

tav. **I**

Ed

oggetto **Relazione Invarianza Idraulica**

832/19_Ed/00	Archivio/P/832_19 PesentiSerafinolmp.P.A.A15-BonateSopra/06.PRAT.EDILIZIE/007-P.A. Ago 2020		
data	descrizione	elaborato	verificato
13/10/2020	Piano attuativo	pc.	mf.



Comune di: Bonate Sopra	Provincia di: Bergamo	Commessa: 832/19
-------------------------	-----------------------	------------------

Proprietario: Diocesi di Bergamo	Comm.: Pesenti Serafino srl	timbro
----------------------------------	-----------------------------	--------

lavori : **PIANO ATTUATIVO**
Piano attuativo area AT15 denominato "GARDEN HOME"

Sede legale: Studio Facchinetti & Partners - Architetti Associati
24060 Casazza - Bergamo - Italia, Piazza della Pieve n.1
Sedi operative: BERGAMO MILANO BELGRADO
Sede di riferimento: **24125 - Bergamo - Italia,**
via Daste e Spalenga n.45
T. +39 - 035 300359 F. +39 - 035 4236322
e.mail: info@facchinetti-partners.com
<http://www.facchinetti-partners.com>

F A C C H I N E T T I

P A R T N E R S
ARCHITETTI ASSOCIATI
MASSIMO FACCHINETTI CARLO BONO ALESSANDRA BOCCALARI

COMUNE DI BONATE SOPRA
(provincia di Bergamo)

**RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA
PER SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE**

**piano attuativo AT15 denominato 'Garden Home'
- parte pubblica -**

Pesenti Serafino s.r.l.

Alzano Lombardo, 26/08/2020

1. PREMESSA

Io Ing. Giovanni Zanchi sono stato incaricato da Pesenti Marzia per Pesenti Serafino s.r.l. di redigere relazione di invarianza idraulica per la parte pubblica del piano attuativo AT15 denominato 'Garden Home' in Bonate Sopra.

Il nuovo schema di raccolta delle acque parte dal presupposto di separare completamente le reti bianche relative alle aree carrabili ed alle coperture da quelle nere.

Per quel che riguarda la rete acque nere, oggetto di altra relazione di progettazione, la nuova rete sarà completamente separata dalle reti acque bianche e verrà convogliata alla fognatura pubblica attraverso nuovo allacciamento.

La presente relazione riguarda solo parte a parcheggio pubblico esterna e le aree a verde pubbliche.

2. DESCRIZIONE DEL LOTTO IN OGGETTO

Lo smaltimento delle acque bianche riguarderà solamente quelle meteoriche provenienti dalle aree carrabili esterne.

La parte pubblica ceduta in oggetto, ha una superficie complessiva di ca 2113 m², di questi 378 m² sono di parcheggio in asfalto, 100 m² sono di strada di accesso in asfalto e 1738 m² di area a verde.

Le acque meteoriche oggetto di smaltimento sono quelle provenienti dal parcheggio in asfalto non si tiene conto delle aree verdi, non essendo collegate alla rete di smaltimento.

In allegato una planimetria generale esplicativa con la distinzione delle aree scolanti (allegato n. 1).

3. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Per quel che riguarda la localizzazione dell'intervento ai sensi della D.g.r. del 20 novembre 2017, Bonate Sopra si trova in 'zona A' ad alta criticità idraulica.

Questo consentirebbe eventualmente il recapito di 10 l/s per ha in un recettore fognario. Essendo la nostra superficie scolante compresa tra i 1000 ed i 10000 m² ai sensi dell'art.11 comma 2 della citata D.g.r. è possibile l'utilizzo del metodo delle sole piogge a prescindere dal coefficiente di deflusso medio ponderale che comunque calcoliamo.

Il coefficiente di deflusso medio ponderale per il lotto in oggetto è $\varphi=0,17$, l'area di scolo risultante è coincidente all'area a parcheggio, pari a 367 m².

4. PROVA LEFRANC DI PERMEABILITA'

Per quanto riguarda le acque bianche, la permeabilità rilevata in loco dal geologo dottor Maurizio Zuntini con prova Lefranc è pari a $6,6 \times 10^{-5}$ m/s.

Considerando un calo a lungo termine della permeabilità, assumo come valore cautelativo 3×10^{-5} m/s, pari a meno della metà.

Il documento tecnico di prova viene allegato (allegato n.2).

5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO ACQUE BIANCHE

5.1 Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

Premetto che per i calcoli seguenti, data la lunghezza esigua dei collettori in progetto, i relativi tempi di corrivazione vengono assunti istantanei, ipotesi che ci mette in favore di sicurezza ipotizzando che le superfici scolanti recapitino l'acqua istantaneamente.

