



**WeProject s.r.l.**

Management for urban development

Via Rieti, 4  
25125 Brescia  
tel +39 030 8374509  
mobile +39 3666274380  
i.bresciani@weproject.it  
www.weproject.it

P. IVA 07077100969



**COMUNE DI MOGLIA**  
Provincia di Mantova

COMMITTENTE

**COMUNE DI MOGLIA (MN)**  
Piazza Giacomo Matteotti, 2, 46024, Moglia (MN)

DESCRIZIONE

**PROGETTO ESECUTIVO:**

**Rigenerazione, ristrutturazione e ampliamento  
dell'impianto comunale in via Nuvolari**

DATA

Agosto 2023

SCALA

ALLEGATO

**B**

CONTENUTO ALLEGATO

**RELEZIONE TECNICA DI  
INVARIANZA IDRAULICA**

RISERVATO AGLI UFFICI

IL COMMITTENTE

Comune di Moglia (MN)

I PROGETTISTI

Ing. Ilaria Bresciani

TEAM DI PROGETTAZIONE:

Ing. Matteo Bertoni

Ing. Greta Ferremi

Ing. Francesca Rossi

Dott. Geol. Marino Motta

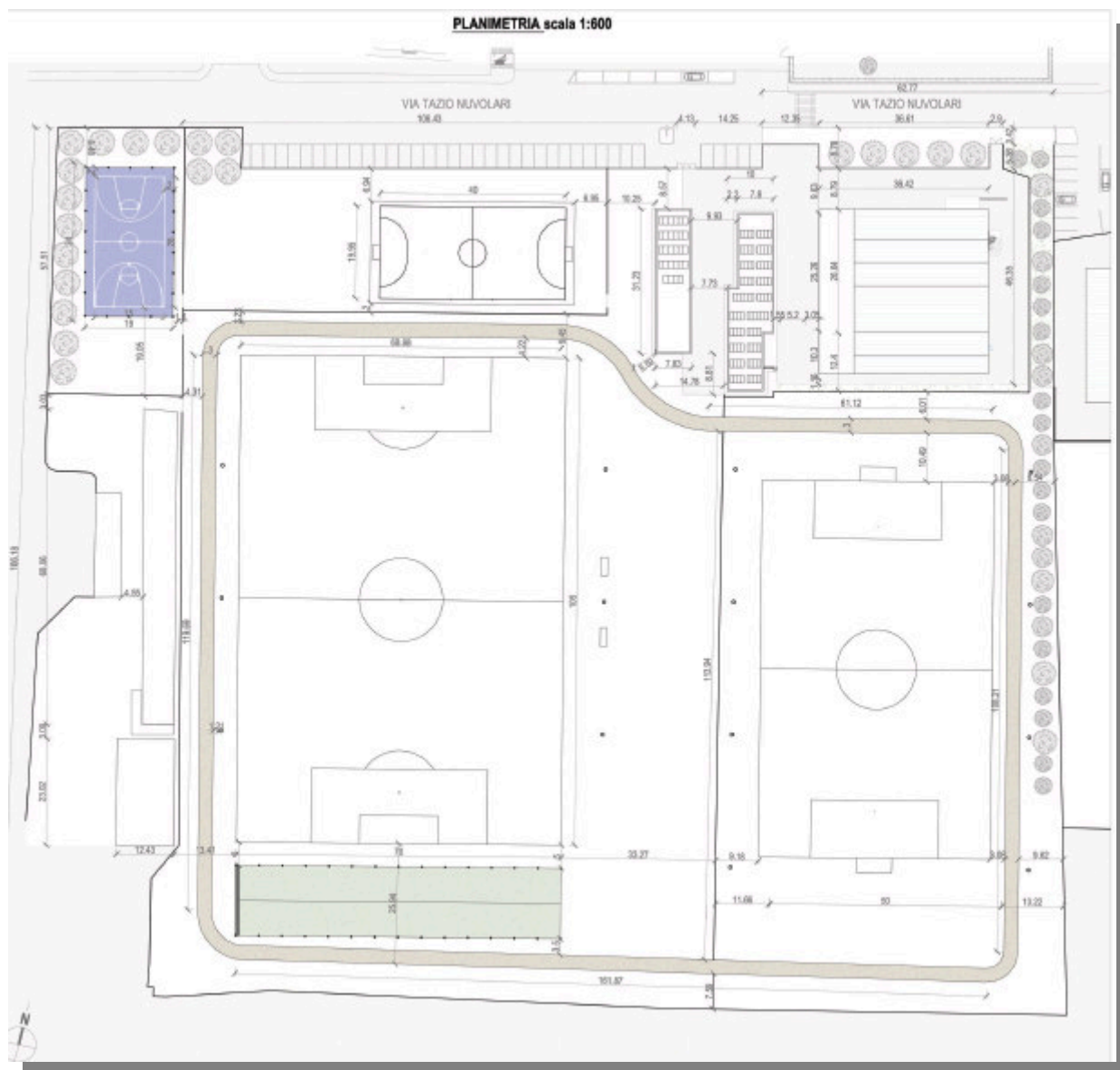
Geom. Gianluigi Comini

A NORMA DI LEGGE QUESTO DOCUMENTO E' DI PROPRIETA' ESCLUSIVA DI **WE PROJECT s.r.l.**  
NESSUNA SUA PARTE POTRA' ESSERE UTILIZZATA, RIPRODOTTA O CEDUTA A TERZI SENZA ESPlicita AUTORIZZAZIONE



Dott. Geol. Marino Motta  
Studio Geologia ed Ambiente  
Via Quinta Q.re G.C.Abbà, 23 - 25127 Brescia

PROVINCIA DI MANTOVA                      COMUNE DI MOGLIA  
RIGENERAZIONE, RISTRUTTURAZIONE ED AMPLIAMENTO  
DELL'IMPIANTO COMUNALE IN VIA NUVOLARI - (COMUNE A MEDIA CRITICITA' IDRAULICA)



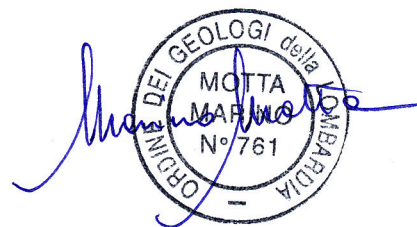
**PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA: RELAZIONE TECNICA**

**(ai sensi dell'art.10, comma 1, lett a) del Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 – n°7  
e successiva D.G.R. N°XI/1526 del 15.04.2019)**

**Il tecnico incaricato:**

Dott. Geol. Marino Motta  
Ordine dei Geologi della Lombardia  
iscrizione n. 761

**Brescia, Agosto 2023**



## SOMMARIO

### **1. PREMESSA**

### **2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E MORFOLOGICO**

### **3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

### **4. CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI DI PROGETTO**

#### **4.1 Introduzione**

#### **4.2 Determinazione della pioggia di progetto**

#### **4.3 Dimensionamento di vasche di laminazione impermeabili**

#### **4.4 Dimensionamento delle trincee drenanti**

#### **4.5 Metodo delle sole piogge (metodo ex regolamento regionale)**

#### **4.6 Soluzione progettuale adottata: vasca di laminazione**

##### *4.6.1 Dimensionamento vasca di laminazione*

##### *4.6.2 Calcolo e verifica del tempo di svuotamento della vasca di laminazione*

#### **4.7 Piano di manutenzione degli interventi di invarianza idraulica**

### **5. CONCLUSIONI**

## **1. PREMESSA**

Nell'ambito del progetto di rigenerazione, ristrutturazione ed ampliamento dell'impianto comunale in via Nuvolari nel Comune di Moglia (MN) è stata elaborata la presente relazione tecnica, ai sensi della dell'art.10, comma 1, lett a) del Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 – n°7 (Regione Lombardia) e successiva D.G.R. N°XI/1516 del 15.04.2019. La relazione è finalizzata alla verifica del rispetto dei principi di invarianza idraulica ed idrologica relativamente al L'area di intervento occupa una porzione di terreno identificata catastalmente nel Comune di Moglia al Foglio 24, particella 661.

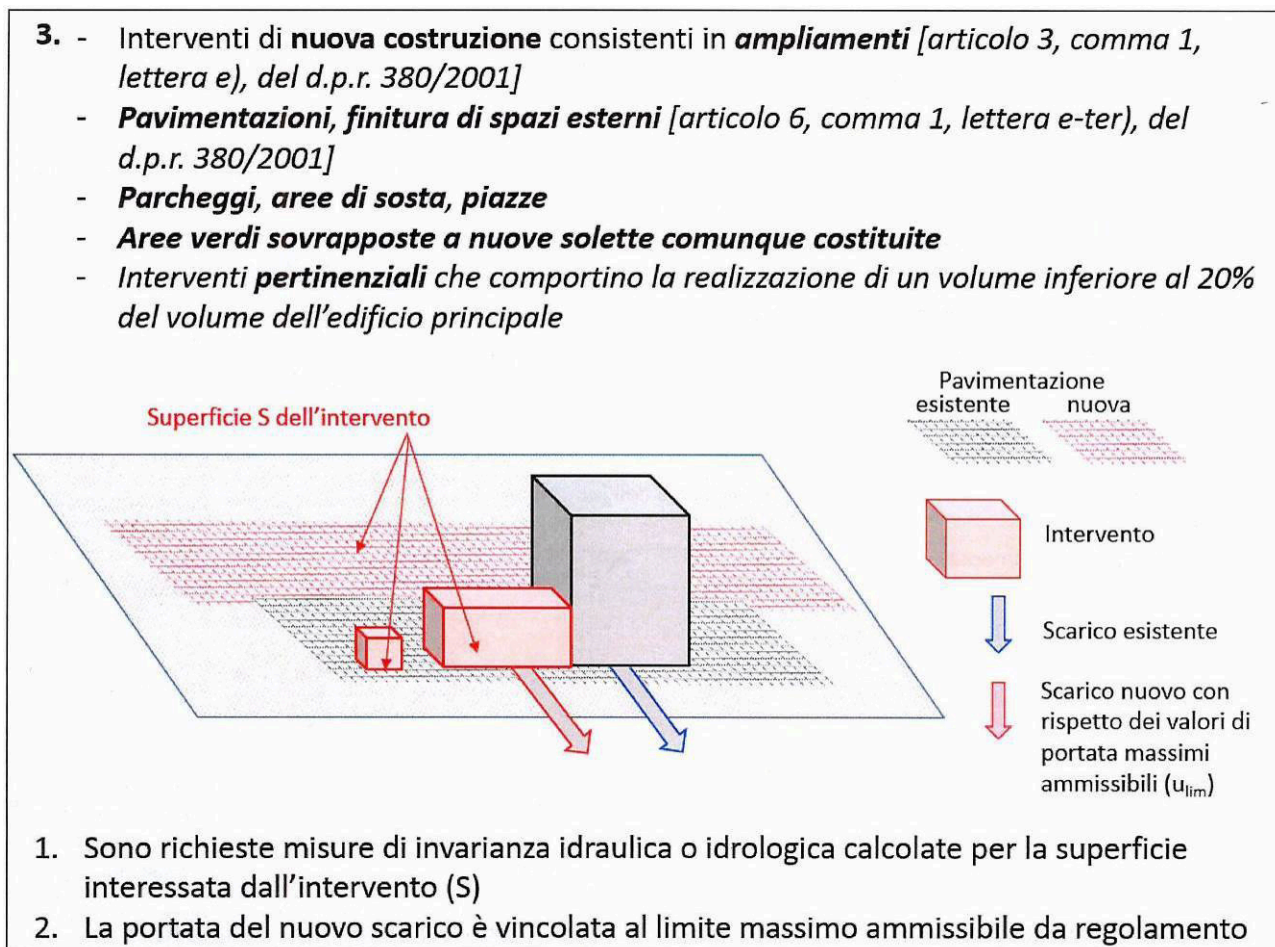
La presente è quindi volta a supportare con dati di carattere idraulico ed idrologico il progetto di invarianza idraulica ed idrologica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento ed invaso delle acque pluviali derivanti dalle nuove coperture di progetto relative all'intervento progettuale suddetto. Nella presente si richiamano i contenuti della relazione tecnica precitata, ed in particolare:

1. descrizione della soluzione progettuale di invarianza idraulica e 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.

