

tav.
L

Ed

oggetto

Verifica 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

Studio tecnico dott. MAURIZIO ZUNTINI

Consulenze Geologiche ed Ambientali



PESENTI SERAFINO - s.r.l.

Via Locatelli, 33 – 24041 Brembate - Bg

Verifica di compatibilità idraulica relativamente al sottobacino del
T. Lesina alla sezione di chiusura di Bonate Sopra alla quota di
224 m slm

a supporto dei lavori di realizzazione di nuove unità abitative site in Via S.
Rocco nel Comune di Bonate Sopra – Provincia di Bergamo
Piano Attuativo area AT15 denominata “Garden Home”

Il Tecnico

Dott. Geol. Maurizio Zuntini


Dott. MAURIZIO ZUNTINI
GEOLOGO - IV Iscr. Ord. G. 340
Via Lega Lombarda, 4 - 24030 PONTIDA (BG)
Tel. 035.4385491



Settembre, 2020

Via Lega Lombarda, 4 - 24030 Pontida (Bg) - Tel: 035.4385491
Codice fiscale ZNT MRZ 50B01 D612C - Partita IVA: 02927270161
E mail: zuntini@consulenzegeologiche.it www.consulenzegeologiche.it



PESENTI SERAFINO - s.r.l.

Verifica di compatibilità idraulica relativamente al sottobacino del
T. Lesina alla sezione di chiusura di Bonate Sopra alla quota di
224 m slm

CONTENUTO

1	Premessa	pag. 3
2	La sezione di chiusura	pag. 4
3	Il sottobacino di alimentazione	pag. 8
4	Determinazione dell'altezza media del sottobacino idrografico	pag. 10
5	Linee Segnalatrici delle Potenzialità Pluviometriche	pag. 11
6	Determinazione del Tempo di Corrivazione (T_c) e della massima piena (Q_{max})	pag. 14
7	Calcolo della Capacità di Smaltimento	pag. 17
8	Conclusioni	pag. 20

Allegato al testo

Analisi morfometrica del sottobacino



PESENTI SERAFINO - s.r.l.

Verifica di compatibilità idraulica relativamente al sottobacino del
T. Lesina alla sezione di chiusura di Bonate Sopra alla quota di
224 m slm

1 Premessa

Il seguente studio di compatibilità idraulica è stato redatto sulla base di analisi e sopralluoghi nelle aree di studio, lo stesso tiene conto del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) di cui alla Legge 183/1989 ed in particolare alla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" cui la presente si allinea.

Inoltre è stato consultato il D. M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni" in particolare il Cap. 5 – Ponti, ed il punto 5.1.2.3. – compatibilità idraulica.

Sono state consultate le numerose pubblicazioni in merito all'idraulica ed all'idrogeologia, sia in forma cartacea che on line, i cui titoli ed autori omettiamo per non appesantire la presente verifica.

Grande importanza ha rivestito la consultazione del sito dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, la consultazione del Geoportale della Regione Lombardia e del SITER della Provincia di Bergamo, per la determinazione delle linee segnalatrici della piovosità locale ci si è avvalsi dei dati di ARPA Lombardia.

I valori finali sono da ritenersi una stima in quanto mancano misurazioni dirette che, in questa materia, sono da ritenersi la fonte principale di acquisizione dei dati, ovviamente in questa fase di approccio non era tecnicamente, né economicamente possibile installare misuratori di piena e monitorare per alcuni anni il Torrente Lesina.

Il presente studio è costituito da una relazione idraulica che determina l'ondata di massima piena da attendersi con vari tempi di ritorno, nella stessa relazione sono state inserite le dimensioni dell'alveo e la determinazione della sua capacità di contenere la stessa ondata di piena,

Nello stesso studio sono state inserite ed utilizzate alcune parti di idrogeologia con lo scopo di verificare il valore d'infiltrazione a scala di sottobacino e, di conseguenza, il valore del ruscellamento.



2 La sezione di chiusura

La sezione di chiusura del sottobacino è il punto in cui confluiscono tutte le acque che cadono a monte dello stesso; esso è un punto reale che può coincidere o meno con un manufatto o un punto di confluenza.

La presente verifica idraulica di sottobacino del T. Lesina presenta due sezioni di chiusura, distanti tra di loro circa 120 metri.

La sezione di monte è posta in corrispondenza di un ponte stradale esistente tra via S. Rocco e via Nullo in Comune di Bonate Sopra.

La quota assoluta di fondo alveo è 224 m s.l.m.

Il ponte ha una sezione rettangolare con base di 9 metri ed altezza di 3 m. le pile si presentano in calcestruzzo ben liscio, in buone condizioni senza presenza di vegetazione. In corrispondenza del ponte il T. Lesina fa una curva di 122° verso la sinistra idrografica con conseguenza di depositare nell'incavo e di erodere sul lato opposto.

