rimanda agli elaborati grafici specifici redatti allo scopo, mentre per quanto concerne l'intervento in genere si rimanda all'analisi di allegati ed elaborati grafici del Progetto Definitivo - Esecutivo.

Onore (BG), ottobre 2018

Il Progettista

Ing. Giuliano Visinoni

……

ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO REGIONALE 23 NOVEMBRE 2017 - N. 7

(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)

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'
(Articolo 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)

Il sottoscritto ING. GIULIANO VISINONI .....
nato a CLUSONE (BG)..... il 11.01.1964 .....
residente a ROVETTA (BG).....in via DON LUIGI PEZZOLI ..... n. 30 .....
iscritto all' Ordine degli INGEGNERI della Provincia di BERGAMO ……n. 1871 .....
incaricata dall' ARCH. ANDREA LOCATELLI in qualità di RESPONSABILE del SETTORE SETTORE VII - PATRIMONIO E LAVORI PUBBLICI di redigere il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* per l'intervento di
"SISTEMAZIONE AREA ESTERNA "NUOVA STRUTTURA SPORTIVA POLIVALENTE DEL CENTRO SPORTIVO COMUNALE DI VIA DON BEPO VAVASSORI""
sito in Provincia di BERGAMO Comune di CLUSONE..... ,
in via DON BEPO VAVASSORI , n. SN .....
Foglio n. 913… Mappali n. 5128, 8873, 7557, 2168, 9816.....

in qualità di tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici, **c**onsapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'articolo 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (articolo 75 D.P.R. 445/2000);

DICHIARA

☒ che il comune di CLUSONE (BG), in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:
- ☐ A: ad alta criticità idraulica
- ☐ B: a media criticità idraulica
- ☒ C: a bassa criticità idraulica

oppure

☐ che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di

applicano i limiti delle aree A ad alta criticità

☒ che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo) AREA A, pari a:

- ☐ 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- ☒ 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- ☐ .....l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore ……

☒ che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:

- ☐ Classe "0"
- ☐ Classe "1" Impermeabilizzazione potenziale bassa
- ☒ Classe "2" Impermeabilizzazione potenziale media
- ☐ Classe "3" Impermeabilizzazione potenziale alta

☐ che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:

- ☐ all'articolo 12, comma 1 del regolamento
- ☐ all'articolo 12, comma 2 del regolamento

☒ di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* con i contenuti di cui:

- ☒ all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)
- ☐ all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)

☒ di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

ASSEVERA

☒ che il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* previsto dal regolamento (articoli 6 e 10 del regolamento) è stato redatto nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal piano di governo del territorio, dal regolamento edilizio e dal regolamento;

☒ che le opere di invarianza idraulica e idrologica progettate garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricettore prevista per l'area in cui ricade il

Comune ove è ubicato l'intervento.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 13 del Dlgs 196 del 30 giugno 2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

Onore (BG), ottobre 2018

Il Progettista
Ing. Giuliano Visinoni

Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica.
La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.