Nell'ambito degli interventi edilizi di cui all'articolo 3, comma 1, lettere d), e) ed f), del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia) sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica ai sensi del regolamento regionale suddetto gli interventi di:

a) nuova costruzione, compresi gli ampliamenti (nuova costruzione, come nel caso in esame).

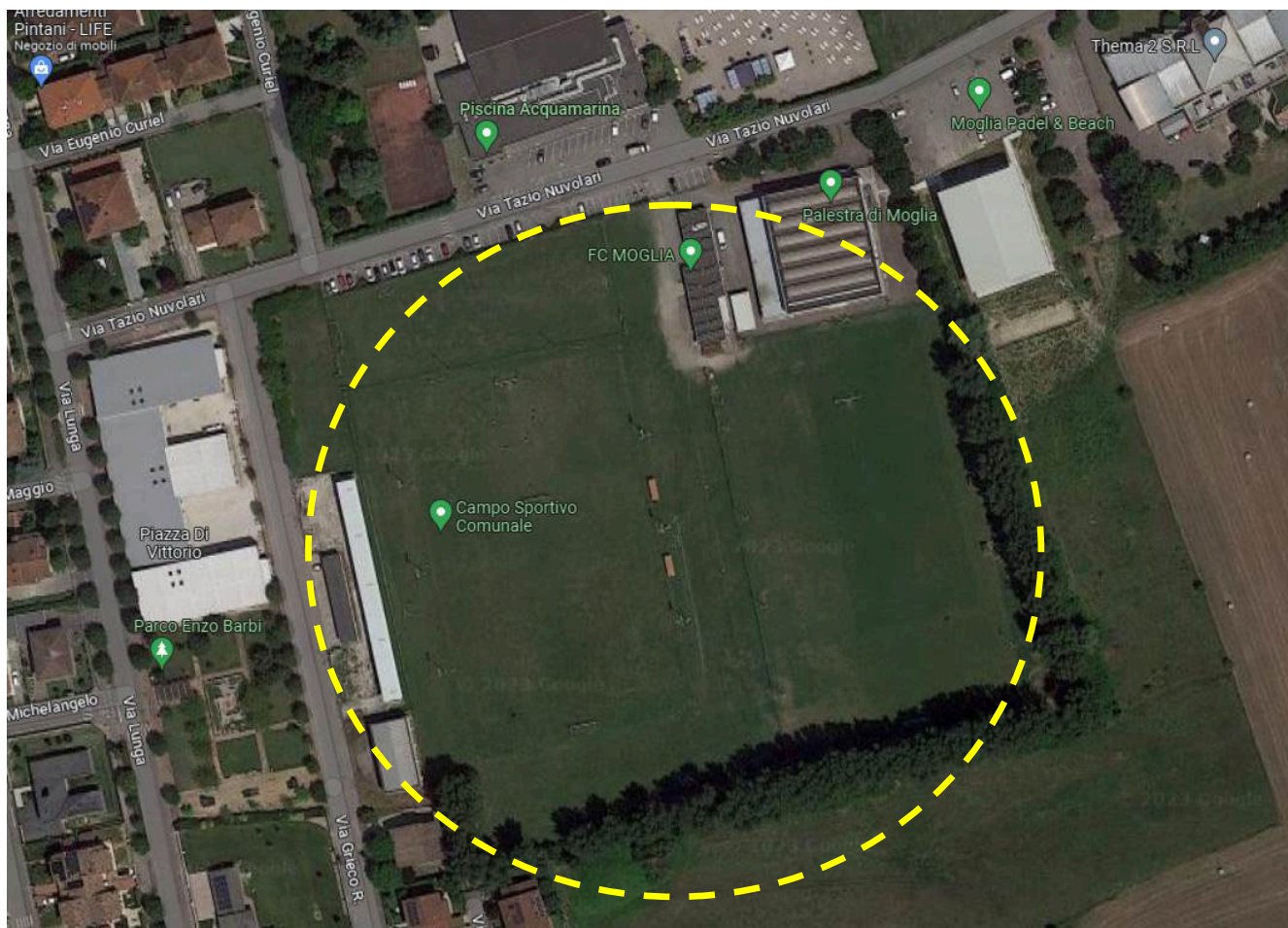
In particolare, l'intervento di trasformazione in oggetto si identifica, con riferimento alla casistica prevista nel testo coordinato del regolamento regionale 23 novembre 2017 n.7 (B.U.R.L. Serie Ordinaria n.51 – 21 dicembre 2019), nello schema esemplificativo n.3 , di cui si riporta un estratto:



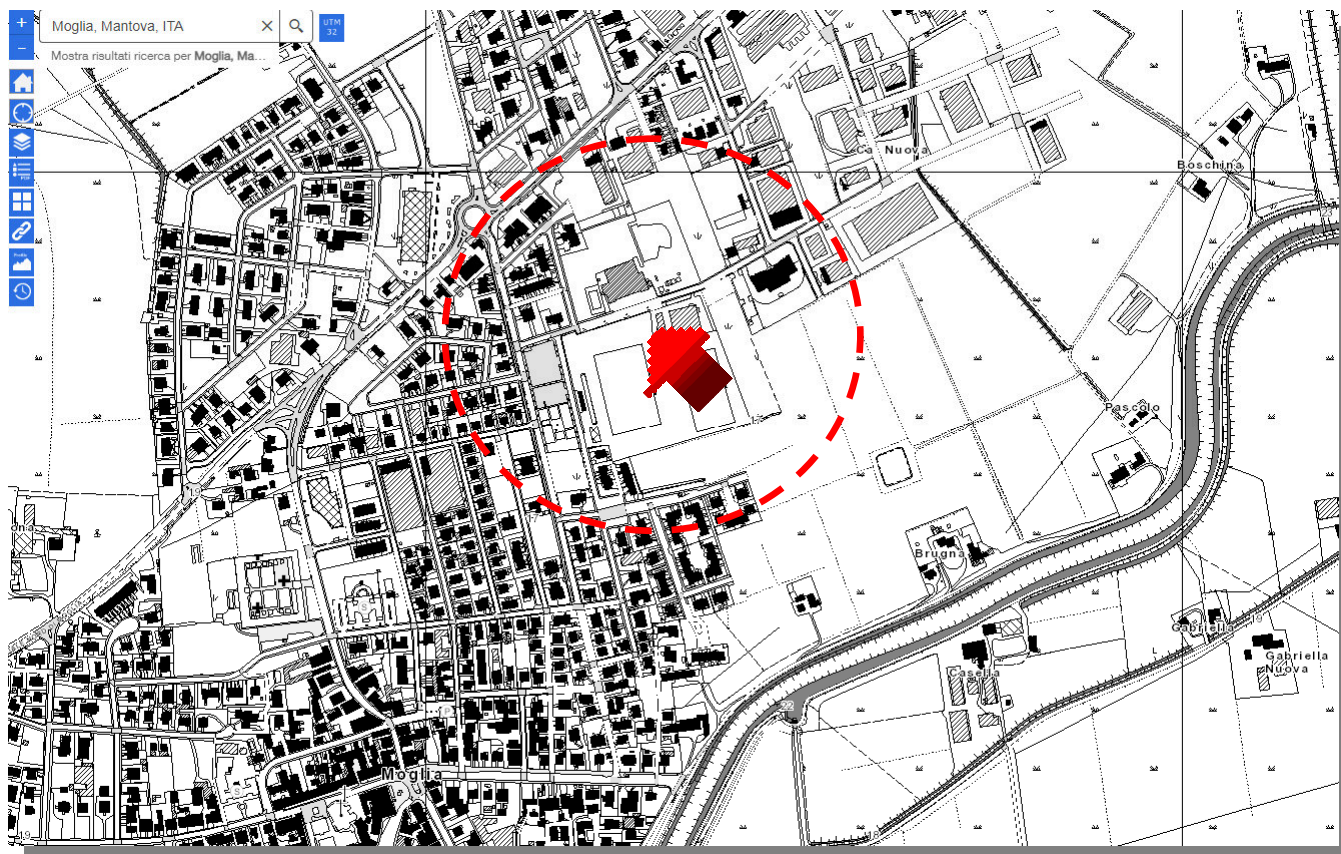
Sono previsti infatti 2 nuove aree di trasformazione e superfici accessorie (pavimentazione piastra polivalente per basket e pallavolo, tetto di un nuovo *club-house*), per i quali sono richieste le misure di invarianza idraulica e idrologica, mentre per il corpo di fabbrica esistente, i piazzali e tutto ciò che è già stato trasformato in passato non richiede tale tipo di misure (scarichi esistenti, pavimentazioni esistenti, corpo di fabbrica esistente).

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E MORFOLOGICO

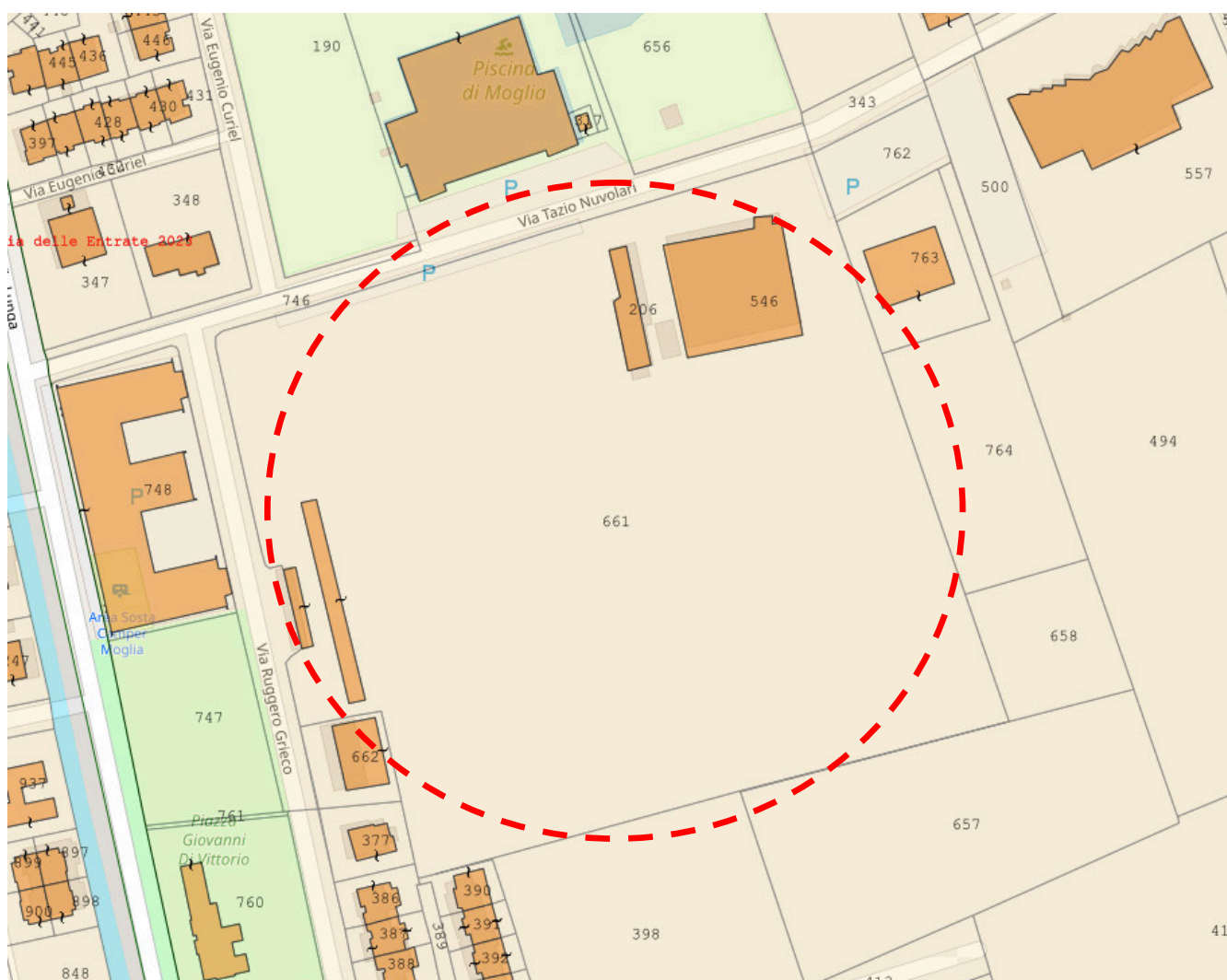
L'area in esame è ubicata nella porzione più o meno centrale del nucleo urbano del Comune di Moglia, in corrispondenza del centro sportivo confinante con Via Tazio Nuvolari. L'area si colloca all'interno del bacino idrografico del Fiume Mincio, nell'ambito del Consorzio di Bonifica Parmigiana Moglia Secchia.