Utilizzando il programma idrologico dell'Arpa sono stati calcolati i valori di pioggia intensa in mm/h utilizzando il coefficiente pluviometrico orario relativo all'area in studio.

Di seguito si riportano le altezze di pioggia oraria ricavate per i diversi tempi di ritorno:

- 50 anni 61.6 mm/h
- 100 anni 68.3 mm/h
- 200 anni 75.1 mm/h

Le verifiche idrauliche e di smaltimento sono state eseguite per un **tempo di ritorno di 50 anni**. (allegato n.3)

La pioggia adottata porta ad un deflusso nei tubi di 12,6 l/s durante un evento meteorico critico che concentri la pioggia in mezz'ora solamente.

5.2 Scelta dei coefficienti di deflusso

A seconda della tipologia di superficie impermeabile che intercetta l'evento di pioggia si definiscono opportuni coefficienti di deflusso al fine di determinare la parte di volume d'acqua che viene a perdersi perché trattenuta dalla superficie stessa o dispersa per evaporazione.

Nel nostro caso è presente solo l'area asfaltata con $\varphi = 1$.

Le aree a verde non sono considerate perché non collegate.

6. DIMENSIONAMENTO DEI POZZETTI DI DISPERSIONE SUPERFICIALI

Il numero di pozzi perdenti è stato calcolato in base al valore di permeabilità rilevato dalla relazione tecnico illustrativa riguardante le prove di permeabilità redatta dal geologo Maurizio Zuntini, in allegato.

La batteria di pozzetti 1, costituita dai pozzi PP1 e PP2, dovrà poter smaltire interamente le acque bianche raccolte dal parcheggio in asfalto.

Alla batteria 1 sono convogliati i 378 m² delle aree a parcheggio, non vengono considerati i 1738 m² di verde non collegati alla linea.

Viene considerato un valore di $K = 3 \times 10^{-5}$ m/s.

Due pozzi disperdenti con larghezza interna 2 m e altezza utile 1,5 m sono in grado di smaltire 13,7 l/s di acqua.

In seguito il foglio di calcolo.

Su	AREA 2216	m²	φ m
			0,22

terreno	Kf	0,00003		
Numero di pozzi	N	2	Fz	1,15
	he	0,5		
	di	2	m	de 2,16 m
	Nfori	16	ϕ fori	10 cm
V di riempimento pozzi		4,71	m ³	Vtot 9,42 m ³
l/s restanti da smaltire	r _{d(n)}	13,74	l/s per ha	
dati di precipitazione	d	30	min	13,74
altezza utile totale	z	1,82	m	

numero tot anelli da 50 cm	N	6	
anelli per pozzo	N	3,00	
h singolo pozzo	h	1,50 m	totale anelli 6

7. METODO DELLE SOLE PIOGGIE: VOLUMI DI LAMINAZIONE

La situazione di progetto nel comune di Bonate Sopra, in classe ad A ad alta criticità idraulica, è da considerarsi a impermeabilizzazione potenziale media. Grazie al metodo delle sole piogge, confrontando i volumi entranti ed i volumi uscenti nella vasca di laminazione, trascurando l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi e considerando nullo il tempo di corrivazione, si calcolano i volumi necessari alla laminazione dell'onda di piena' entrante.

L'onda entrate di può calcolare come:

$$We = S \times \varphi \times a \times D^n$$

I parametri a ed n si ricavano dalla curva di possibilità pluviometrica ricavata dai dati ARPA Lombardia.