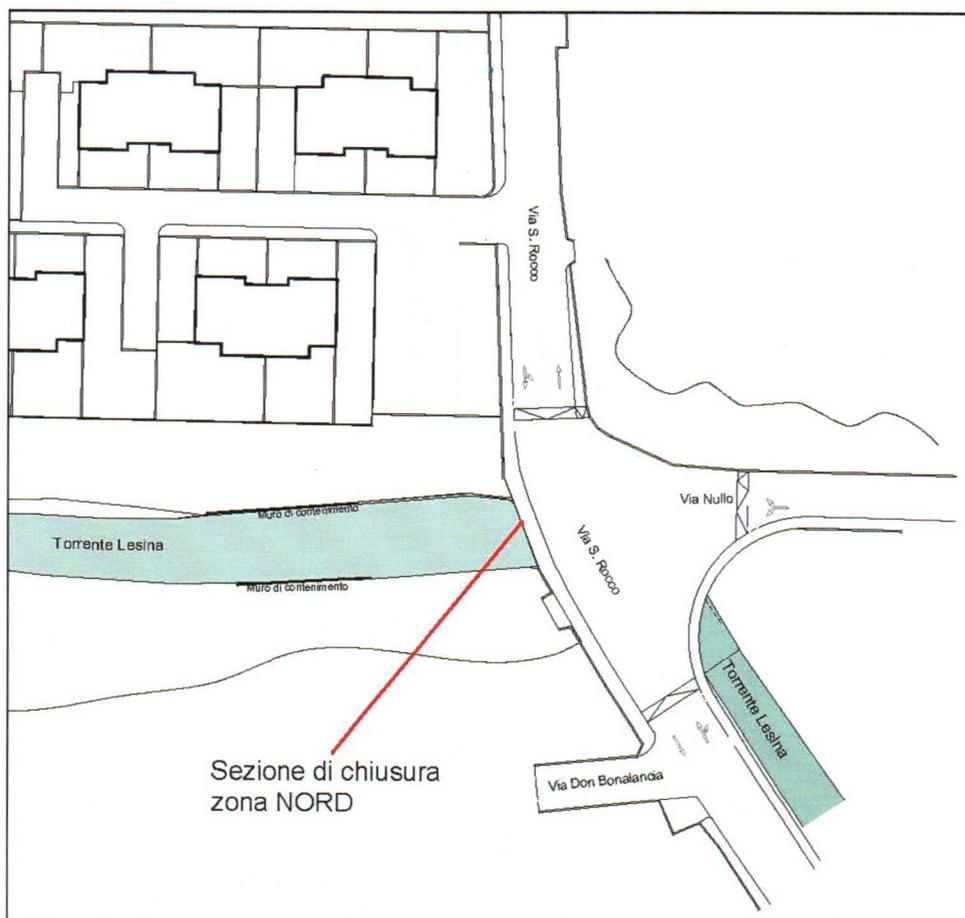


Immagine 1: La sezione di chiusura lato Nord in scala 1:1.000

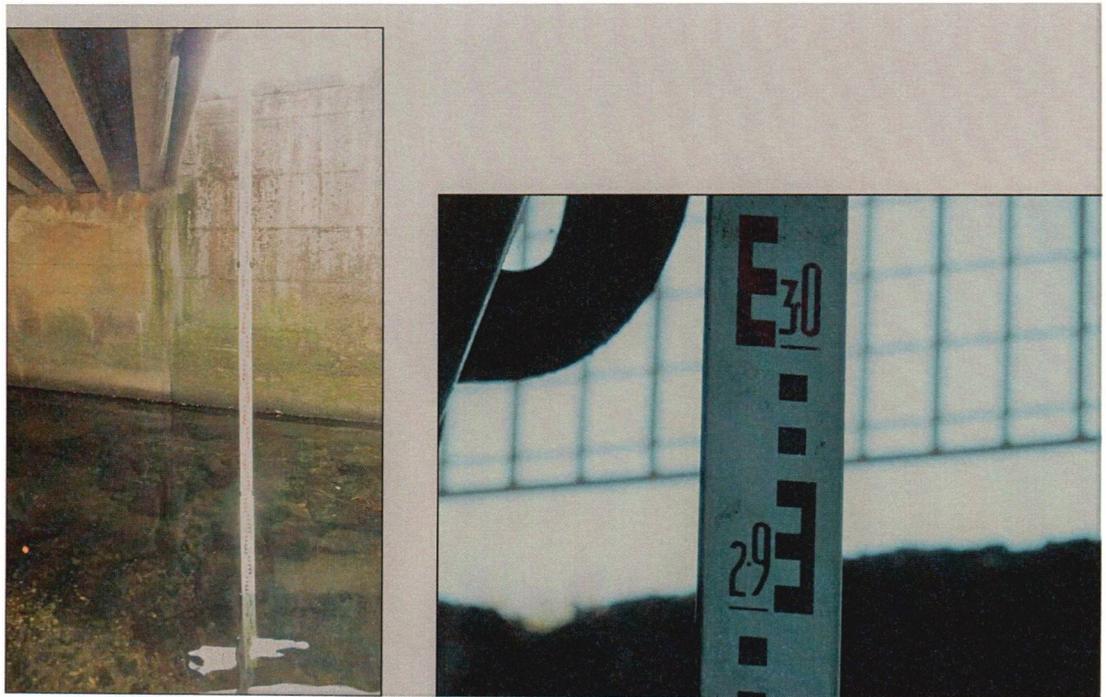


Immagine 2: Foto della sezione di chiusura lato Nord

La sezione di valle dovrà ospitare una passerella pedonale e ciclabile al momento non presente.

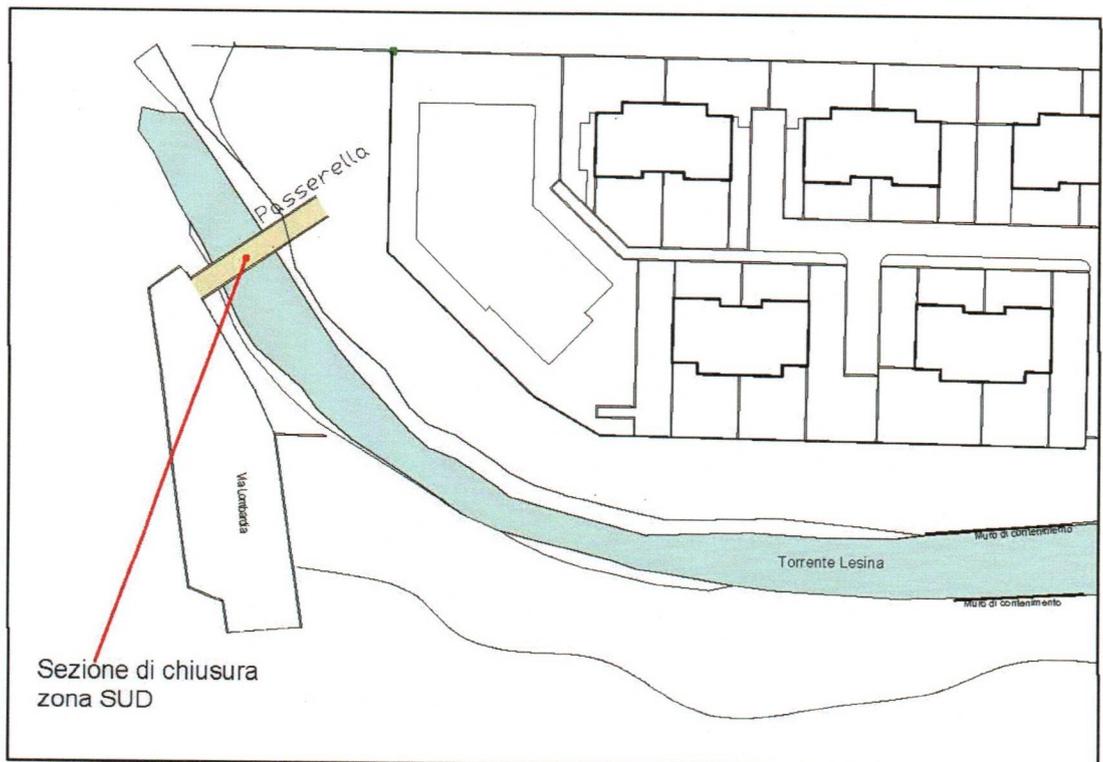


Immagine 3: La sezione di chiusura lato Sud in scala 1:1.000



La quota assoluta di fondo alveo è di 222.40 m slm, la pendenza tra le due sezioni è pari a 1,5%.

La sezione ha forma trapezia di cui la sponda in sinistra idrografica è quasi verticale con altezza 3 metri, la base è larga 10 metri e la sponda in destra idrografica è alta 3 metri ma inclinata a 35° ed altezza 2,5 metri.



Immagine 4: Foto della sezione di chiusura lato Sud

Le due sponde sono colonizzate da vegetazione arbustiva ed erbacea, il fondo appare naturale con presenza di ciottoli che mostrano un incipiente embricamento. Sono presenti rifiuti quali plastiche, stracci e cartacce fino ad un'altezza di 1,55 metri dal fondo dell'alveo.



Immagine 4: Foto della sezione di chiusura lato Sud, sponda destra

Pochi metri a valle della seconda sezione è presente un attraversamento rappresentato da un tubo catramato che attraversa l'alveo del T. Lesina ad un'altezza di 1,70 metri; su di esso non sono state rilevate presenze di rifiuti, indizio che da quando è stato posato le piene non sono mai arrivate a tale quota.

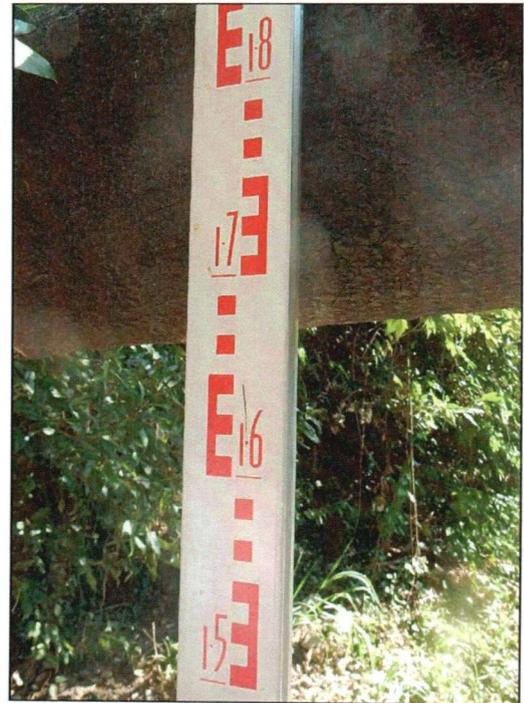
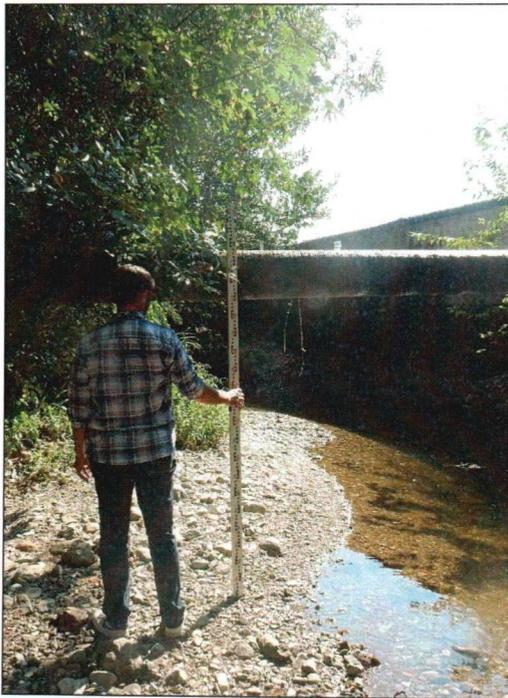


Immagine 5: Foto del tubo esistente pochi metri a valle

3 Il sottobacino di alimentazione

Nella “tav. – 1 analisi morfometrica del sottobacino” allegata alla presente, sono riportati i principali parametri relativi alla forma del sottobacino, in estrema sintesi:

La quota massima è pari a 1.398 m slm, la minima a 224 m slm; la superficie del sottobacino è di 27.8066 Km². Il drenaggio superficiale è piuttosto intenso pari a 3.19 Km di alveo al Km², relativamente allo stesso si possono osservare tre fasce, tra loro distinte,

1 fascia sommitale (dalla sommità fino alla quota 1.000 m circa): contraddistinta da roccia affiorante, materassi di copertura composti da detrito di falda o accumuli di paleofrane, elevata acclività e assenza di vegetazione: in questa fascia prevale il ruscellamento e si ha scarsa infiltrazione (coefficiente 0.5 da handbook of applied hydrology 1964)

2 fascia intermedia (dalla quota 1.000 m fino alla quota 350 m circa) con presenza di prevalenti aree boscate e materassi di copertura, composti da ghiaie e sabbie con limitati materiali fini composti da limi, mai da argille

Questa fascia presenta una buona infiltrazione delle acque meteoriche (coefficiente 0.3 da handbook of applied hydrology 1964)

2 Infine la fascia più bassa (dai 350 metri alla sezione di chiusura)



Contraddistinta da presenza di materassi di copertura di notevole spessore e capacità d'infiltrazione, ma trattandosi di aree urbanizzate sono presenti molte superfici impermeabilizzate (coefficiente 0.4 da handbook of applied hydrology 1964)

Le tre fasce di cui sopra rappresentano il 6%, il 29% ed il 65% del territorio di sottobacino; volendo quindi inserire un coefficiente di deflusso (vs d'infiltrazione) pare corretto inserire il valore maggiormente rappresentato pari a 0,4.

Questo valore viene inserito nella formula razionale per determinare la portata massima di piena (Q_{max}).

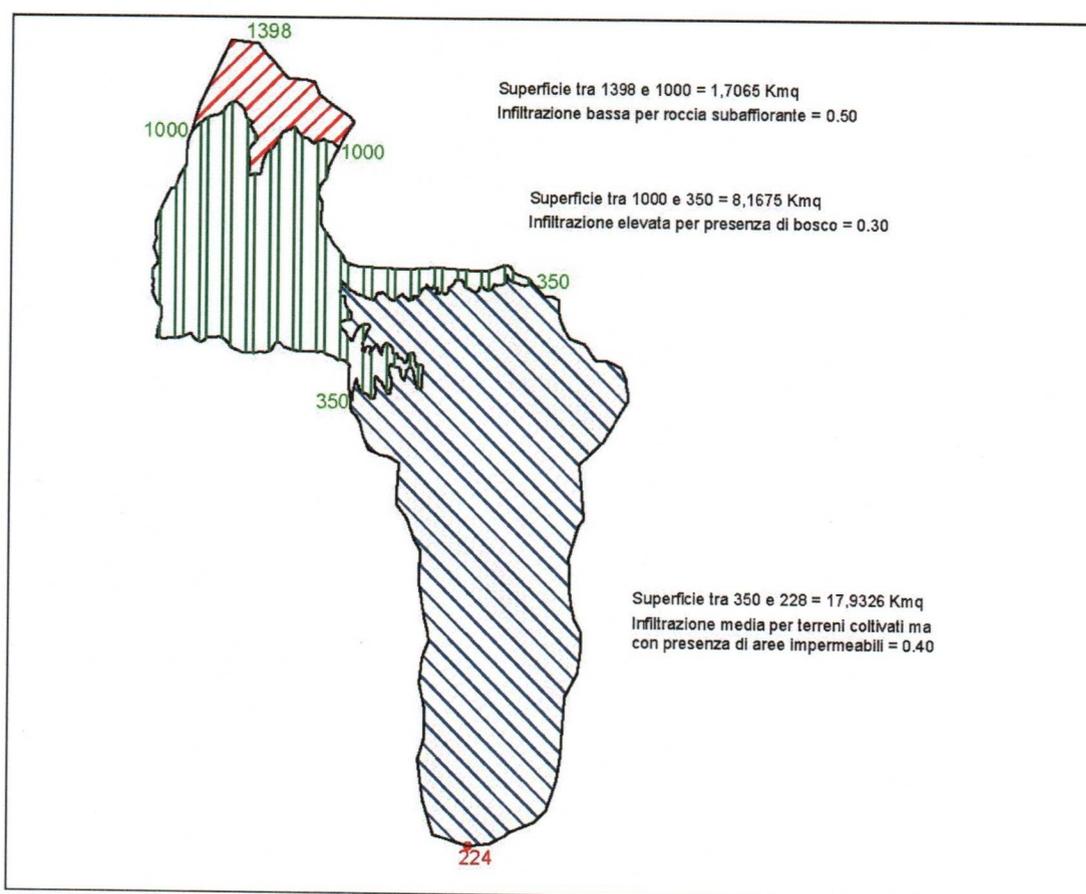


Immagine 6: Fasce di isoinfiltrazione – Non in scala



4 Determinazione dell'altezza media del sottobacino idrografico

Intervallo (fra le isoipse)		Superficie Parziale		Superficie Progressiva	
Quota inferiore	Quota superiore	Km ²	%	Km ²	%
224	300	13,931	50,10	13,9307	50,10
300	400	5,596	20,13	19,5271	70,22
400	500	2,592	9,32	22,1191	79,55
500	600	1,449	5,21	23,5679	84,76
600	700	0,652	2,35	24,2203	87,10
700	800	0,610	2,19	24,8303	89,30
800	900	0,640	2,30	25,4701	93,86
900	1000	0,630	2,27	26,6485	95,81
1000	1100	0,541	1,94	27,4764	97,45
1100	1200	0,456	1,64	27,8070	98,78
1200	1300	0,372	1,34	27,8070	100,00
1300	1398	0,3379	1,22	27,8070	100,00

Superficie bacino sottesa \Rightarrow **27,807** Km²

Altezza media del bacino $H_m = \frac{\sum H_i S_i}{S} \Rightarrow$ **417,48** s.l.m.m. (m) dove:
 Hi = altezza media intervallo
 Si = Superficie intervallo
 S = Superficie bacino

Altezza sezione di chiusura \Rightarrow **224,00** s.l.m.m. (m)

Altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura \Rightarrow **193,48** (m)

Curva ipsometrica bacino

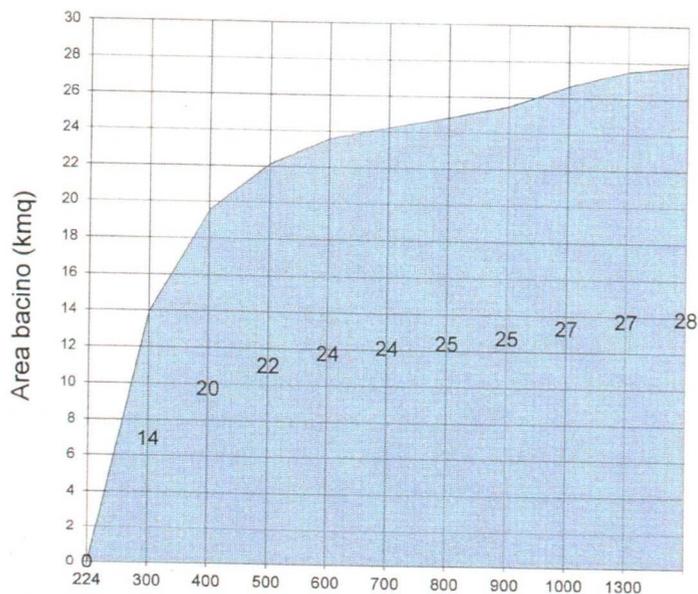


Immagine 7: Determinazione della quota media del bacino.



Su un foglio di calcolo sono state inserite le superfici delle fasce di quota, la superficie totale del bacino, le quote massime e minime fino ad ottenere la quota media del bacino che, sommata alla quota minima fornisce la quota del bacino in valore assoluto.

La quota massima è 1.398 m slm,

la quota minima è 224 m slm (sottosezione di chiusura)

ne deriva che la quota media è 193.48 che sommata alla quota minima da un valore pari a 417.48 m slm.

In calce al foglio di calcolo è inserito il grafico della curva ipsografica del sottobacino.

5 Linee Segnalatrici delle Potenzialità Pluviometriche locali

Questo dato è stato ricavato dal sito di ARPA Lombardia inserendo le coordinate geografiche (in WGS84) della sezione di chiusura.