L'area questa viene rappresentata nell'estratto cartografico seguente, derivante dal Database Cartografico Regione Lombardia.



*Inquadramento generale su Database Cartografico Regione Lombardia*



Inquadramento catastale dell'area di intervento: Foglio 24 mappale 661 NCTR Comune di Moglia

### **3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

Il progetto esaminato prevede sostanzialmente la realizzazione di 2 nuove aree di trasformazione e superfici accessorie (pavimentazione piastra polivalente per basket e pallavolo, tetto di un nuovo *club-house*).

L'intero intervento determinerà una modifica delle caratteristiche del suolo, introducendo variazioni per quanto riguarda la permeabilità originaria del fondo stesso. In particolare e con riferimento all'elaborato progettuale saranno previste le seguenti specifiche modifiche della permeabilità superficiale:

- |   |        |
|---|--------|
| 1. pavimentazione piastra polivalente per basket e pallavolo: | 608 mq |
| 2. tetto e camminamenti di un nuovo <i>club-house</i> :       | 270 mq |

<b>TOTALE SUPERFICI DI PREVISTA TRASFORMAZIONE:</b>	<b>878 q</b>
---	--------------

Di seguito si allega un estratto planimetrico progettuale: in esso sono raffigurate le superfici di intervento, distinte per destinazione d'uso. Si premette sin d'ora che, che nella presente sono state considerate le modifiche introdotte dalla D.G.R. N°XI/1516 del 15.04.2019 (DISPOSIZIONI SULL'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA. MODIFICHE AL R.R. 23 NOVEMBRE 2017 N.7) , in particolare per quanto riguarda l'art.1 comma n) punto 4) , laddove per le aree a media criticità idraulica, nell'ambito dei requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica, è stato modificato il punto b) con l'introduzione di un valore pari a 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento *in loco* del valore di 600 mc per ettaro di superficie.

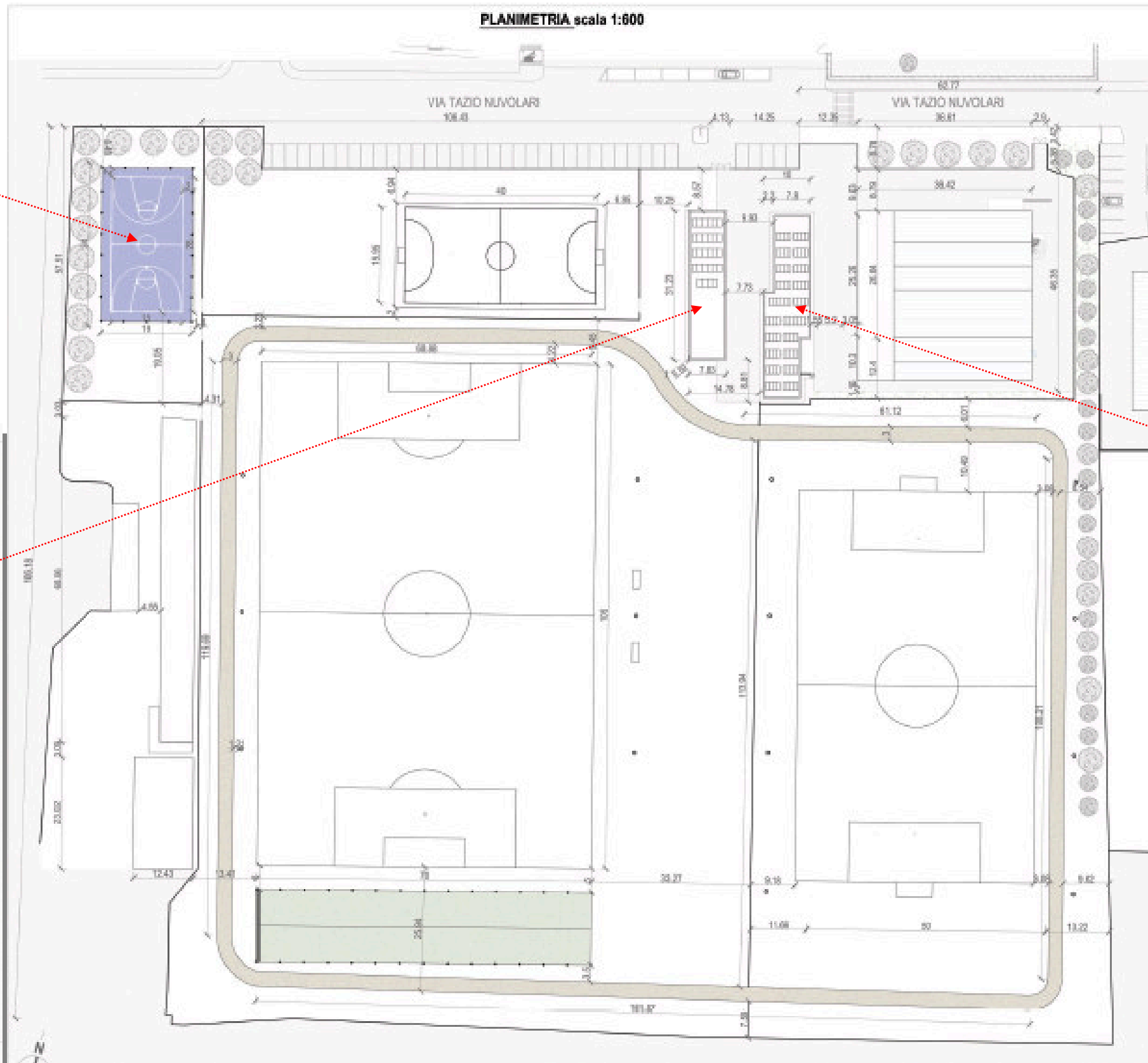
Si specifica che la soluzione progettuale adottata nel presente progetto per lo smaltimento delle acque meteoriche in osservanza ai principi di invarianza idraulica ed idrologica consiste nell'invaso e nel successivo scarico in corpo idrico superficiale, in quanto la soluzione dello smaltimento per infiltrazione con pozzi perdenti non è localmente percorribile: il sottosuolo locale infatti è totalmente argilloso, praticamente impermeabile, con soggiacenza locale della falda a non più di circa 2 mt dal p.c., condizioni quindi proibitive per lo smaltimento per infiltrazione.

**PLANIMETRIA** scala 1:600

## Nuova piastra polivalente



*Nuovo club-house*



*spogliatoi esistenti*

Estratto dalla planimetria di progetto (a cura di Weproject s.r.l.)

Dal punto di vista complessivo, la superficie totale delle nuove coperture assomma quindi a 878 mq. Nel calcolo della predetta superficie si è tenuto conto di quanto dettato all'art.3 punto 6 del regolamento regionale precitato:

*"...6. Gli interventi soggetti all'applicazione del presente regolamento devono essere considerati nella loro unitarietà e non possono essere frazionati. Diversamente, più interventi indipendenti, ma tra loro contigui, possono prevedere la realizzazione di un'unica opera di invarianza idraulica o idrologica; a tal fine, la classe di intervento di cui all'articolo 9 considera come superficie interessata dall'intervento la superficie complessiva data dalla somma delle superfici dei singoli interventi....".*

Le superfici indicate sono state considerate nella loro totalità, prevedendo quindi il calcolo dell'invaso *totale*, poi frazionato in 2 vasche di laminazione proporzionalmente al contributo di ognuna delle 2 superfici di trasformazione considerate.

Relativamente a quanto previsto dall'art.12 commi 2 e 3 del Regolamento Regionale (requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica ed idrologica), trattandosi di una impermeabilizzazione potenziale "MEDIA" in area ricadente in area ad MEDIA criticità idraulica ed avendo verificato che i calcoli derivanti dall'applicazione dell'art. 11 comma 2 lettera e) definiscono dei volumi da smaltire minori dei suddetti requisiti minimi, si applica quanto previsto dall'art.12 comma 2 lett. a) del suddetto regolamento, ed in particolare:

- *"Per le aree B a MEDIA criticità idraulica di cui all'art.7: 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento". (MODIFICA INTRODotta DALLA D.G.R. N°XI/1516 del 15.04.2019 all'art.1 comma 8) lett. n punto 4)).*

Ai fini del calcolo della superficie scolante di progetto, le singole superfici sopra indicate (superfici di progetto ad uguale grado di impermeabilizzazione) sono state rapportate ai rispettivi coefficienti di deflusso, ed in particolare:

- coefficiente di deflusso pari a 1 per tutte le aree con coperture impermeabili quali la pavimentazione piastra polivalente per basket e pallavolo, tetto di un nuovo *club-house*;

Dal suddetto calcolo è stato ottenuto un valore della superficie scolante di progetto (media pesata delle superfici rapportata ai corrispettivi coefficienti di deflusso) pari a 878 mq.

Il coefficiente di deflusso medio ponderale è comunque pari a 1.0: il calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo nell'opera di laminazione infatti, è stato effettuato in via semplificata adottando il valore standard del coefficiente di deflusso come da allegato F de testo coordinato suddetto, pari a 1 *"..per tutte le sottoaree interessate da tetti, coperture e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi.."* (art. 11 punto 6 lett. d del testo coordinato).

Ai fini del calcolo dei requisiti minimi di cui all'art.12 commi 2 e 3 del regolamento suddetto è stato ottenuto il seguente volume di invaso da smaltire:

$$500 \text{ mc per ettaro di sup. scolante} * \text{Area specifica } 878 \text{ mq} / 10.000 = \mathbf{43,9 \text{ mc}}$$

(volume minimo da smaltire secondo regolamento – calcolo parametrico).