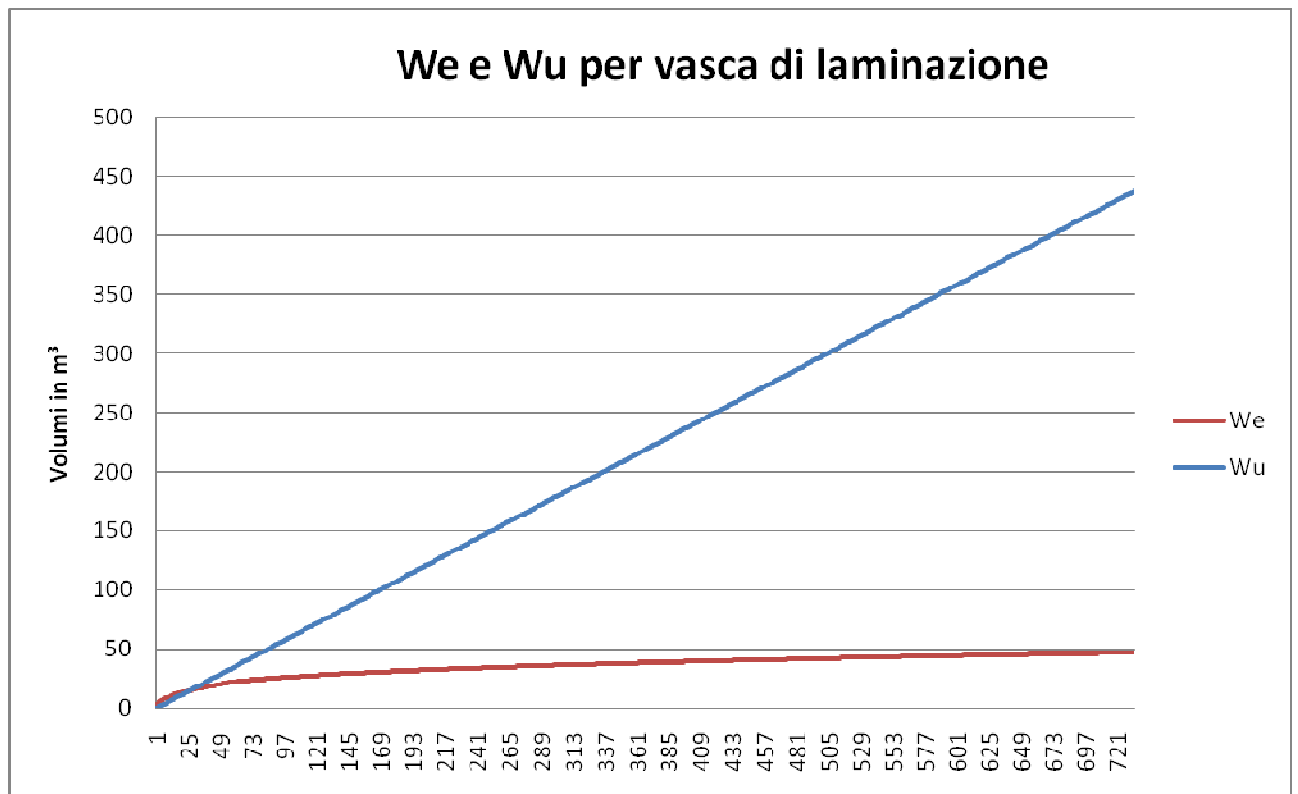
Il volume uscente a portata costante è invece calcolata in base alle caratteristiche dei nostri bacini disperdenti.

Si calcola semplicemente come:

$$Wu = Qu \times D.$$

In questo caso la portata Qu è pari a 13,74 l/s determinata per i due pozzi disperdenti superficiali.

Il grafico seguente mostra i volumi entranti ed uscenti per la vasca di laminazione.



La massima differenza tra questi due volumi costituisce il volume minimo di laminazione, in questo caso la differenza massima è di 3 m³ poichè l'alto volume di acqua uscente dai pozzi fa intersecar le due curve nei primi minuti di evento meteorico.

Questo volume soddisferebbe le richiesta di laminazione per il lotto in oggetto.

Per un'area ad alta criticità idraulica, il requisito minimo richiederebbe 800 m³ di volume di laminazione per ha di superficie scolante impermeabile, nel nostro caso il volume da requisito minimo sarebbe 29 m³ di invaso, riducibili del 30% con dati di permeabilità verificati in loco e l'utilizzo della sola infiltrazione (R.R. 19 aprile 2019, art.1, m, comma 12):.

Quindi per noi il volume da requisito minimo è da considerarsi pari a 21 m³.

Considerando che lo scavo tra i pozzi verrà riempito con materiale frantumato, per ogni singolo pozzo alto 1,5 m e con diametro 2 m posso considerare un volume di almeno 11 m³.

Quindi i 2 pozzi possono già bastare a garantire il volume da requisito minimo.

9. TEMPO DI SVUOTAMENTO INVASI.

Il tempo di svuotamento degli invasi deve essere inferiore alle 48 ore.

Potendo contare sui pozzi di profondità le tempistiche risultano minime.