Dal sito si ricavano i valori di pioggia critica e le varie curve segnalatrici, per facilità di lettura si riproduce la sola curva con tempo di ritorno (T_r) 200 anni, come da prescrizione 5.1.2.3 del D. M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni"



stazione/punto geografico									
Nome	COMUNE	PROV	Descr	WGS84 N	WGS84 Est	Quota	ATTIVO	PROPRIETARIO	
Pesenti Serafino s.r.l.	Bonate Sopra	Bergamo	Via S, Rocco	45°40'54"	9°33'49"	224 m slm	Si	T. Lesina	
1-24 ore									
parametri	a1 [mm/ore ⁿ]	n	w2	w5	w10	w20	w50	w100	w200
	30,52	0,3001	0,9332	1,2768	1,5067	1,7291	2,0195	2,2992	2,4598
1-5 giorni									
parametri	a1 [mm/ore ⁿ]	n	w2	w5	w10	w20	w50	w100	w200

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Immagine 8: LSPP pag. 1 – inserimento dati



Tr	2	5	10	20	50	100	200
wT	0,93318	1,27678	1,50669	1,72905	2,01954	2,23921	2,45981
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	28,5	39,0	46,0	52,8	61,6	68,3	75,1
2	35,1	48,0	56,6	65,0	75,9	84,1	92,4
3	39,6	54,2	63,9	73,4	85,7	95,0	104,4
4	43,2	59,1	69,7	80,0	93,4	103,6	113,8
5	46,2	63,2	74,5	85,5	99,9	110,8	121,7
6	48,8	66,7	78,7	90,3	105,5	117,0	128,5
7	51,1	69,9	82,5	94,6	110,5	122,5	134,6
8	53,2	72,7	85,8	98,5	115,0	127,6	140,1
9	55,1	75,3	88,9	102,0	119,2	132,1	145,2
10	56,8	77,8	91,8	105,3	123,0	136,4	149,8
11	58,5	80,0	94,4	108,4	126,6	140,3	154,2
12	60,0	82,1	96,9	111,2	129,9	144,1	158,3
13	61,5	84,1	99,3	113,9	133,1	147,6	162,1
14	62,9	86,0	101,5	116,5	136,1	150,9	165,7
15	64,2	87,8	103,6	118,9	138,9	154,0	169,2
16	65,4	89,5	105,7	121,3	141,6	157,0	172,5
17	66,7	91,2	107,6	123,5	144,2	159,9	175,7
18	67,8	92,8	109,5	125,6	146,7	162,7	178,7
19	68,9	94,3	111,3	127,7	149,1	165,4	181,7
20	70,0	95,8	113,0	129,7	151,5	167,9	184,5
21	71,0	97,2	114,7	131,6	153,7	170,4	187,2
22	72,0	98,5	116,3	133,4	155,8	172,8	189,8
23	73,0	99,9	117,8	135,2	157,9	175,1	192,4
24	73,9	101,1	119,3	137,0	160,0	177,4	194,8

Immagine 9: LSPG pagina 2 – tabella dei valori di pioggia

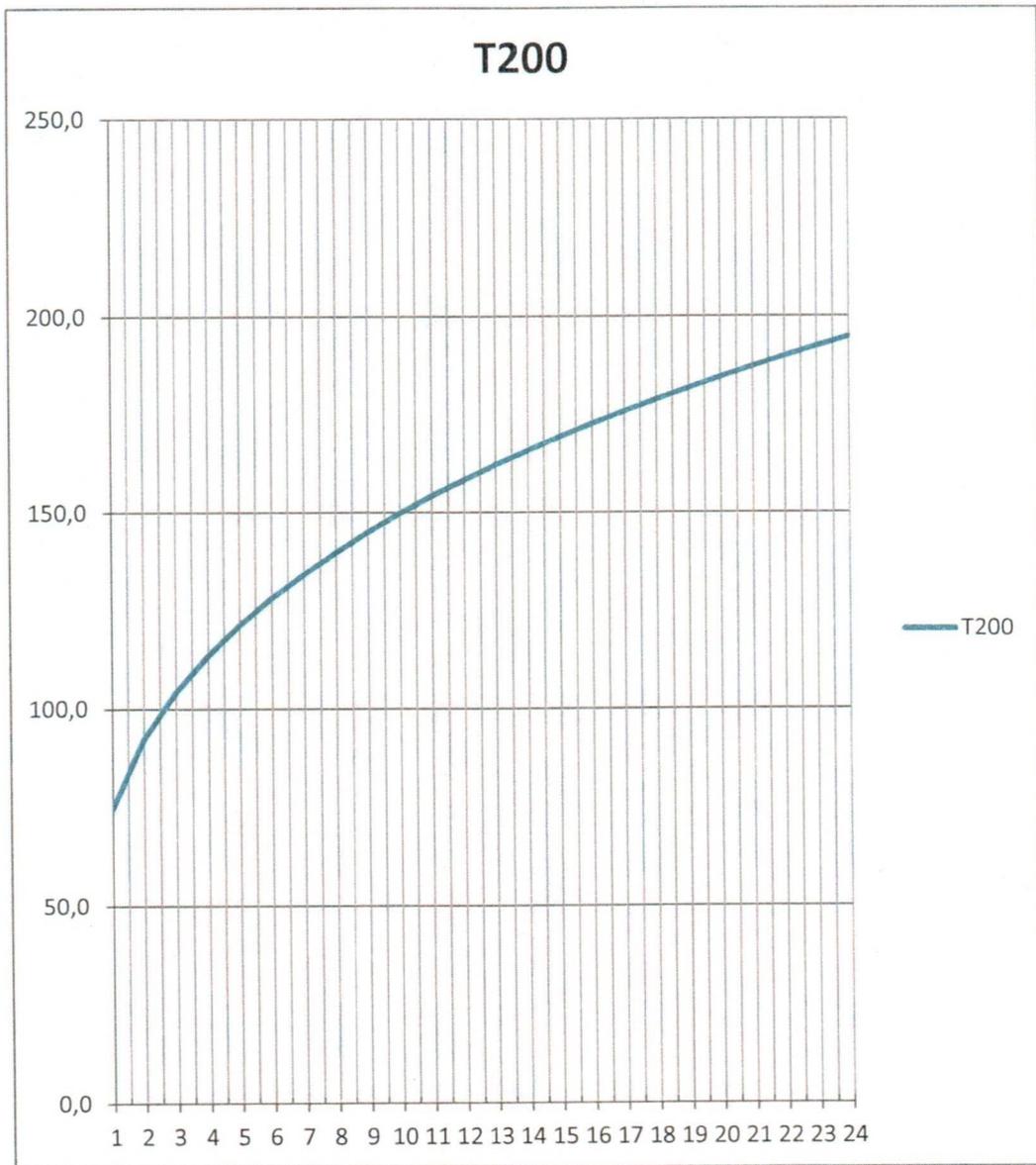


Immagine 10: LSPP Curva caratteristica T_{r200}



6 Determinazione del Tempo di Corrivazione (T_c) e della massima piena (Q_{max})

Il metodo razionale considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia;
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione è definito in via teorica come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale, una definizione forse più rigorosa è che esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

Il coefficiente di deflusso tiene conto di tre fattori:

- il fattore di ragguaglio della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato,
- il fattore di trattenuta del terreno in funzione della capacità di assorbimento dello stesso,
- il fattore di laminazione che dipende dalla capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico dello stesso.

In via teorica l'utilizzo della Formula Razionale per convertire una precipitazione di assegnato tempo di ritorno in una portata al colmo con pari valore di T richiede di caratterizzare anche il coefficiente di deflusso con un valore medio di ricorrenza.

Su un foglio di calcolo sono stati inseriti i parametri di cui alla formula di Giandotti per la determinazione del tempo di corrivazione (T_c) da inserire nella formula razionale per la determinazione della portata al colmo.

Per la determinazione del Tempo di Corrivazione (T_c Giandotti) i dati di input sono:

Superficie del bacino = 27.8 Km²

Lunghezza asta principale = 16.57 Km

Quota media del bacino = 417.48 m s.l.m.

Quota della sezione di chiusura = 224 m



Sviluppando la formula si ottiene $T_c = 4.36$ ore (4 ore e 21 minuti).

Per la determinazione della Portata di massima piena (Q_{max}) si immettono i seguenti dati:

Coefficiente di deflusso = 0.6 (inverso al coefficiente di ritenzione 0.4)

Massima precipitazione per un dato T_r (vedi curve LSPP)

Superficie del bacino,

Tempo di Corrivazione.