In base all'allegato C del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7, il Comune di Moglia ricade nella classe di criticità idraulica B. Al fine di verificare se applicare il valore parametrico sopra indicato o il valore volumetrico derivante dal calcolo secondo le modalità prescritte dalla norma (nel nostro caso secondo il metodo della metodo delle sole piogge) è stato redatto il calcolo, secondo la procedura descritta, di seguito riportato.

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

#### **4. CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI DI PROGETTO**

##### **4.1 Introduzione**

Il concetto di invarianza idraulica presuppone la realizzazione, nelle aree che subiranno una perdita di permeabilità in seguito alle trasformazioni in progetto, di interventi il cui scopo è quello di mantenere invariata la portata superficiale defluente verso l'esterno. Questo risultato si può ottenere agevolando l'infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso, rispetto alle condizioni pre-trasformazione, o laminando le portate. In quest'ultimo caso si opera praticamente realizzando vasche di accumulo temporaneo, la cui funzione è quella di trattenere l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici, per rilasciarla quindi gradualmente con una portata prestabilita, non superiore a quella caratteristica dell'area prima della trasformazione.

Le tipologie d'intervento per ottenere l'invarianza idraulica sono principalmente quattro:

1. vasche di laminazione impermeabili;
2. aree verdi ribassate;
3. trincee drenanti;
4. pozzi filtranti.

In alcuni casi, in presenza di volumi idrici da smaltire non eccessivi, si può operare in alternativa con un sovradimensionamento della rete fognaria.

Nel caso presente, vista la disponibilità di spazio e le indagini geologiche e stratigrafiche condotte in passato per opere contigue, è stata ipotizzata una ipotesi progettuale per lo smaltimento degli apporti idrici meteorici di tipo unico, consistente in una soluzione di tipo vasca di laminazione con successiva immissione in ricettore (corpo idrico superficiale). Non è possibile la realizzazione di altri sistemi di smaltimento (es. trincea drenante o pozzi perdenti) in quanto il substrato locale è essenzialmente costituito da un substrato argilloso piuttosto potente in termini di spessore, con soggiacenza locale della falda a non più di circa 2 mt dal p.c., condizioni quindi proibitive per lo smaltimento per infiltrazione.

#### 4.2 Determinazione della pioggia di progetto

Le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni (h) in funzione della loro durata (t) prendono il nome di curve segnalatrici di possibilità climatica o pluviometrica (CPP). L'equazione che collega queste due variabili può avere le seguenti forme:

a)  $h \text{ (mm)} = a t^n$  (curva a 2 variabili)

b)  $h \text{ (mm)} = a t / (t+b)^c$  (curva a 3 variabili)

dove

$a(\text{mm/h})$  = altezza di precipitazione per  $t=1$  ora;

$b(h)$  = fattore temporale;

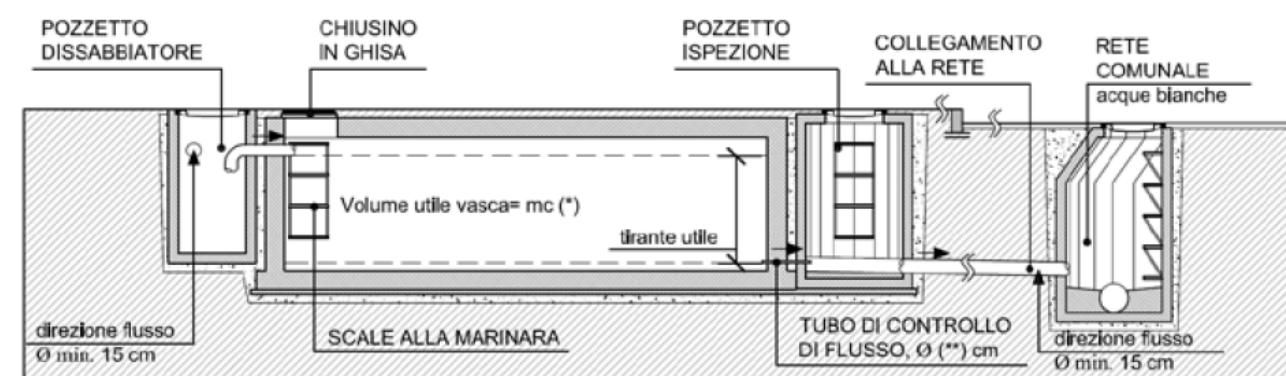
$n, c$  = fattori di scala in funzione della durata dell'evento meteorico.

Con  $c=1-n$  e  $b=0$  la b) si converte nella a).

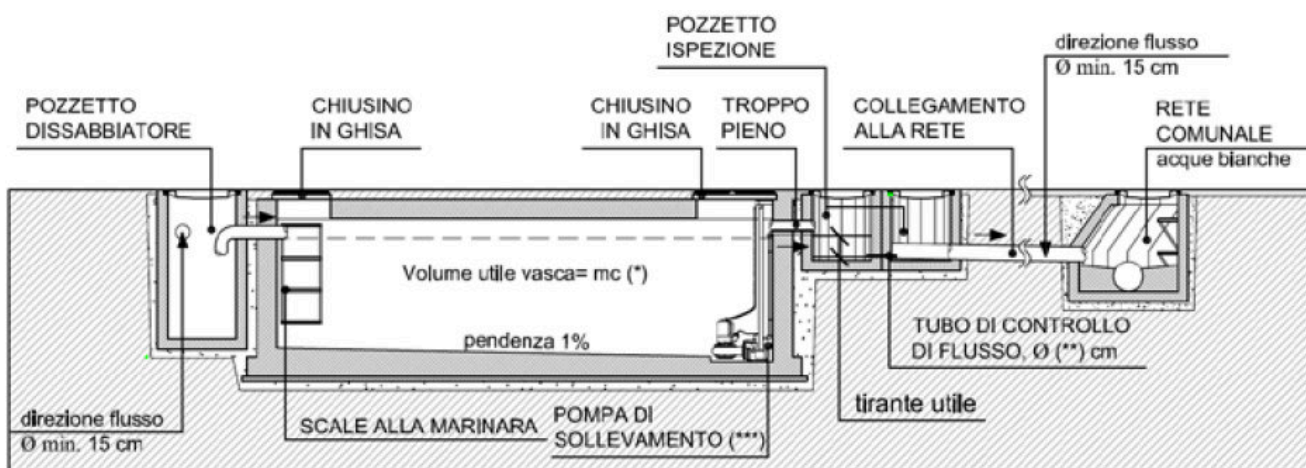
Per il dimensionamento delle vasche di laminazione e delle aree verdi ribassate, dove il volume d'infiltrazione non superi il 50% del volume idrico totale, solitamente si fa riferimento a un tempo di ritorno delle piogge di 50 anni. Per il dimensionamento di pozzi filtranti, trincee drenanti e aree verdi ribassate, in questo caso quando i volumi infiltrati superano il 50% del totale, si utilizzano tempi di ritorno più elevati, solitamente 100 anni nelle aree collinari e 200 anni in pianura.

#### 4.3 Dimensionamento di vasche di laminazione impermeabili

Si tratta di vasche, generalmente in calcestruzzo, dotate di un tubo di scarico sul fondo. L'acqua superficiale, durante l'evento meteorico, viene convogliata nella vasca e rilasciata gradualmente attraverso il condotto di scarico in un corpo idrico superficiale. Il dimensionamento della vasca viene eseguito nella pratica attraverso la stima del suo volume minimo, tenendo in considerazione oltre alla portata in entrata anche quella in uscita dal tubo di scarico.