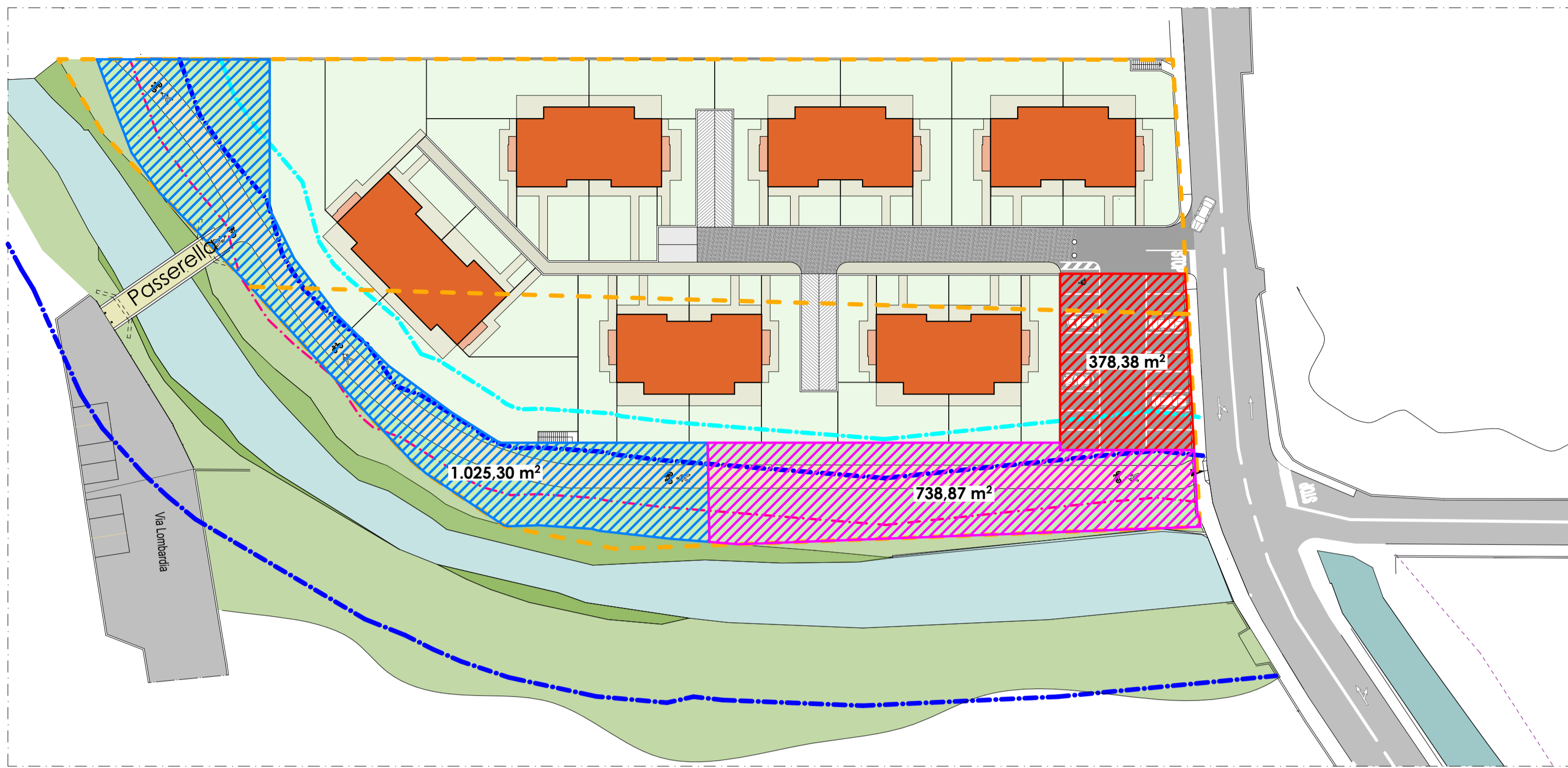
Nel nostro caso le portate uscenti dall'invaso risultano pari a 13,74 l/s.

Il volume di invaso teorico calcolato con il metodo delle sole piogge è pari a 3 m³, il volume da requisito minimo adottato è di 22 m³.

I 22 m³ di volume con una Qu pari a 12,6 l/s si svuoterebbero in mezz'ora scarsa.

il progettista

Ing. Zanchi Giovanni



CALCOLO STANDARDS RICHIESTI

Abitanti teorici	6.082,56/150 =	n.41	
Standards totali	41x26,5 =	1.086,50 mq	<ul style="list-style-type: none"> a verde 41x18 = 738,00 mq a parcheggio 41x5 = 205,00 mq altro 143,50 mq
Verde da cedere PGT			1.000,00 mq
TOTALE STANDARDS DA REPERIRE			2.086,50 mq
TOTALE VERDE DA CEDERE			1.738,00 mq

DATI DA SCHEDE DI PGT - Ambito AT15

PARAMETRI URBANISTICI E EDIZILI	
ST	6.336 mq (da scheda PGT)
SC	50%
IT	0,30 mq/mq
H	11,00 m
Sup. Drenante	30%