Sviluppando la Formula Razionale per un tempo di ritorno T_{200} si ottiene un valore di $132 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Tale volume dovrà essere contenuto nelle due sezioni che sono state determinate sul T. Lesina nel Comune di Bonate Sopra – Bg.



TEMPO DI CORRIVAZIONE (Giandotti)	
DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO	DATI RISULTANTI
S ⇒ 27,800 [Km ²] Superficie Bacino	Tempo di Corrivazione $T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}} \Rightarrow 4,36$ [ore]
L ⇒ 16,570 [Km] Lunghezza asta principale	
Hm ⇒ 417,48 [m] Altezza media del Bacino s.l.m.m.	
Ho ⇒ 224,00 [m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.	

PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE										
FORMULA Curva di probabilità pluviometrica	$h_{(t)} = at^n$									
h _(t) = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni)										
DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)										
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
			65	0,404	71,45	0,233	54,68	0,396	61,28	0,394
MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE										
Tr	h(t)									
20	⇒ 83,00									
100	⇒ 107,00									
200	⇒ 117,00									
500	⇒ 124,00									
		h _(t) = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore] 4,36 Tr = tempo di ritorno								

PORTATE DI MASSIMA PIENA	
FORMULA del METODO RAZIONALE	
$Q_c = 0,278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$	Q _c ⇒ 124 portata al colmo c ⇒ 0,6 coefficiente di deflusso dove h _(t) ⇒ massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.) S ⇒ 27,8 [Km ²] Superficie Bacino T _c ⇒ 4,36 [ore] Tempo di corrivazione
Tempo di ritorno (anni)	Portate al colmo = Q _c [mc/sec]
20	⇒ 88,274
100	⇒ 113,799
200	⇒ 124,434
500	⇒ 131,879

Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Immagine 11: calcolo di Tc e di Q max



7 Calcolo della Capacità di Smaltimento

La prima sezione di chiusura del sottobacino ha forma rettangolare con larghezza 9 metri ed altezza 3 metri, le pareti sono realizzate in cemento liscio e non vi è presenza di vegetazione.

La pendenza media è stata calcolata in 1.5% e la scabrosità di Kutter è pari a 0.16.

Inserendo questi dati in un foglio di calcolo si ottiene una capacità massima di smaltimento pari a 228 m³/sec con un'altezza di 2 metri (anziché i tre metri reali).

CARATTERISTICHE SEZIONE			
DATI NOTI (da inserire)			
H ⇒	3,00	ALTEZZA [m]	
a ⇒	9,00	[m]	
h ⇒	2,00	[m]	
p ⇒	1,50%	Pendenza	
m ⇒	0,16	Coeff. di scabrosità di Kutter	

DATI RISULTANTI			
Contorno bagnato	$\bar{P}b = a + 2h$	⇒	13,000 [m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇒	18,000 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	1,385 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 2,00 m

FORMULE (moto uniforme)			
Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI		
c	⇒	88,03
V	⇒	12,69 [m/sec]
Q	⇒	228,357 [m³/sec]

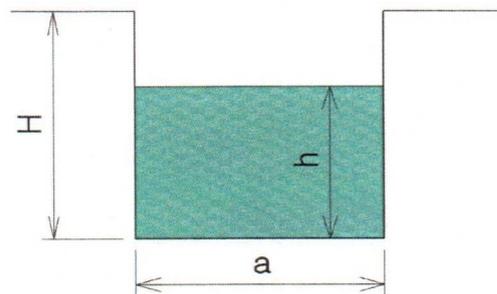
Immagine 12: calcolo della capacità di smaltimento – Foglio 1



CARATTERISTICHE SEZIONE

H	3,00	ALTEZZA [m]	p	1,3%	Pendenza
a	9,00	[m]	m	1,6	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m ³ /sec]
0,15	4,436
0,30	13,472
0,45	25,377
0,60	39,447
0,75	55,257
0,90	72,516
1,05	91,009
1,20	110,569
1,35	131,063
1,50	152,383
1,65	174,439
1,80	197,154
1,95	220,465
2,10	244,314
2,25	268,653
2,40	293,441
2,55	318,639
2,70	344,214
2,85	370,138
3,00	396,384



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente

Grafico Portata / Altezza idrometrica

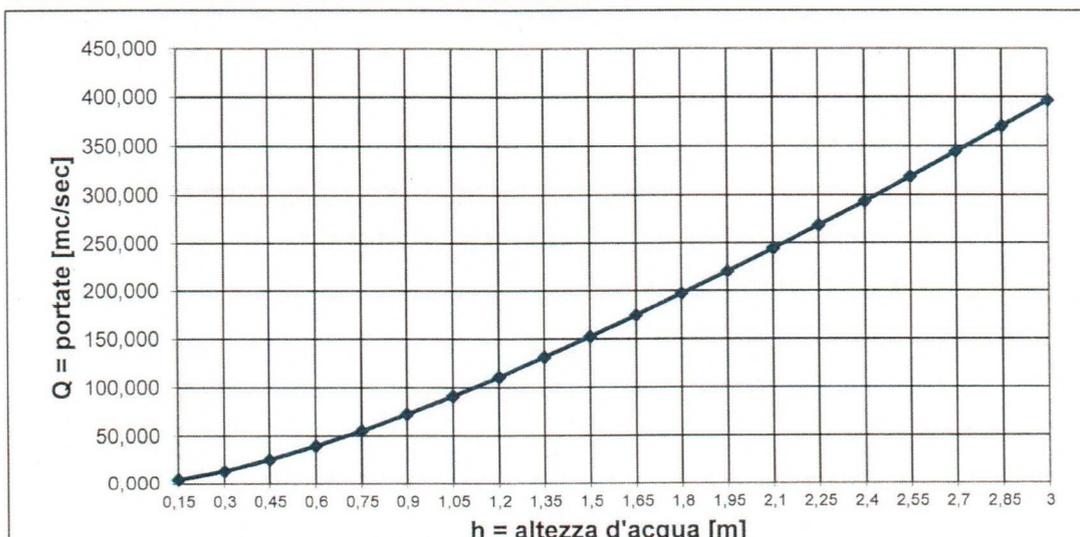


Immagine 13: calcolo della capacità di smaltimento – Foglio 2

La capacità di smaltire 132 m²/sec nella sezione esaminata viene raggiunta con un innalzamento del livello idrico di 1.36 m.



La seconda sezione di chiusura del sottobacino ha forma trapezoidale con larghezza 10 metri ed altezza 3 e 2.5 metri, una parete è praticamente verticale mentre quella in destra idrografica è inclinata a 35°. Le pareti sono realizzate in terra con presenza di abbondante vegetazione.

La pendenza media è stata calcolata in 1.5% e la scabrosità di Kutter è pari a 0.36.

Inserendo questi dati nel foglio di calcolo si ottiene una capacità massima di smaltimento pari a 353 m³/sec con un'altezza di 2,4 metri (anziché i tre metri reali).

Ricordando che pochi metri a valle vi è un attraversamento da parte di un tubo catramato con altezza 1,7 metri si nota che con un innalzamento del livello di flusso di 1.65 metri è possibile smaltire 197 m³/sec.