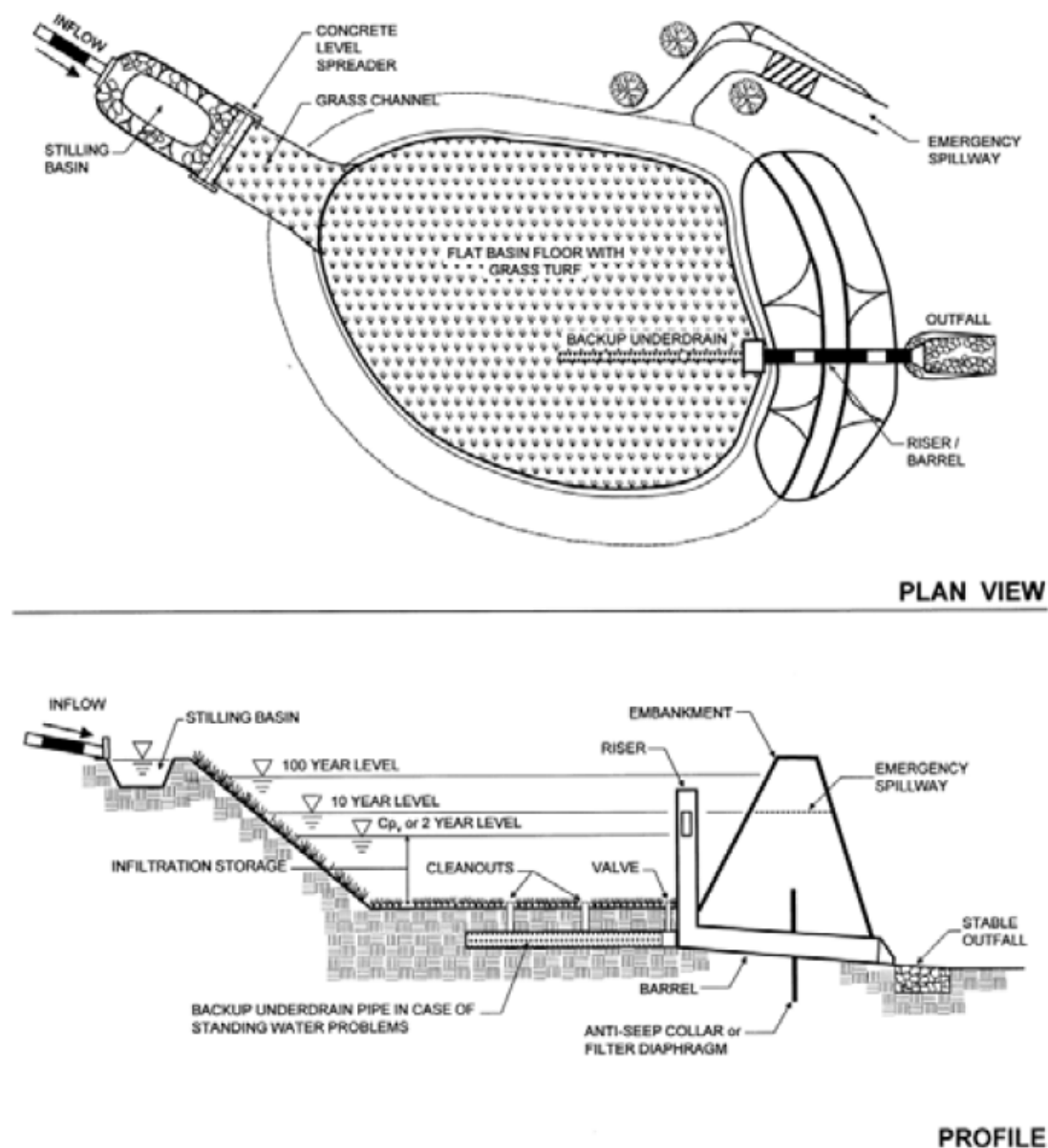


*Esempio costruttivo di vasca di laminazione impermeabile con scarico sul fondo*



*Esempio costruttivo di vasca di laminazione impermeabile con scarico con pompa*

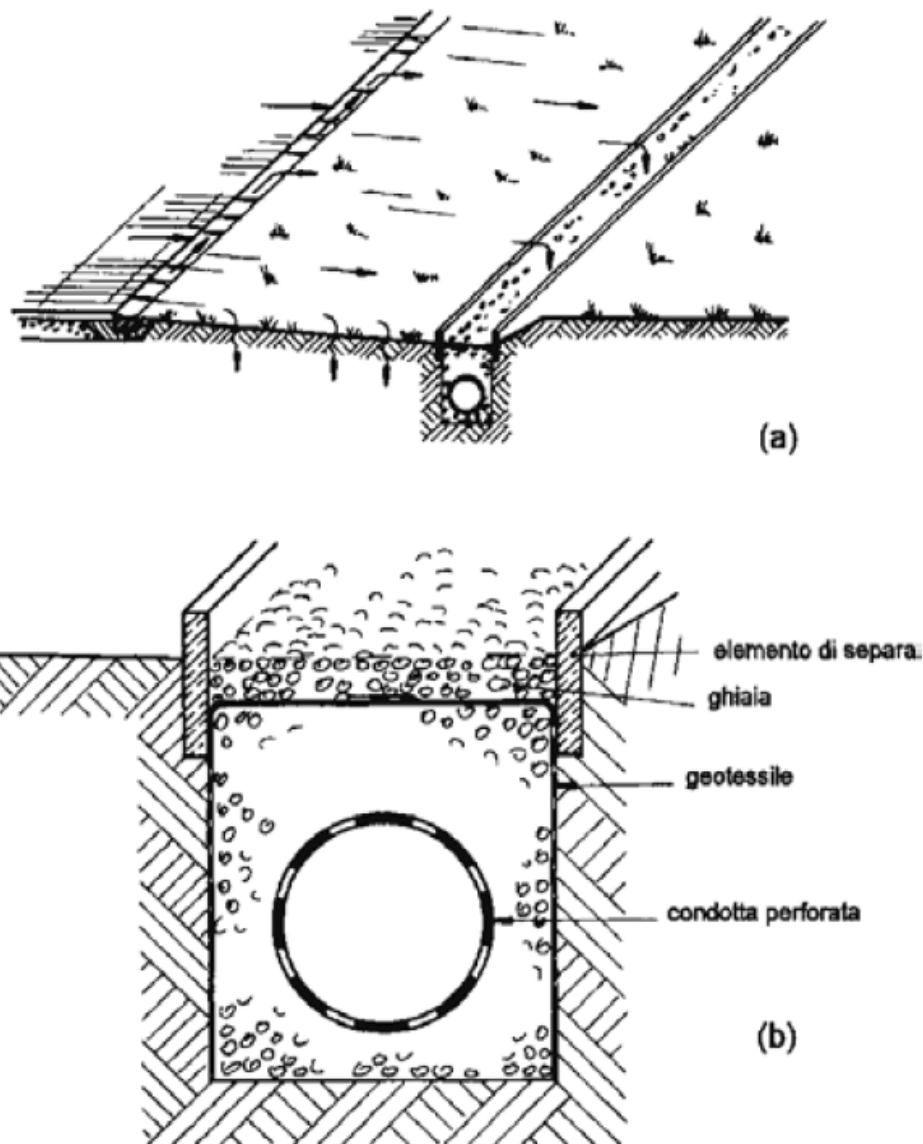
*(soluzione adottata nel presente caso)*



Esempio costruttivo di bacino di accumulo e rilascio con scarico a sifono o con pompa (il bacino può essere infiltrante o impermeabilizzato; in questo caso la portata in uscita deve rispettare i limiti imposti dal regolamento per la zona considerata).

#### 4.4 Dimensionamento delle trincee drenanti

Si tratta di scavi a sezione più o meno ristretta in cui il fondo non è impermeabilizzato. L'acqua superficiale, durante l'evento meteorico, viene convogliata nella trincea dove s'infiltra nel terreno. Il dimensionamento della trincea drenante viene eseguito nella pratica attraverso la stima del suo volume minimo, tenendo in considerazione oltre alla portata in entrata anche quella in uscita per infiltrazione.



Esempio costruttivo di trincea drenante: la condotta perforata può essere o no presente

#### 4.5 Metodo delle sole piogge (metodo ex regolamento regionale)

Nell'applicare questo metodo si considerano trascurabili gli effetti del processo di trasformazione afflussi-deflussi. Si parte quindi dal presupposto che contemporaneamente all'inizio dell'evento meteorico si abbia la massima portata di afflusso. Nell'applicazione del metodo delle sole piogge per il dimensionamento delle vasche di laminazione si fanno solitamente due ipotesi:

1. che la precipitazione meteorica netta abbia intensità costante (ietogramma rettangolare);
2. che lo svuotamento della vasca di laminazione avvenga a portata costante ( $Q_u = \text{cost}$ ).

Partendo da queste due ipotesi semplificatrici, all'istante  $t$  il volume accumulato nella vasca di laminazione, dato dalla differenza fra il volume idrico entrante e quello uscente, può essere descritto dalla seguente

relazione:

$$(1) W (mc) = c_a A h - Q_u t$$

in cui:

$c_a$	= coefficiente di afflusso;
$A$	= superficie dell'area trasformata;
$a$	= parametro $a$ della curva di possibilità pluviometrica;
$n$	= parametro $n$ della curva di possibilità pluviometrica.
$h$	= altezza pluviometrica ricavata dalla CPP

La durata di pioggia che genera un volume massimo d'invaso ( $t_r$ =durata critica) è quella per la quale la portata di afflusso  $Q$  uguaglia quella in uscita  $Q_u$ . Inserendo quindi il valore di  $t_r$  ricavato nella (5) si calcola il volume d'invaso massimo.

Con riferimento quindi al sito specifico in esame (Botticino e Rezzato, aree B, ovvero a MEDIA criticità idraulica) e ai dati relativi desunti da ARPA Lombardia, si è proceduto alla determinazione dei parametri della curva segnalatrice 1-24 ore, utilizzando i corrispondenti parametri 1-24 ore sito-specifici:

Coordinate baricentriche campo sportivo Moglia, loc. via Nuvolari:      10.917334      44.937335



### Parametri 1-24 ore

Parametro	Valore
A1 – Coefficiente pluviometrico orario	26.59
N – Coefficiente di scala	0.2492
GEV – Parametro alpha	0.2786
GEV – Parametro kappa	-0.0602
GEV – Parametro epsilon	0.8213

## Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: **MOGLIA (Mn)**

Coordinate: .....

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni) **50**

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 26.59

N - Coefficiente di scala 0.2492

GEV - parametro alpha 0.2786

GEV - parametro kappa -0.0602

GEV - parametro epsilon 0.8213

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

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:

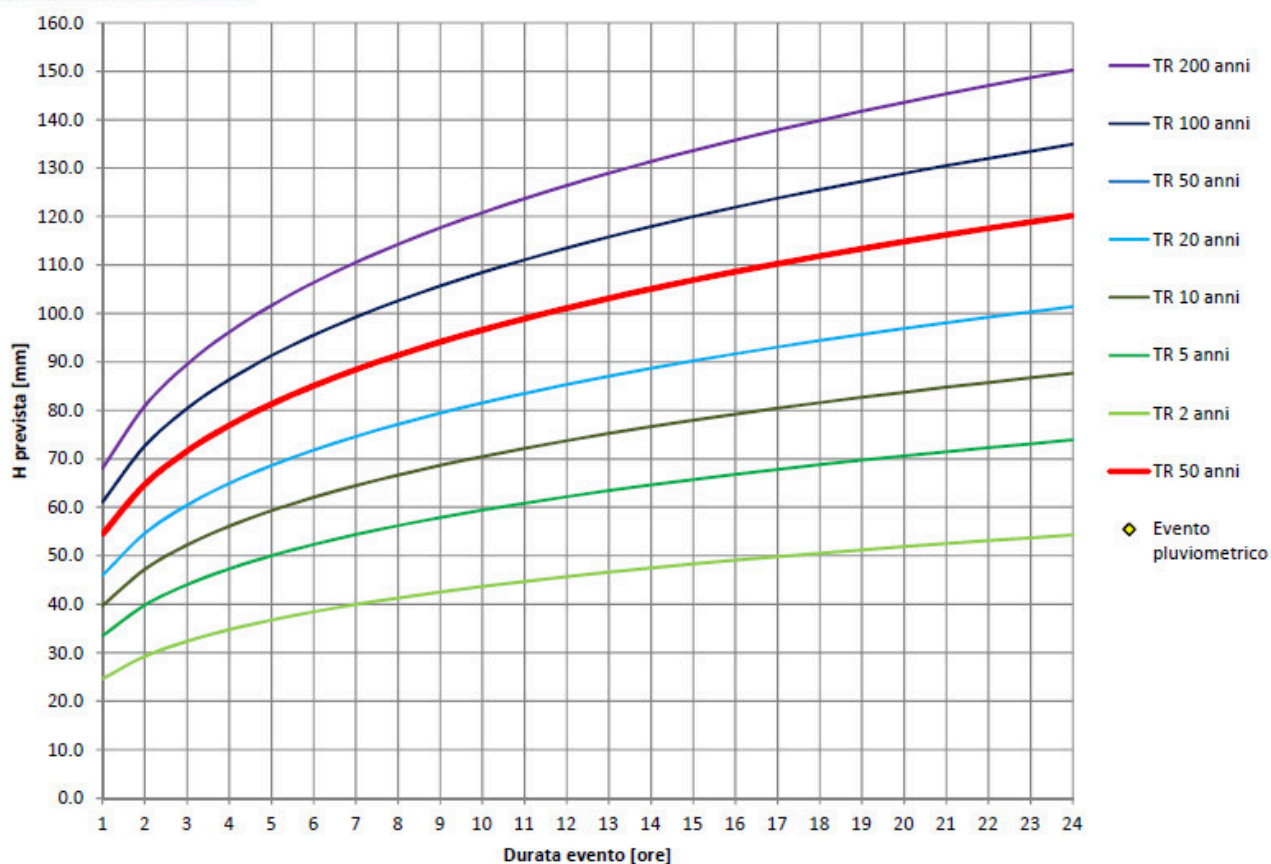
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lspg.pdf>

[http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA\\_report.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	0.92455	1.25863	1.49270	1.72739	2.04667	2.29794	2.55902	<b>2.04666851</b>
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	24.6	33.5	39.7	45.9	54.4	61.1	68.0	<b>54.4209156</b>
2	29.2	39.8	47.2	54.6	64.7	72.6	80.9	<b>64.6818628</b>
3	32.3	44.0	52.2	60.4	71.6	80.3	89.5	<b>71.5590326</b>
4	34.7	47.3	56.1	64.9	76.9	86.3	96.1	<b>76.8774897</b>
5	36.7	50.0	59.3	68.6	81.3	91.3	101.6	<b>81.2735386</b>
6	38.4	52.3	62.0	71.8	85.1	95.5	106.3	<b>85.0513352</b>
7	39.9	54.4	64.5	74.6	88.4	99.2	110.5	<b>88.3820917</b>
8	41.3	56.2	66.6	77.1	91.4	102.6	114.2	<b>91.372576</b>
9	42.5	57.9	68.6	79.4	94.1	105.6	117.6	<b>94.0942484</b>
10	43.6	59.4	70.5	81.5	96.6	108.5	120.8	<b>96.5974905</b>
11	44.7	60.8	72.1	83.5	98.9	111.1	123.7	<b>98.9192697</b>
12	45.7	62.2	73.7	85.3	101.1	113.5	126.4	<b>101.087583</b>
13	46.6	63.4	75.2	87.0	103.1	115.8	128.9	<b>103.124185</b>
14	47.5	64.6	76.6	88.7	105.0	117.9	131.3	<b>105.046346</b>
15	48.3	65.7	77.9	90.2	106.9	120.0	133.6	<b>106.868026</b>
16	49.1	66.8	79.2	91.7	108.6	121.9	135.8	<b>108.60068</b>
17	49.8	67.8	80.4	93.1	110.3	123.8	137.9	<b>110.253838</b>
18	50.5	68.8	81.6	94.4	111.8	125.6	139.8	<b>111.835518</b>
19	51.2	69.7	82.7	95.7	113.4	127.3	141.7	<b>113.352536</b>
20	51.9	70.6	83.7	96.9	114.8	128.9	143.6	<b>114.810741</b>
21	52.5	71.5	84.8	98.1	116.2	130.5	145.3	<b>116.215189</b>
22	53.1	72.3	85.7	99.2	117.6	132.0	147.0	<b>117.570286</b>
23	53.7	73.1	86.7	100.3	118.9	133.5	148.6	<b>118.879897</b>
24	54.3	73.9	87.6	101.4	120.1	134.9	150.2	<b>120.14743</b>

## Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



*Grafico delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica e di quella con tempo di ritorno di 50 anni (in rosso)*

Le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni (h) in funzione della loro durata (t) prendono il nome di *curve segnalatrici di possibilità climatica o pluviometrica (LSPP)*. L'equazione che collega queste due variabili ha la seguente forma:

$$h \text{ (mm)} = a t^n = a_1 w_T t^n$$

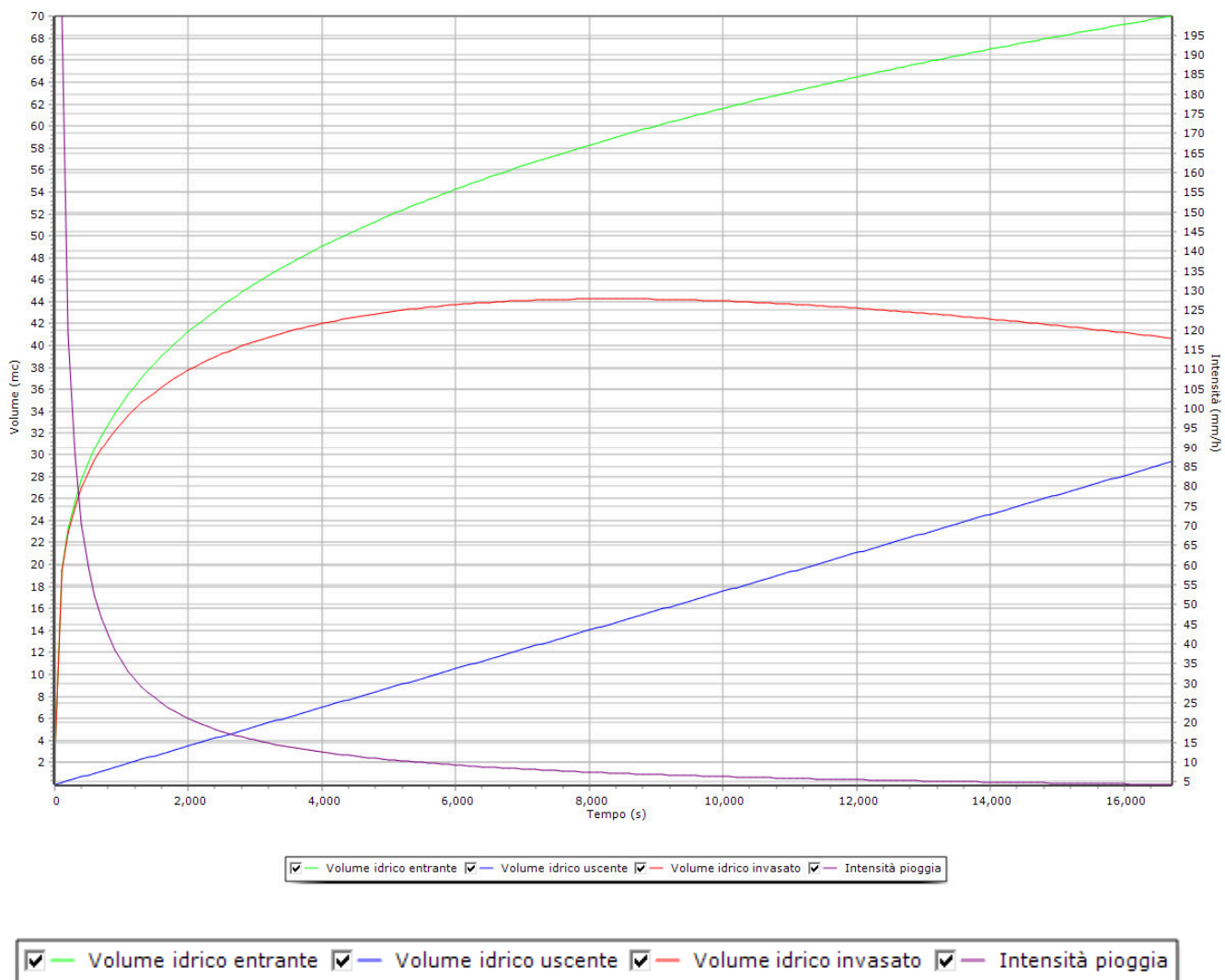
dove  $a_1$  = altezza di precipitazione con  $t=1$  ora e tempo di ritorno  $T=1$  anno;  
 $w_T$  = fattore di frequenza in funzione del tempo di ritorno  $T$  scelto;  
 $n$  = fattore di scala in funzione della durata dell'evento meteorico.

Nel caso in esame il coefficiente pluviometrico orario ( $A_1$ ) è pari a 26,59, che moltiplicato per il fattore di frequenza in funzione del tempo di ritorno di 50 anni pari a 2,04667 permette di ottenere una altezza di precipitazione con tempo di ritorno di 50 anni pari a 54,4209 mm.

Si ricorda inoltre che il calcolo della portata in uscita dal tubo di scarico funzione delle limitazioni previste dalla normativa per il Comune di Moglia è pari a 0,001756 mc/sec:

$$878 \text{ m}^2 \times 20 \text{ lt/sec} \times \text{ha} : 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} = 1,756 \text{ lt/sec} = 0,001756 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Dal calcolo del volume massimo di invaso con il metodo delle sole piogge (vedi art. 11 ed All.G del Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 – n°7 (Regione Lombardia) e successiva D.G.R. N°XI/1516 del 15.04.2019 si ricava un valore pari a 44,26 m<sup>3</sup>. Si riporta di seguito il grafico tempo/volume:



La durata della pioggia critica è pari a 8400 sec , pari a 2,33 h.

## Dimensionamento vasca di laminazione impermeabile: metodo delle solo piogge

N.	A(mq)	ca1	ca2	Qu(mc/s)	u(mc/ha*s)	tr(s)	Vtot(mc)	Vsp(mc/ha)
1	878.0	0.0	1.0	0.001756	0.02	8400.034	44.253	504.024
Tot.	878.0						44.25	

Descrizione dato	Valore
Parametro a della curva pluviometrica (mm/h):	54.42
Parametro n o c della curva pluviometrica:	0.249
Parametro b della curva pluviometrica (h):	0.0
Fattore correttivo di n o c:	1.0
Numero aree trasformate:	1
Tipo ietogramma:	Costante

**LEGENDA:**  
A=estensione dell'area trasformata;  
ca1=coefficiente di afflusso prima della trasformazione;  
ca2=coefficiente di afflusso dopo la trasformazione;  
Qu=portata in uscita dal tubo di scarico;  
Q1=portata di afflusso prima della trasformazione;  
Q2=portata di afflusso dopo la trasformazione;  
u=coefficiente idrometrico;  
tr=durata di pioggia critica;  
Vtot = volume da invasare;  
Vsp=volume specifico.

Come sopra evidenziato, il risultato relativo al volume massimo di invaso previsto per la zona in esame risulta maggiore del valore parametrico minimo previsto dall'art.12 commi 2 e 3 del Regolamento Regionale (requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica ed idrologica), cosicché è obbligatorio far riferimento al volume *CALCOLATO* da smaltire secondo regolamento, in questo caso pari a 44,25 mc.

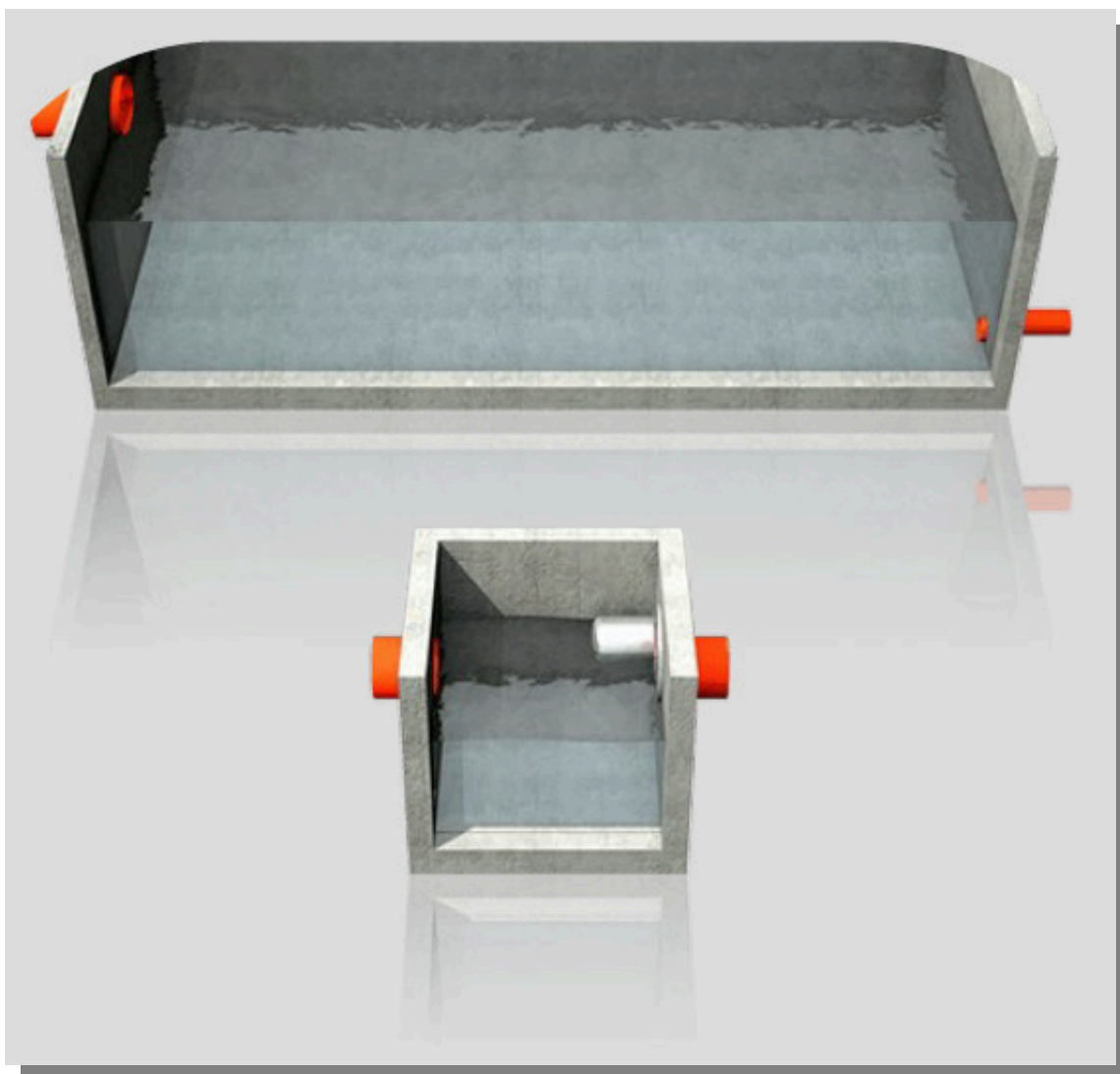
#### 4.6 Soluzione progettuale adottata: vasca di laminazione

Per quanto riguarda la soluzione progettuale prevista nel caso in esame, si è scelto di ricorrere ad una soluzione unica, disponendo di spazi opportuni al limitare delle opere di progetto, che prevede uno smaltimento per accumulo in vasca impermeabile con successiva immissione in ricettore costituito da corpo idrico superficiale (segmento idrico posto in confine est dell'area).