PARAMETRI DI PROGETTO

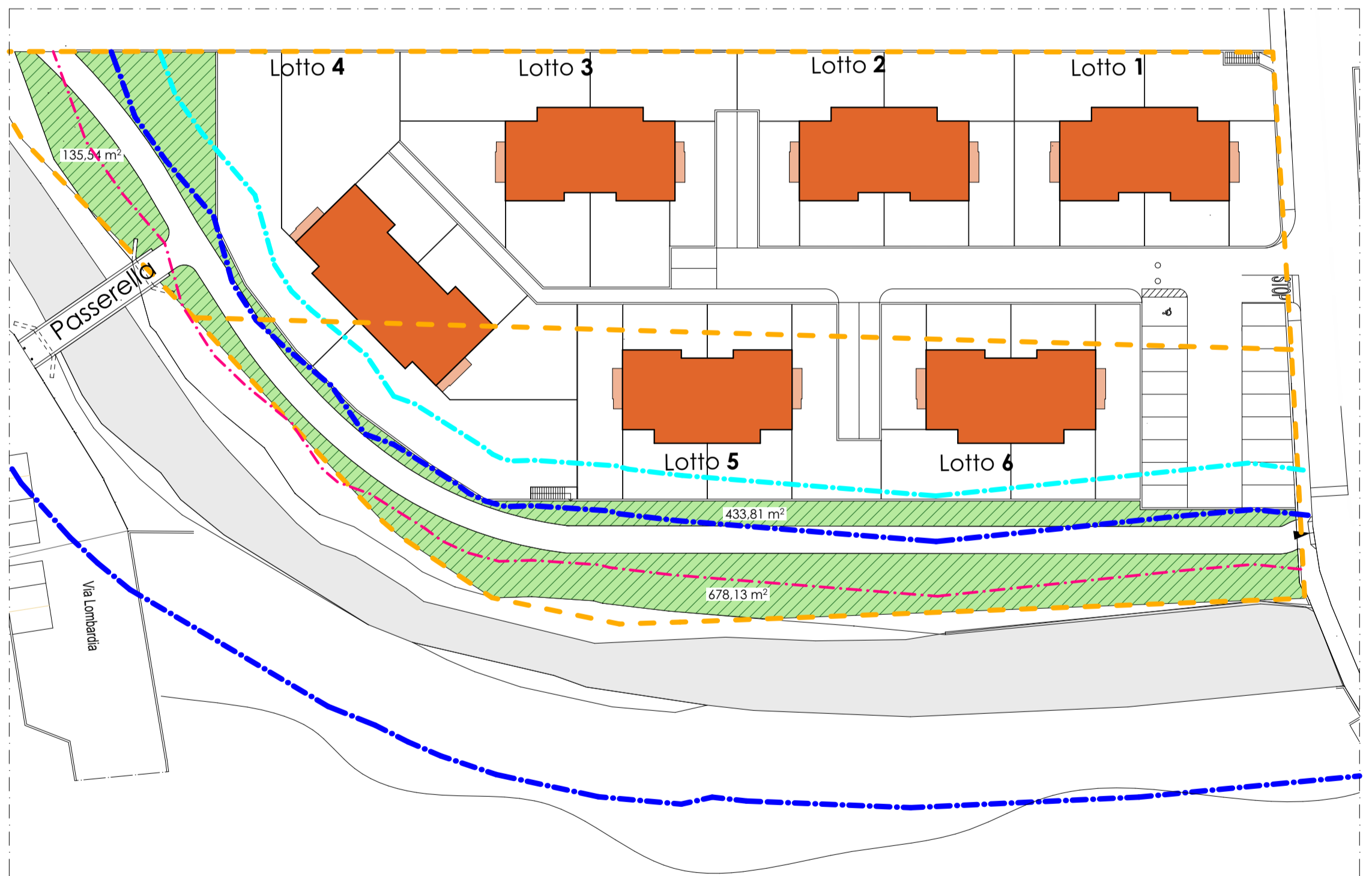
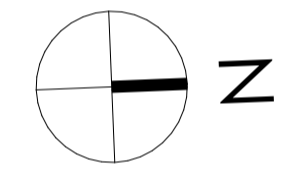
ST	6.336 mq (da scheda PGT)
SC max	6.336 x 0,5 = 3.168,00 mq
IT max	6.336 x 0,3 = 1.900,80 mq
Vol max	1.900,80 x 3,20 = 6.082,56 mc
H max	11,00 m
Sup. Drenante	6.336 x 0,3 = 1.900,80 mq

VERIFICHE STANDARD DA CEDERE - scala 1:500

STANDARD REPERITI	REPERITI	RICHIESTI/MASSIMI	VERIFICATO
SLP totale di progetto (vedi schema ipotesi progetto)	1.900,80 mq	< 1.900,80 mq	VERIFICATO
Standard ceduto a parcheggio	378,38 mq	> 205,00 mq	VERIFICATO
Verde ceduto da PGT	1.025,30 mq	> 1.000,00 mq	VERIFICATO
Verde ceduto da standard	738,87 mq	> 738,00 mq	VERIFICATO
TOT	2.142,55 mq	> 2.086,50 mq	VERIFICATO
		TOTALE STANDARDS DA REPERIRE	2.086,50 mq
		<small>(738,00+205,00+143,50+1.000,00)</small>	