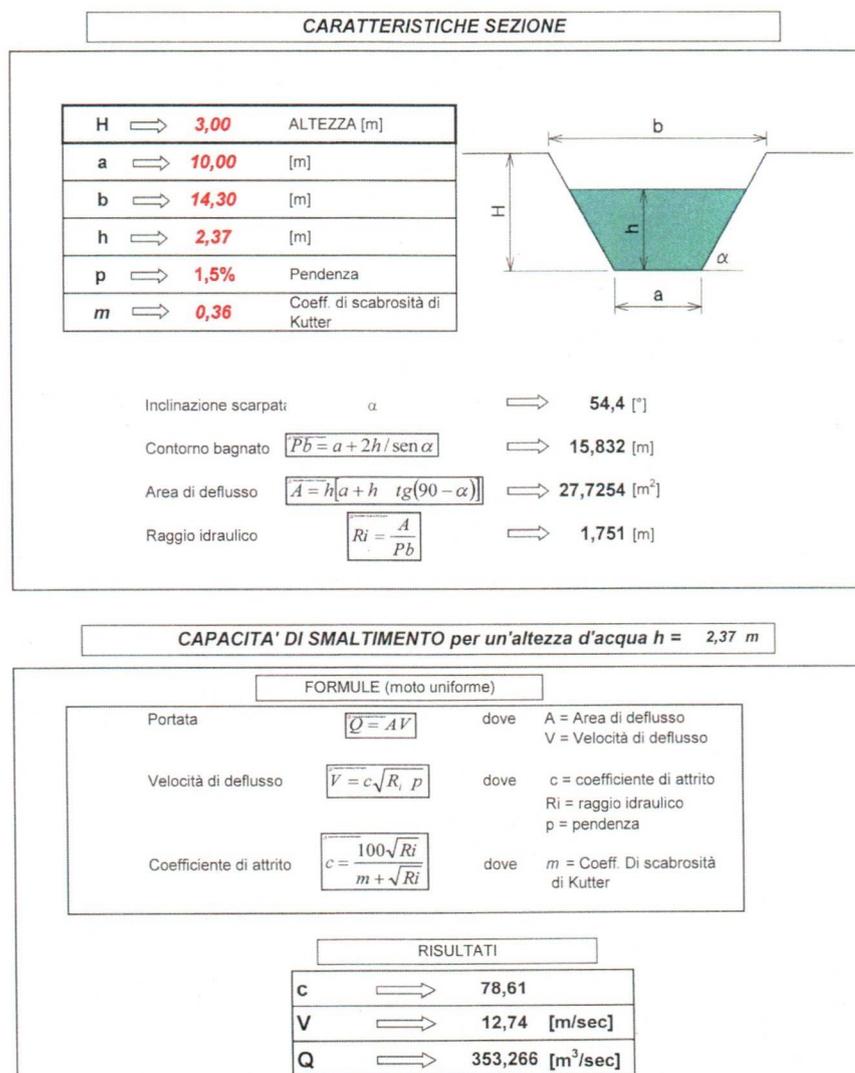


Immagine 14: calcolo della capacità di smaltimento – Foglio 2

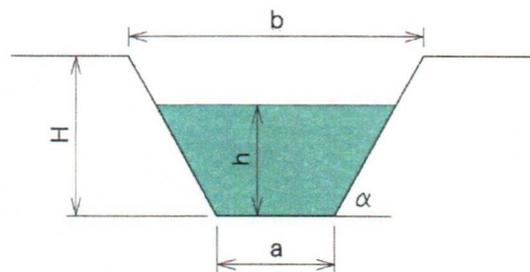


CARATTERISTICHE SEZIONE

H	3,00	ALTEZZA [m]
a	10,00	[m]
b	14,30	[m]

p	1,5%	Pendenza
m	0,36	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m ³ /sec]
0,15	3,657
0,30	11,978
0,45	23,634
0,60	38,048
0,75	54,876
0,90	73,885
1,05	94,906
1,20	117,813
1,35	142,509
1,50	168,917
1,65	196,974
1,80	226,630
1,95	257,844
2,10	290,582
2,25	324,817
2,40	360,525
2,55	397,687
2,70	436,287
2,85	476,312
3,00	517,753



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente

Grafico Portata / Altezza idrometrica

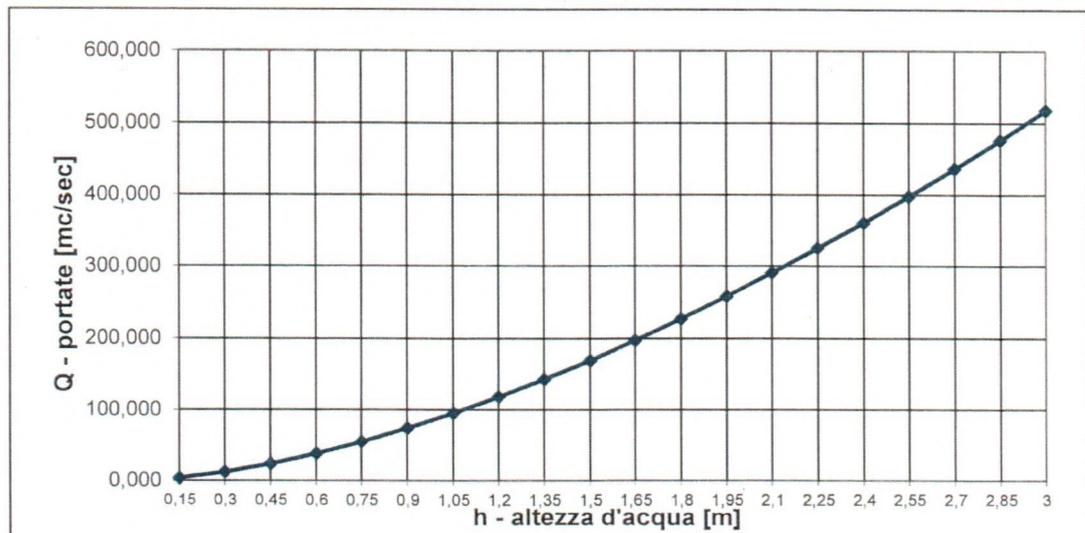


Immagine 15: calcolo della capacità di smaltimento – Foglio 2



8 . Conclusioni

Lo studio di compatibilità idraulica di sottobacino del T. Lesina alle sezioni di chiusura di Bonate Sopra – Bg è stato redatto sulla base di analisi e sopralluoghi nelle aree di studio, lo stesso tiene conto del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) di cui alla Legge 183/1989 ed in particolare alla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" cui la presente si allinea.

Inoltre è stato consultato il D. M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni" in particolare il Cap. 5 – Ponti ed il punto 5.1.2.3. – compatibilità idraulica.

Il presente studio è costituito da una relazione idraulica che determina l'ondata di massima piena da attendersi con vari tempi di ritorno, nella stessa relazione sono state inserite le dimensioni dell'alveo e la determinazione della sua capacità di contenere la stessa ondata di piena,

Nello stesso studio sono state inserite ed utilizzate alcune parti di idrogeologia con lo scopo di verificare il valore d'infiltrazione a scala di sottobacino e, di conseguenza, il valore del ruscellamento.

La verifica idraulica di sottobacino del T. Lesina presenta due sezioni di chiusura, distanti tra di loro circa 120 metri.

La sezione di monte è posta in corrispondenza di un ponte stradale esistente tra via S. Rocco e via Nullo in Comune di Bonate Sopra.

La quota assoluta di fondo alveo è 224 m slm.

Il ponte ha una sezione rettangolare con base di 9 metri ed altezza di 3 m. le pile si presentano in calcestruzzo ben liscio, in buone condizioni senza presenza di vegetazione. In corrispondenza del ponte il T. Lesina fa una curva di 122° verso la sinistra idrografica con conseguenza di depositare nell'incavo e di erodere sul lato opposto.

La sezione di valle dovrà ospitare una passerella pedonale e ciclabile al momento non presente.

La quota assoluta di fondo alveo è di 222.4 m slm, la pendenza tra le due sezioni è pari a 1,5%.

La sezione ha forma trapezia di cui la sponda in sinistra idrografica è quasi verticale con altezza 3 metri, la base è larga 10 metri e la sponda in destra idrografica è alta 2.5 metri ma inclinata a 35°.

Le due sponde sono colonizzate da vegetazione arbustiva ed erbacea, il fondo appare naturale con presenza di ciottoli che mostrano un incipiente embricamento. Sono presenti rifiuti quali plastiche, stracci e cartacce fino ad un'altezza di 1,55 metri dal fondo dell'alveo.



Pochi metri a valle della seconda sezione è presente un attraversamento rappresentato da un tubo catramato che attraversa l'alveo del T. Lesina ad un'altezza di 1,70 metri; su di esso non sono state rilevate presenze di rifiuti, indizio che da quando è stato posato le piene non sono mai arrivate a tale quota.

I principali parametri relativi alla forma del sottobacino sono:

La quota massima è pari a 1.398 m slm, la minima a 224 m slm; la superficie del sottobacino è di 27.8066 Km² Il drenaggio superficiale è piuttosto intenso pari a 3.19 Km di alveo al Km², la lunghezza dell'asta principale è 16.56 Km.

L'infiltrazione media del sottobacino è 0.4

L'altezza media è 417.48 m slm.

Dal sito di ARPA Lombardia sono stati ricavati i valori di pioggia critica e le varie curve segnalatrici.

Il tempo di corrivazione (Tc) è pari a 4.36 ore (4 ore e 21 minuti).

La Portata di massima piena (Qmax) è di 132 m³/sec.

La capacità di smaltimento alla prima sezione (rettangolare) è pari a 228 m³/sec con un'altezza di 2 metri

228 m³/sec > 132 m³/sec verificato

La seconda sezione (trapezoidale) ha capacità di smaltimento di 353 m³/sec con un'altezza di 2,4 metri.

Ricordando che pochi metri a valle vi è un attraversamento da parte di un tubo catramato con altezza 1,7 metri si nota che con un innalzamento del livello di flusso di 1.65 metri è possibile smaltire 197 m³/sec.

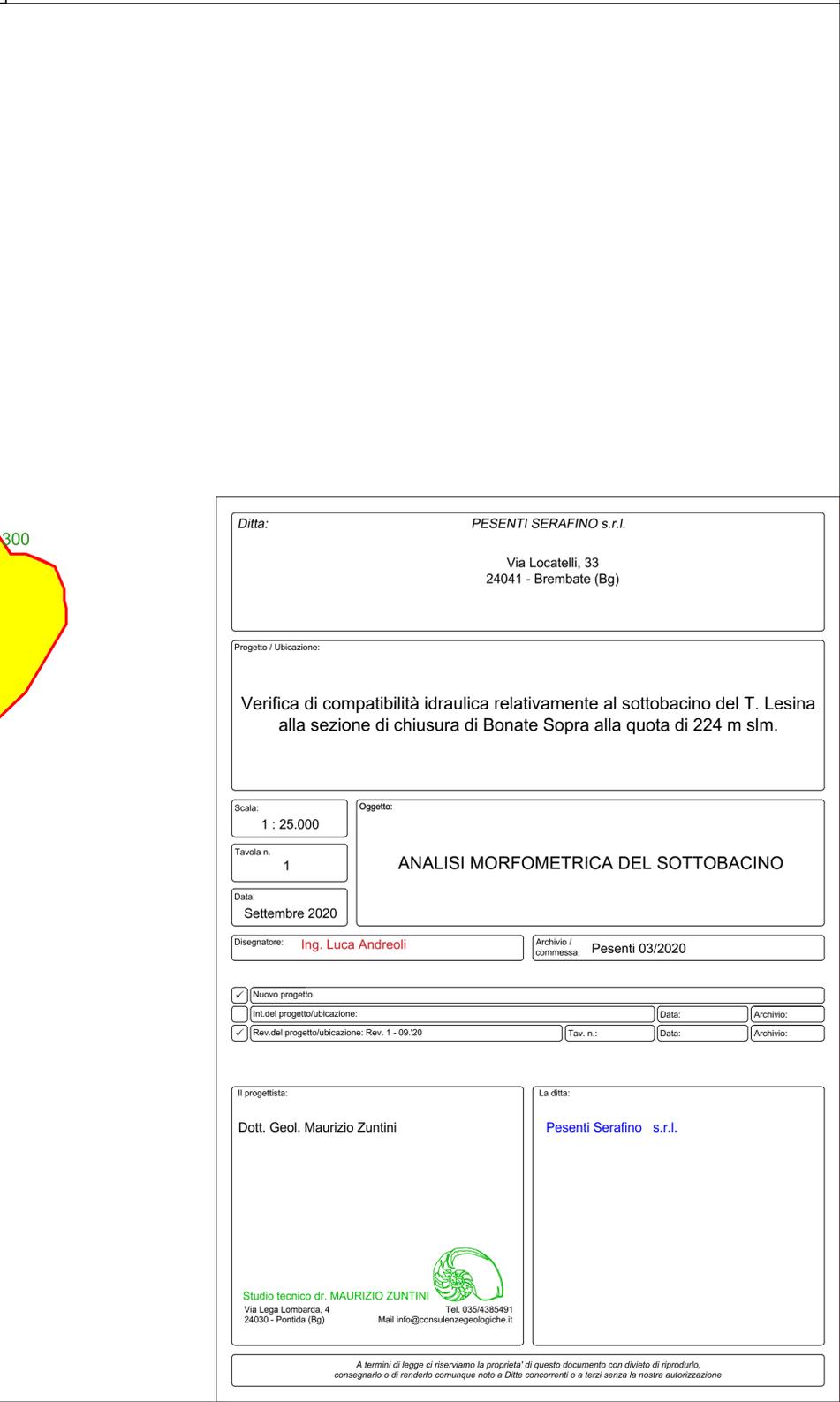
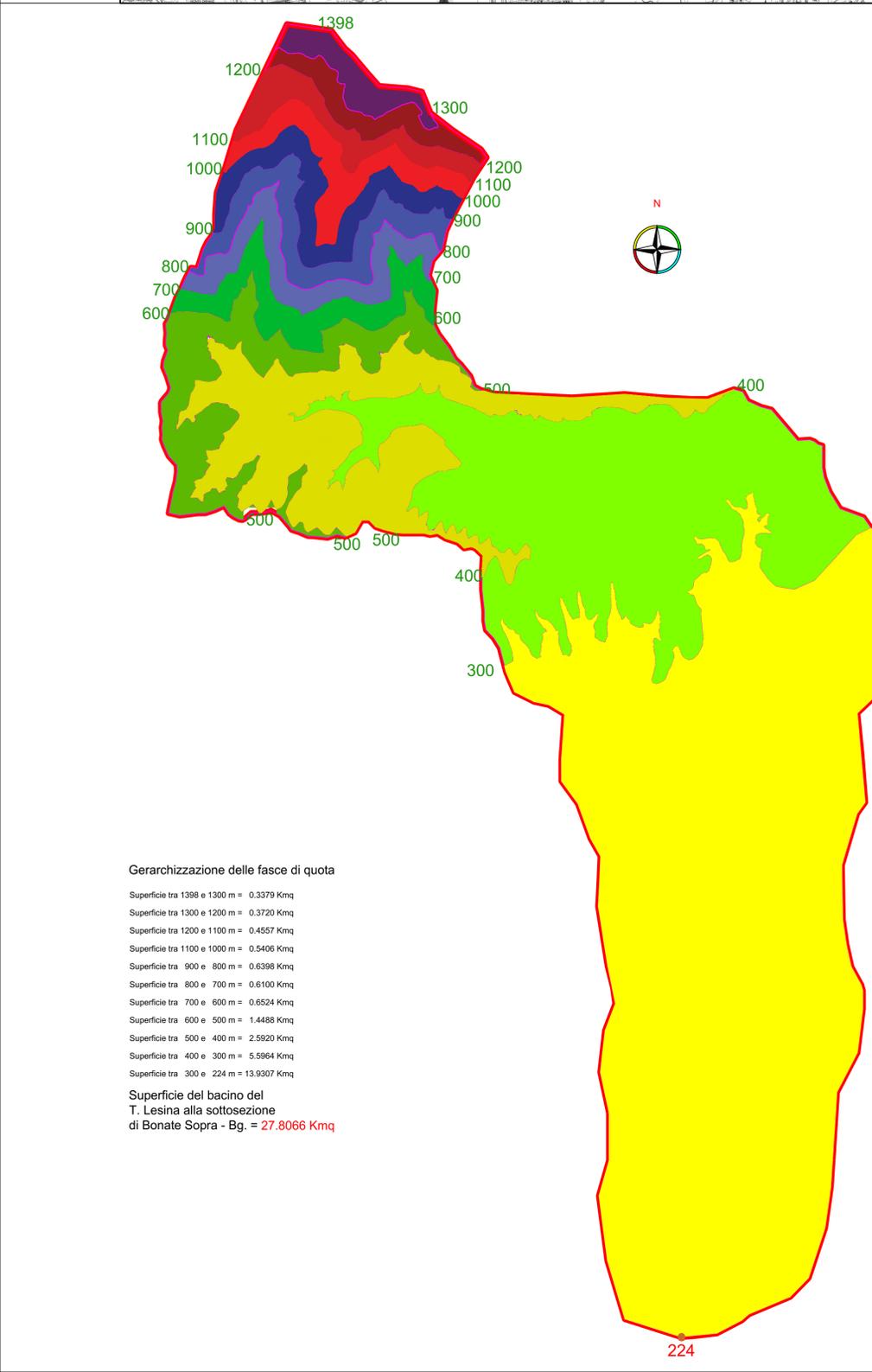
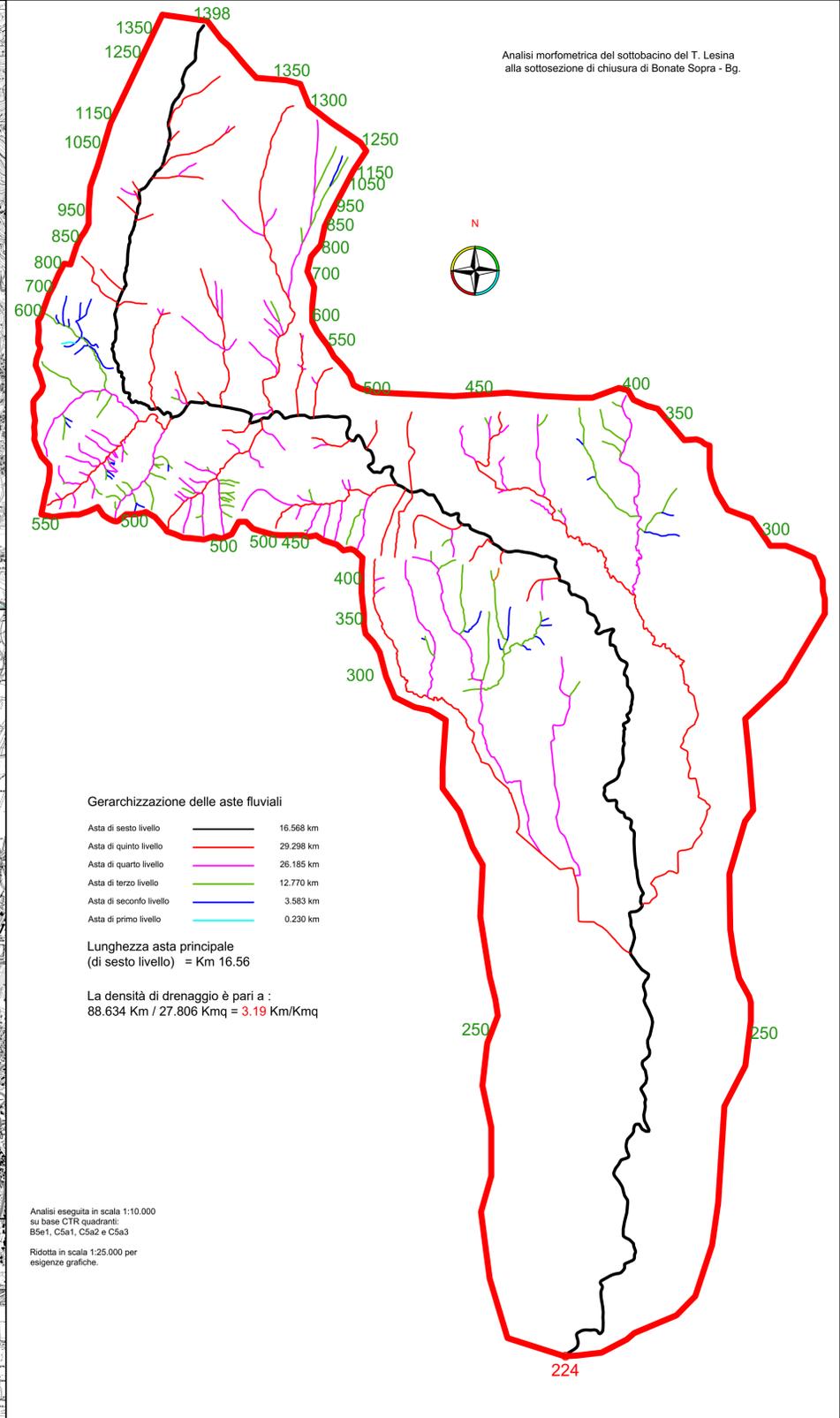
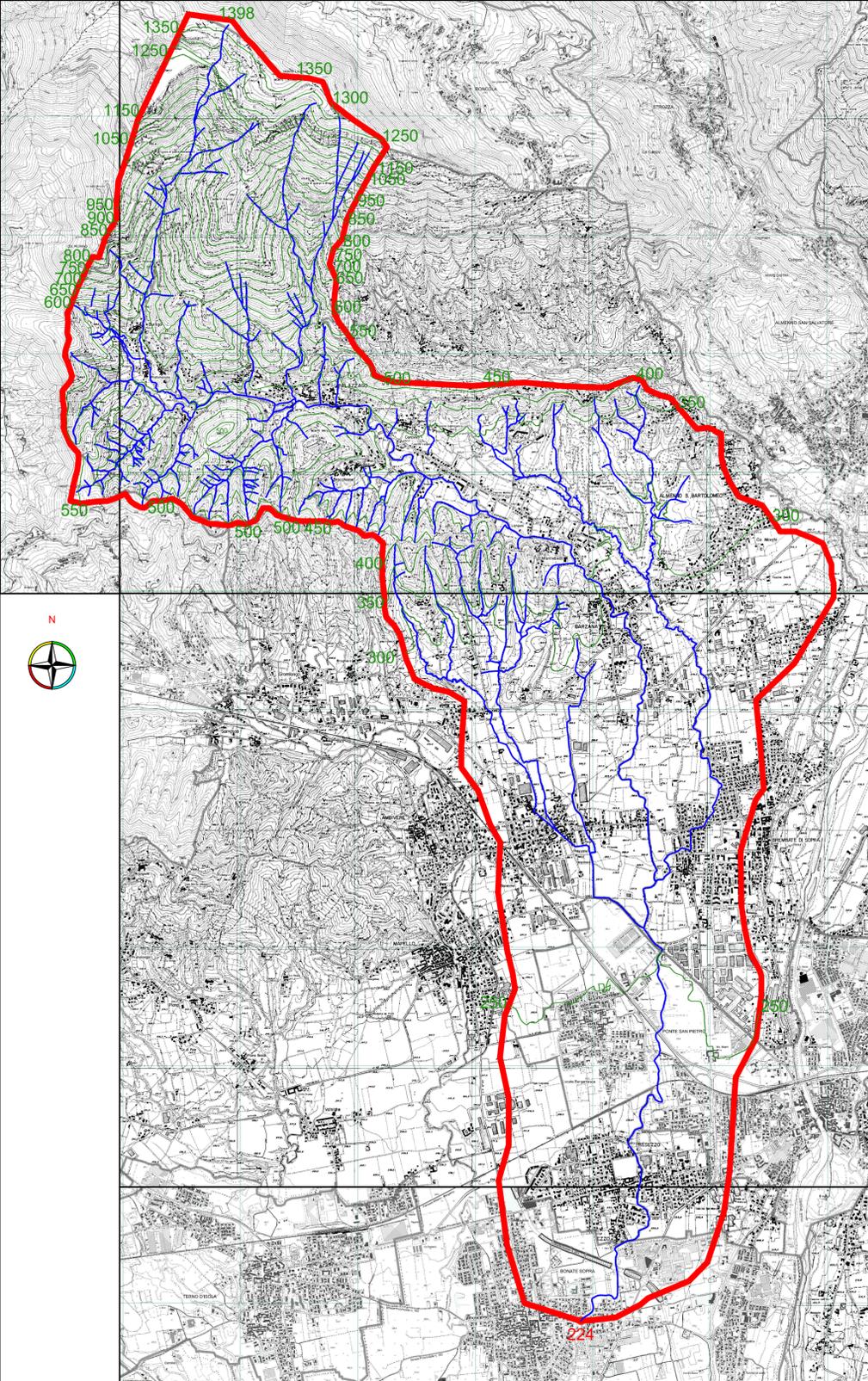
197 m³/sec > 132 m³/sec verificato