La scelta progettuale è dettata dal fatto che le caratteristiche litostratigrafiche locali descrivono un substrato inadatto all'infiltrazione con pozzi perdenti o trincee drenanti, in quanto risulta presente un potente strato di argilla sin dal piano campagna locale, che prosegue per almeno 20 mt di profondità ed una soggiacenza minima della falda locale pari a 2,0 mt dal p.c..

##### *4.6.2 Dimensionamento vasca di laminazione*

Si tratta di vasche, generalmente in calcestruzzo, dotate di un tubo di scarico sul fondo. L'acqua superficiale, durante l'evento meteorico, viene convogliata nella vasca e rilasciata gradualmente attraverso il condotto di scarico in un corpo idrico superficiale o in un sistema fognario.



Da sottolineare che una vasca di laminazione impermeabile può prevedere uno scarico sul fondo, ma anche uno scarico con pompa, nel rispetto delle portate massime previste per il luogo in esame.

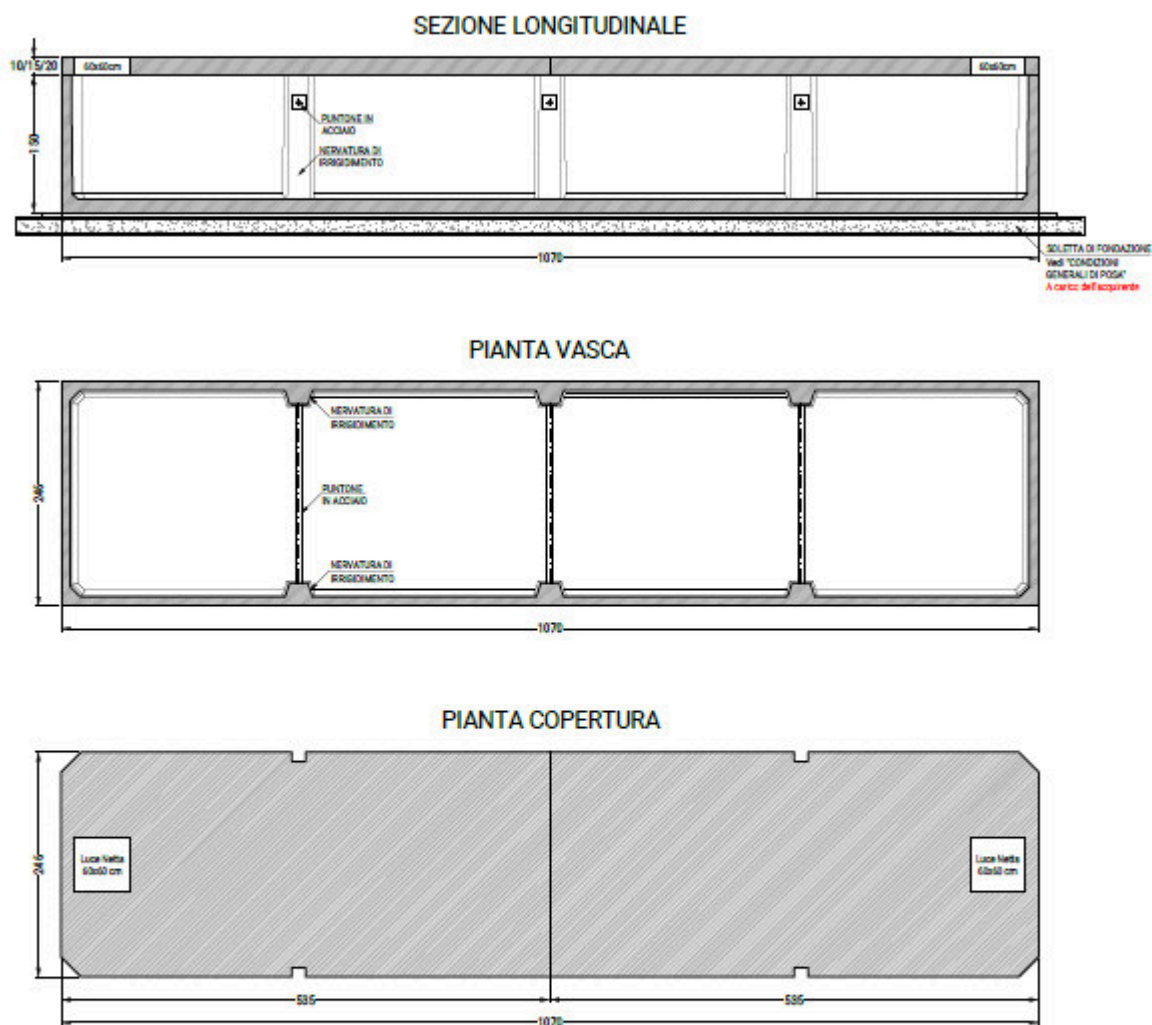
Il dimensionamento della vasca viene eseguito nella pratica attraverso la stima del suo volume minimo, tenendo in considerazione oltre alla portata in entrata anche quella in uscita dal tubo di scarico.

Nel caso in esame il dimensionamento della vasca è stato calcolato nel modo seguente:

1. Considerando che Il valore della portata uscente con uno scarico di fondo deve essere pari a  $0,001756 \text{ m}^3/\text{sec}$  (ovvero  $1,756 \text{ lt/sec}$ , portata massima consentita allo scarico in ricettore per il Comune di Moglia, per la superficie di progetto considerata, considerando un limite di  $20 \text{ lt/sec}$  per Ha di superficie scolante), per un volume di invaso pari a  $44,26 \text{ mc}$  (volume calcolato) si può optare per una vasca di laminazione con dimensioni e forma in pianta in funzione degli spazi progettuali e le esigenze del Committente e del Progettista: l'importante sarà garantire il volume minimo di invaso ( $44,26 \text{ mc}$ ) ed uno scarico in ricettore (corpo idrico superficiale) con pompa con portata pari a quella massima suddetta.
2. Nel caso in esame, è stato scelto di progettare 2 vasche di laminazione, ognuna per la specifica area di trasformazione che, complessivamente accumuleranno  $44,26 \text{ mc}$  e singolarmente, proporzionalmente alla superficie cui ogni vasca è dedicata, i seguenti volumi:
  - Piastra polivalente da  $608 \text{ mq}$ : vasca di accumulo di  $30,65 \text{ mc}$
  - Fabbricato (*club-house*) da  $270 \text{ mq}$ : vasca di accumulo di  $13,61 \text{ mc}$
3. le dimensioni delle vasche previste con pompa sono rappresentate schematicamente di seguito: le vasche saranno corredate di tutti gli elementi necessari previsti anche dalla normativa, come il pozzetto dissabbiatore, il pozzetto di ispezione, scala di accesso per manutenzione, ringhiera di protezione perimetrale, ecc..

Esempio di vasca da 31,5 mc: la differenza di 850 lt rispetto al volume calcolato da smaltire di 30,65 mc potrà essere mantenuta in vasca ed utilizzata per successive irrigazioni

**VACM31H150 - VASCA MONOBLOCCO PREFABBRICATA IN C.A.V.**  
**cm. 246x1070xh150 + 10/15/20 cop.**



**SCHEDA TECNICA**

N.B.: Le dimensioni e i materiali qui utilizzati sono riferiti a manufatti da installare entroterra

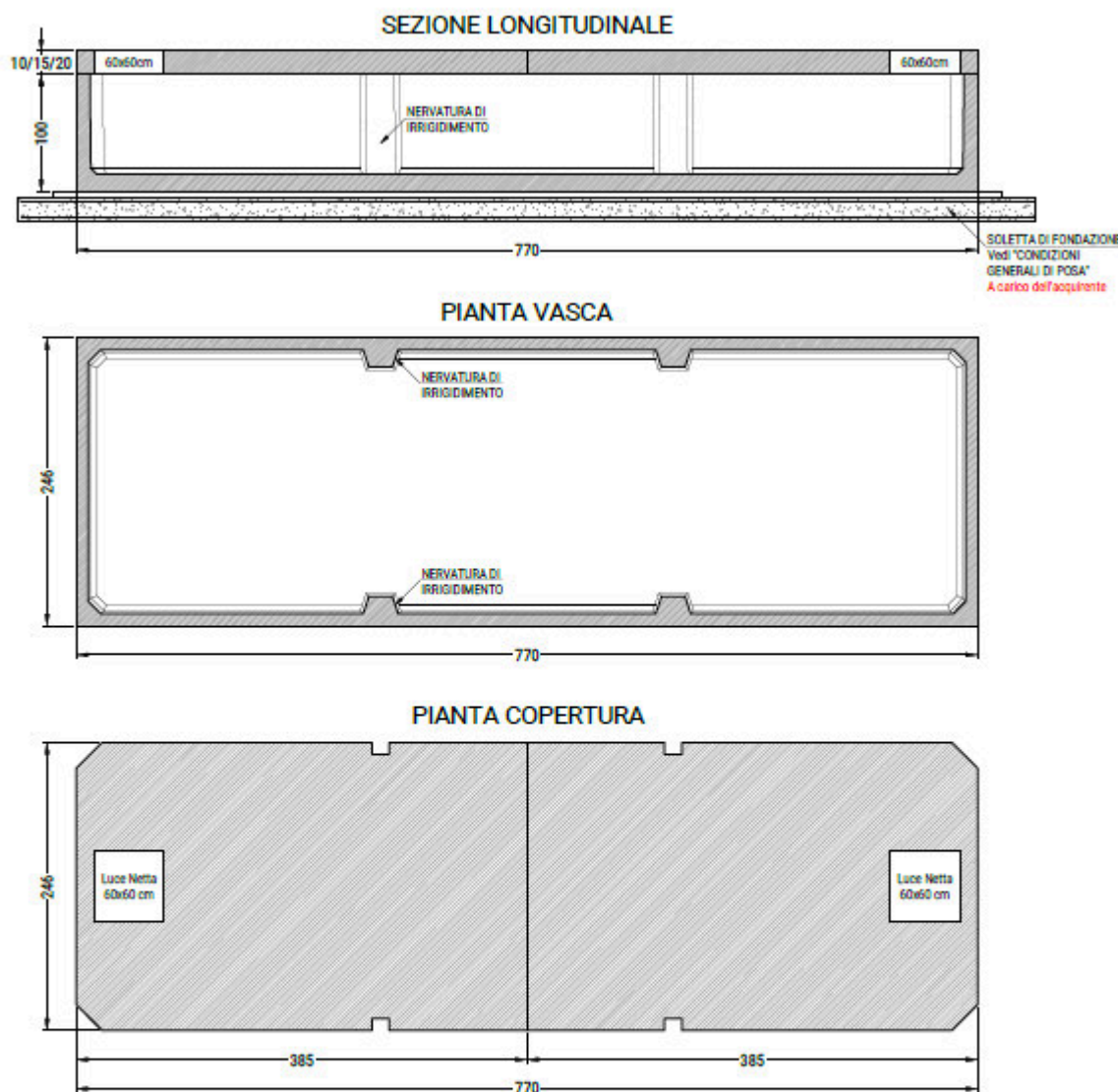
MATERIALI COSTITUENTI LA STRUTTURA	
Classe di Resistenza	C45/55
Slump	S5
Dmax	16mm
Classe di Esposizione	XC4 - XS3 - XD3 - XF3 - XA2
Acciaio d'Armatura	Tipo B 450 C (come FeB44k)

\* Il mix può prevedere l'aggiunta di fibre d'acciaio GRESMIX

DESCRIZIONI TECNICHE				PESO			
VOLUME TOTALE (mc)	DIMENSIONI ESTERNE (cm)			VASCA (qf)	LASTRA DI COPERTURA (qf)		
	Larghezza	Lunghezza	Altezza		h 10 cm B125	h 15 cm C250	h 20 cm D400
31,5	246	1070	150	211,0	65,4	98,1	130,8
Disegnato da EDIL IMPIANTI 2 S.r.l.				Disegnatore	Controllato da		

Esempio di vasca da 14 mc: la differenza di 390 lt rispetto al volume calcolato da smaltire di 13.61 mc potrà essere mantenuta in vasca ed utilizzata per successive irrigazioni

**VACM25H100 - VASCA MONOBLOCCO PREFABBRICATA IN C.A.V.**  
**cm. 246x770xh100 + 10/15/20 cop.**



**SCHEDA TECNICA**

N.B.: Le dimensioni e i materiali qui utilizzati sono riferiti a manufatti da installare entroterra

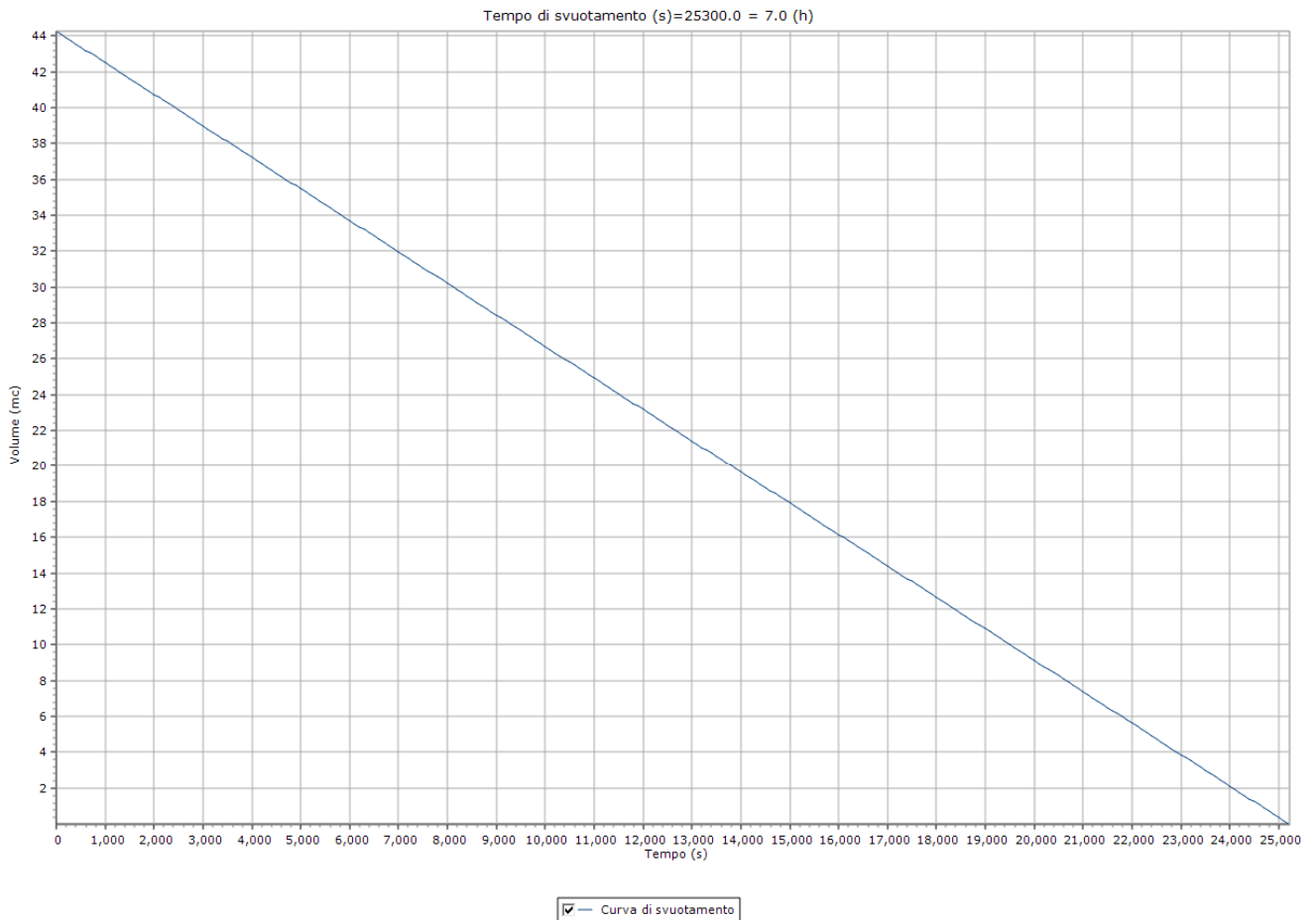
MATERIALI COSTITUENTI LA STRUTTURA	
Classe di Resistenza	C45/55
Slump	S5
Dmax	16mm
Classe di Esposizione	XC4 - XS3 - XD3 - XF3 - XA2
Acciaio d'Armatura	Tipo B 450 C (come FeB44k)
* Il mix può prevedere l'aggiunta di fibre d'acciaio GREESMIX	

DESCRIZIONI TECNICHE				PESO			
VOLUME TOTALE (mc)	DIMENSIONI ESTERNE (cm)			VASCA (q)	LASTRA DI COPERTURA (q)		
	Larghezza	Lunghezza	Altezza		h 10 cm B125	h 15 cm C250	h 20 cm D400
14,0	246	770	100	125,8	47,1	70,6	94,1
Disegnato da EDIL IMPIANTI 2 S.r.l.				Disegnatore	Controllato da		

#### 4.6.2 Calcolo e verifica del tempo di svuotamento della vasca di laminazione

Con riferimento all'art.8 comma 4 nonché all'articolo 11, comma 2, lettere e) ed f) del Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 – n°7 è stato calcolato il tempo di svuotamento dell'opera di laminazione (vasca impermeabilizzata), considerato quindi il limite delle 48 h.

Come da calcolo, il tempo di svuotamento, rapportato al volume di invaso di riferimento (minimo di cui all'art.12 commi 2 e 3 del Regolamento Regionale) è pari a 25.300 sec ovvero pari a circa 7 ore; la condizione suddetta è quindi rispettata, anche nel caso di suddivisione in 2 vasche distinte.



#### 4.7 Piano di manutenzione degli interventi di invarianza idraulica

Ai sensi dell'art.13 del regolamento regionale si riporta di seguito il piano di manutenzione delle opere previste per l'invarianza idraulica.

Per quanto riguarda le soluzioni adottate nel presente progetto di invarianza idraulica, si fa riferimento alle previsioni di manutenzione ordinaria relative alle vasche impermeabili di laminazione.

Relativamente alle coperture costituite dai tetti degli edifici di progetto sono previste canalette pluviali di adeguato diametro che, proporzionalmente ai volumi da conferire alla vasca di laminazione, veicolino le precipitazioni meteoriche dai tetti alle opere di smaltimento. La manutenzione di tale sistema idraulico consiste nel periodico monitoraggio (mensile) sulla pervietà delle canalizzazioni e sull'efficienza di queste sino al sistema di smaltimento progettato (vasca).

##### *Manutenzione ordinaria delle griglie di canalizzazione della superficie pavimentata*

Saranno controllate periodicamente le griglie ed i pozzetti nei quali verranno convogliate le acque provenienti dalla copertura costituita dalla superficie pavimentata (piastra polivalente). I controlli saranno anch'essi finalizzati alla verifica della pervietà delle griglie e delle tubazioni dedicate (es. assenza di detriti o foglie) ed alla loro efficienza idraulica.

##### *Manutenzione ordinaria delle vasche impermeabili di laminazione*

Relativamente alle previste vasche impermeabili di laminazione, le operazioni di manutenzione ordinaria sono previste con periodicità mensile e consisteranno nella verifica periodica della assenza di detriti sul fondo del bacino, della pervietà delle tubazioni in ingresso della vasca, nonché delle tubazioni in uscita dalla vasca, in ingresso nel ricettore costituito dal corpo idrico superficiale, limitrofo in lato est dell'area in esame. Inoltre è previsto il controllo, con cadenza mensile, dell'efficienza delle pompe, sia rispetto alle portate idriche imposte come limite massimo da regolamento regionale, sia alla pervietà delle condutture ad essa collegate.

## **5. CONCLUSIONI**

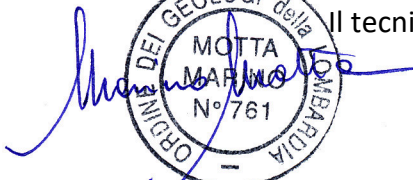
Nell'ambito del progetto di rigenerazione, ristrutturazione ed ampliamento dell'impianto comunale in via Nuvolari nel Comune di Moglia (MN) è stata elaborata la presente relazione tecnica, ai sensi della dell'art.10, comma 1, lett a) del Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 – n°7 (Regione Lombardia) e successiva D.G.R. N°XI/1516 del 15.04.2019.

L'area di intervento occupa una porzione di terreno identificata catastalmente nel Comune di Moglia al Foglio 24, particella 661.

La presente relazione è volta a supportare con dati di carattere idraulico ed idrologico il progetto di invarianza idraulica ed idrologica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento ed invaso delle acque pluviali derivanti dalle nuove coperture di progetto relative all'intervento di nuova edificazione. Per il progetto di ampliamento in esame:

- Il valore sito-specifico dell'altezza di precipitazione con tempo di ritorno di 50 anni è pari a 54,4209 mm;
- la durata critica  $T_r$  (durata della pioggia che genera il volume massimo d'invaso) è pari a 8400 sec , pari a 2,33 h.
- il dato riferito al volume massimo di invaso *calcolato* risulta pari a 44,26 mc;
- il dato riferito al volume massimo di invaso ai sensi dell'art.12 del Regolamento Regionale (requisiti minimi) risulta pari a 43,9 mc, per cui, ai fini del dimensionamento delle opere di invarianza, è stato fatto riferimento al valore di 44,26 mc, calcolato con il metodo previsto dalla normativa (metodo delle sole piogge);
- la soluzione progettuale tesa a determinare l'invarianza idraulica è di tipo unico e prevede la realizzazione di due vasche di laminazione impermeabili con convogliamento delle acque in corpo idrico superficiale.

Infine, nel rispetto di quanto previsto dall'art.13 del regolamento regionale è stato elaborato il previsto piano di manutenzione.

 Il tecnico incaricato

Stampa circolare dell'Ordine dei Geologi della Lombardia. Al centro: MOTTA MARINO N° 761. Il testo "ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA" circonda il centro.