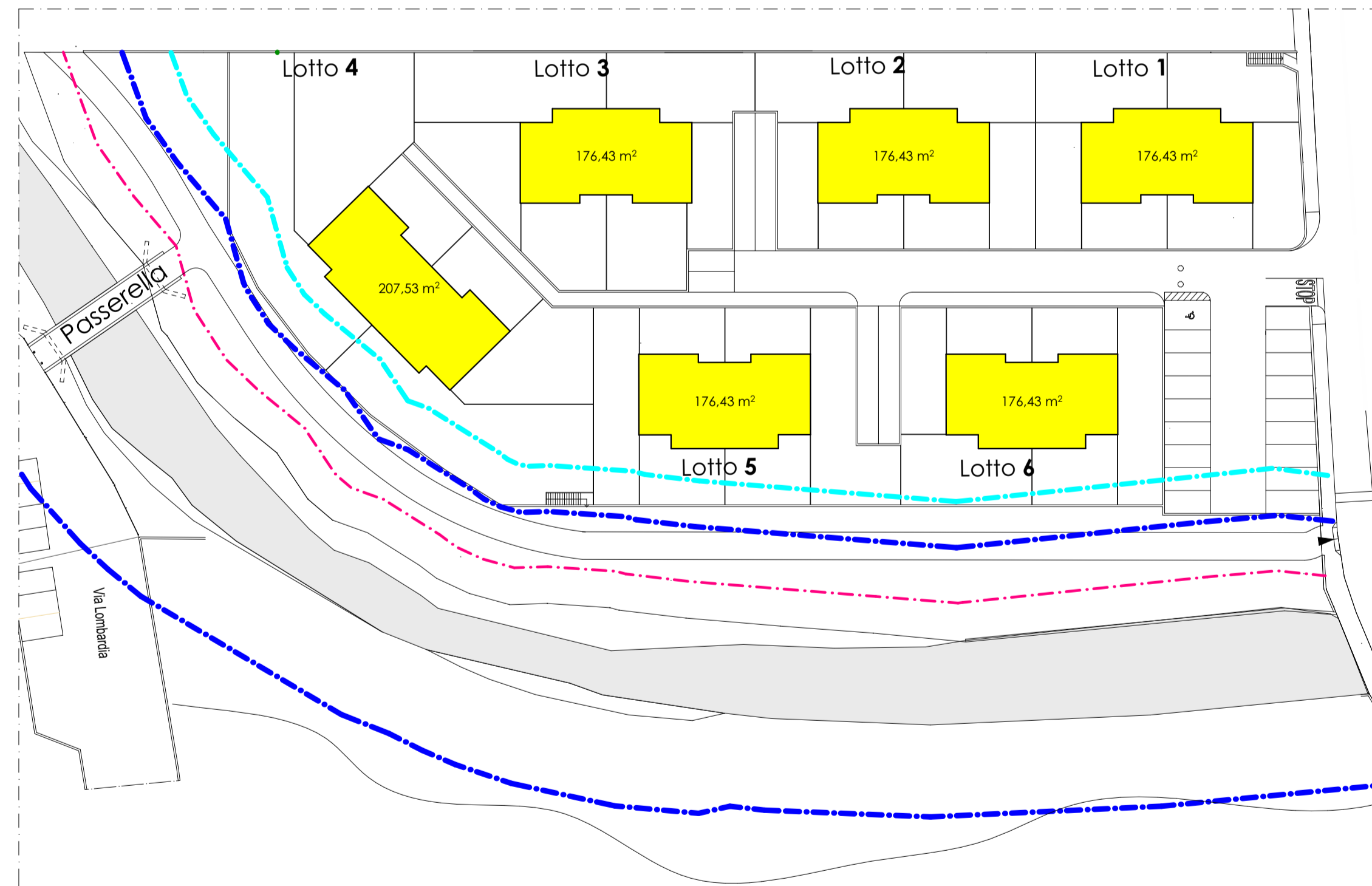
LEGENDA

- Confine di proprietà da Catasto
- Fascia di rispetto reticolo idrico (10,00 m)
- Limite di edificabilità da fascia di rispetto reticolo idrico da scheda ATR15 - 5,00 m
- Fascia 4,00 m da limite scarpata
- Area extra comparto
- Ipotesi pista ciclabile



VERIFICA DRENANTE - scala 1:500

SUPERFICIE DRENANTE		
Superficie drenante su aree da cedere (esclusa pista ciclopedonale)	135,54 + 433,81 + 668,13 =	1.237,48 mq
Superficie drenante residua da reperire nei lotti	1.900,80 - 1.237,48 =	663,32* mq
		* tale superficie dovrà essere recuperata all'interno dei lotti