Dott. Geol. Maurizio Zuntini

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

Settembre, 2020





Ditta: PESENTI SERAFINO s.r.l.
Via Locatelli, 33
24041 - Brembate (Bg)

Progetto / Ubicazione:
Verifica di compatibilità idraulica relativamente al sottobacino del T. Lesina
alla sezione di chiusura di Bonate Sopra alla quota di 224 m slm.

Scala: 1 : 25.000
Objetto: ANALISI MORFOMETRICA DEL SOTTOBACINO

Tavola n.: 1
Data: Settembre 2020

Disegnatore: Ing. Luca Andreoli
Archivio / commessa: Pesenti 03/2020

Nuovo progetto
 Int.del progetto/ubicazione:
 Rev.del progetto/ubicazione: Rev. 1 - 09/20

Il progettista: Dott. Geol. Maurizio Zuntini
La ditta: Pesenti Serafino s.r.l.

Studio tecnico dr. MAURIZIO ZUNTINI
Via Lega Lombarda, 4
24030 - Pontida (Bg)
Tel. 035/4385491
Mail info@consulenzageologiche.it

A termini di legge ci riserviamo la proprietà di questo documento con divieto di riproduzione,
consegnarlo o di renderlo comunque noto a Dittie concorrenti o a terzi senza la nostra autorizzazione