VERIFICA SUPERFICIE COPERTA - scala 1:500

SUPERFICIE COPERTA	IPOTESI DI PROGETTO	LIMITE ASSEGNATO AL LOTTO
Lotto 1	176,43 mq	400,00 mq
Lotto 2	176,43 mq	400,00 mq
Lotto 3	176,43 mq	400,00 mq
Lotto 4	207,53 mq	1.168,00 mq
Lotto 5	176,43 mq	400,00 mq
Lotto 6	176,43 mq	400,00 mq
	1.089,68 mq	< 3.168,00 mq VERIFICATO

lav./draw.	04	oggetto/object:	Ed Verifiche Standard Urbanistici	scala/scala	1:500
832/19_00Ed/04		Archivio/P1832_19_PesentiSerafinoimp.P.A.A115-BonateSopra/06.PRAT.EDU/DE/009-Integrazione_Dic20			
data	20/02/2020	descrizione	Integrazione Piano Attuativo	elaborato	verificato
	26/01/2021		Agg. Integrazione Piano Attuativo	pc.	mf.
	30/03/2021		Agg. Integrazione Piano Attuativo	sg.	mf.
	21/06/2021		Agg. Integrazione Piano Attuativo	sg.	mf.
	29/09/2021		Agg. Integrazione Piano Attuativo	ds.	mf.



Comune di: Bonate Sopra	Provincia di: Bergamo	Commissa: 832/19
Proprietario: Diocesi di Bergamo	Committente: Pesenti Serafino srl	
lavori: PIANO ATTUATIVO		
Piano attuativo area AT15 denominato "GARDEN HOME"		
Studio Facchinetti & Partners - Architetti Associati 24060 Casazza - Bergamo - Italia, Piazza della Pieve n.1 Sedi operative: BERGAMO MILANO BELGRADO Sede di riferimento: 24125 - Bergamo - Italia, via Daste e Spalenga n.45 T. +39 - 035 300359 F. +39 - 035 4236322 e.mail: info@facchinetti-partners.com http://www.facchinetti-partners.com		
		FACCHINETTI & PARTNERS ARCHITETTI ASSOCIATI <small>MASSIMO FACCHINETTI CARLO BONO ALESSANDRA BOCCALARI</small>



Certificato di Prova di Permeabilità

(tipo "Lefranc" a carico variabile)

Prova di permeabilità eseguita il 30/10/2019

Tubo drenante alla profondità di - 2,50 m dal p.c. in
Ambito di trasformazione AT15 - Via S. Rocco, 12 - Bonate Sopra (Bg)

Committente: **Pesenti Serafino s.r.l.**

Piezometro a sezione circolare avente le seguenti dimensioni:
Raggio: 10 cm - Lunghezza m. 1 - Superficie drenante: cm^2 314,16

Prova eseguita in periodo asciutto
PROVA SU TERRENO SATURO (artificialmente saturato di acqua)

La prova è stata condotta valutando l'abbassamento del livello piezometrico all'interno del tubo drenante, su terreno saturo, le misurazioni sono riferite alla testa del piezometro posto a - 1,50 dal p.c.

Le letture avvengono in intervalli di tempo costanti pari a 5 min.
La durata totale della prova è stata pari a 60 min.

Abbassamento medio del livello piezometrico $\Delta h = 2,0$ cm in 300 sec.
Portata smaltita = **$2,09 \text{ cm}^3/\text{sec} = 2,09 \times 10^{-2} \text{ L/sec}$** .

Risultato della prova:

$K = 2,09 \text{ cm}^3/\text{sec} : 314,16 \text{ cm}^2$

$K = 6,6 \times 10^{-3} \text{ cm/sec} = 0,0066 \text{ cm/sec}$

Il Tecnico

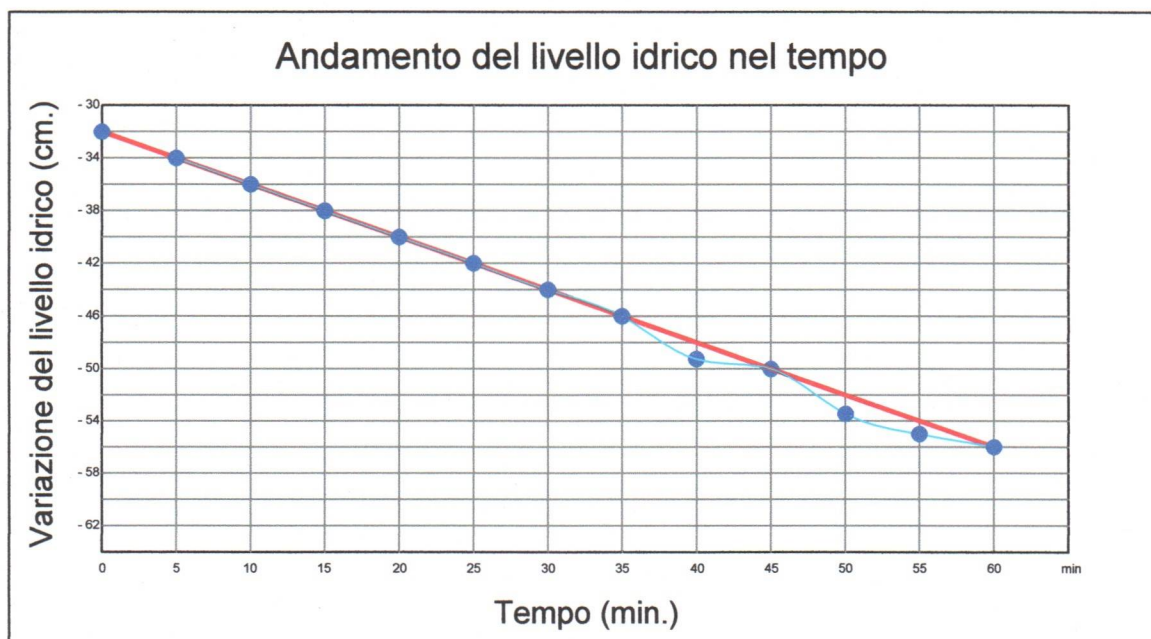
Dott. Geol. Maurizio Zuntini

Dott. MAURIZIO ZUNTINI
GEOLOGO - N° Isct. O.L.G. 340
Via Lega Lombarda, 4 - 24030 PONTIDA (BG)
Tel. 035.4385491

Novembre, 2019
Ns. Rif. Prot. 6899Mz.la

Pesenti Serafino s.r.l.
Via Locatelli, 33 - 24041 - Brembate (Bg)

PROVA DI PERMEABILITA'
eseguita in data 30 ottobre 2019



PROVA DI PERMEABILITA'
di tipo "Lefranc" eseguita a carico variabile
Piezometro posto a quota - 2,50 dal p.c.
Misurazioni eseguite dalla testa del
piezometro posto a quota - 1,50

Dispensore avente diametro 20 cm
Area base (10xE2) x 3,14 = 314,16 cmq
Assorbimento medio = 2,0 cm/300 sec

Permeabilità del terreno $K = 6,6 \times 10^{-3}$ cm/sec

Retta d'interpolazione
 $K = 0,0066$ cm/sec



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Bonate Sopra*

Coordinate:

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni)

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 30,52

N - Coefficiente di scala 0,29820001

GEV - parametro alpha 0,29910001

GEV - parametro kappa -0,0121

GEV - parametro epsilon 0,82349998

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://ds.arpalombardia.it/manuel/1/son.pdf>

http://ds.arpalombardia.it/manuel/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	0,93337	1,27623	1,50583	1,72804	2,01856	2,23842	2,45933	2,01855933
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	28,5	39,0	46,0	52,7	61,6	68,3	75,1	61,6064307
2	35,0	47,9	56,5	64,8	75,8	84,0	92,3	75,7518416
3	39,5	54,0	63,8	73,2	85,5	94,8	104,2	85,4876957
4	43,1	58,9	69,5	79,7	93,1	103,3	113,5	93,1451708
5	46,0	62,9	74,3	85,2	99,6	110,4	121,3	99,5504049
6	48,6	66,5	78,4	90,0	105,1	116,6	128,1	105,116468
7	50,9	69,6	82,1	94,2	110,1	122,0	134,1	110,061212
8	53,0	72,4	85,4	98,0	114,5	127,0	139,5	114,53217
9	54,9	75,0	88,5	101,6	118,6	131,5	144,5	118,626352
10	56,6	77,4	91,3	104,8	122,4	135,7	149,1	122,412582
11	58,2	79,6	94,0	107,8	125,9	139,7	153,4	125,941644
12	59,8	81,7	96,4	110,6	129,3	143,3	157,5	129,252189
13	61,2	83,7	98,8	113,3	132,4	146,8	161,3	132,374388
14	62,6	85,6	101,0	115,9	135,3	150,1	164,9	135,332293
15	63,9	87,3	103,1	118,3	138,1	153,2	168,3	138,145414
16	65,1	89,0	105,1	120,6	140,8	156,2	171,6	140,829825
17	66,3	90,7	107,0	122,8	143,4	159,0	174,7	143,398936
18	67,4	92,2	108,8	124,9	145,9	161,8	177,7	145,864068
19	68,5	93,7	110,6	126,9	148,2	164,4	180,6	148,234873
20	69,6	95,2	112,3	128,9	150,5	166,9	183,4	150,519652
21	70,6	96,6	113,9	130,7	152,7	169,4	186,1	152,725605
22	71,6	97,9	115,5	132,6	154,9	171,7	188,7	154,859019
23	72,6	99,2	117,1	134,3	156,9	174,0	191,2	156,925421
24	73,5	100,5	118,6	136,1	158,9	176,2	193,6	158,929696

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica

