

PROVINCIA DI PERUGIA

COMUNE DI DERUTA

LOCALITA':

DERUTA

COMMITTENTE:

COMUNE DI DERUTA

OGGETTO:

REDAZIONE DELLA VARIANTE
GENERALE AL VIGENTE P.R.G.
Parte strutturale

TAV:

RGG_00

OPERA:

STUDIO IDRAULICO INTEGRATIVO
SUL FOSSO DEL PISCINELLO

SCALA: Varie

FILE: 018-2016

DATA: Maggio 2016



Studio Geologi Associati

Via XX Settembre, 76
06124 PERUGIA
Tel/Fax 075 5721231
www.studiogeologiassociati.eu
info@studiogeologiassociati.eu

dott. geol. Luciano Faralli
dott. geol. Nello Gasparri
dott. geol. Riccardo Piccioni
dott. geol. Luca D. Venanti

dott. Geol. Nello Gasparri

Rif. archivio	Data	Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
018- 2016	05/ 2016	00	Variante Generale PRG - Delimitazione aree insondabili Fosso del Piscinello	NG	NG	

PREMESSA

Per incarico del Comune di Deruta viene redatta la seguente relazione illustrativa relativa ad uno studio idraulico condotto integrativo sul Fosso del Piscinello a Deruta al fine di delimitare le fasce di esondabilità a supporto dello studio idraulico della Variante Generale al vigente P.R.G. Parte strutturale

Nel 2007, al fine di adempiere ad una prescrizione della Provincia di Perugia relativa a dei lavori di riqualificazione di un edificio in Deruta, era stato condotto uno studio idrologico ed idraulico al fine di valutare l'efficienza idraulica dell'intubamento del Fosso del Piscinello rappresentato da un tubo in cemento con diametro di 120 cm.

Lo studio idrologico/idraulico aveva evidenziato la non efficienza idraulica dell'intubamento e di conseguenza era stata progettata un'opera di ritenuta e parzializzazione delle portate provenienti da monte.

L'opera, autorizzata ai fini idraulici dalla Provincia di Perugia e ai fini urbanistici dal comune di Deruta è stata realizzata e collaudata secondo il progetto autorizzato con un $Tr = 200$ anni.

Il progetto ha previsto la realizzazione di un'opera di sbarramento con in CA per riuscire a spuntare il picco di piena in transito e ridurre così i valori delle portate critiche, permettendone il passaggio in condizioni di sicurezza nei tratti coperti di valle.

In allegato:

- Foto aerea con delimitazione aree inondabili $TR=200$ anni alla scala 1:1000 (derivata dallo studio condotto dallo Studio SGA nel 2007);
- Relazione idrologica/idraulica relativa allo studio del Fosso del Piscinello con progetto opera di parzializzazione portate redatta dallo Studio SGA (2007) (con tavola fuori scala).

Fosso del Piscinello

ACQUA



TUBO IN CEMENTO ϕ 160 CM

3

sbarramento (L = 80 m circa)

LUNGHEZZA M.140
DISlivELLO A-B/M. -7,84
Pendenza MEDIA 5,6%

estensione massima della superficie allagata con piena $Tr=200$ anni
(circa 2340 mq alla quota di 194,10 m s.l.m.)

Area di inondazione per $Tr=200$ anni
Disciplina di cui all'art. 29 delle N.T.A. del P.A.I.



Scala 1:1000

PROVINCIA DI PERUGIA

COMUNE DI DERUTA

LOCALITA':

DERUTA

COMMITTENTE:

EDILMARGHERITA DI PASTORELLI M. & C. SNC

OGGETTO:

STUDIO IDRAULICO PER
REALIZZAZIONE OPERA
DI TRATTENUTA E PARZIALIZZAZIONE
PORTATE FOSSO PISCINELLO

TAV.:

IDR_01

OPERA:

RELAZIONE IDRAULICA

SCALA: ----

FILE: 098 - 2007

DATA: Dicembre 2007



dott. geol. Luciano Faralli
dott. geol. Nello Gasparri
dott. geol. Riccardo Piccioni
dott. geol. Luca D. Venanti

Via XX Settembre, 76
06124 PERUGIA
Tel/fax 075/5721231
www.studiogeologiassociati.eu
info@studiogeologiassociati.eu

dott. geol. Nello Gasparri

Rif. archivio	Data	Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
098 - 2007	Dicembre 2006		Relazione idraulica	N.G.	N.G.	N.G.

INTERVENTO PROGETTUALE	2
VALUTAZIONI IDROLOGICHE.....	6
DETERMINAZIONE DELLE PORTATE AL COLMO DI PIENA	6
IDROGRAMMI DI PROGETTO.....	9
LAMINAZIONE DELL'ONDA DI PIENA E FUNZIONAMENTO IDRAULICO DELLA VASCA.....	12
SCARICO DI FONDO	15
SCARICO DI SUPERFICIE.....	17
TABELLE E GRAFICI DELLE GRANDEZZE IDRAULICHE.....	19

INTERVENTO PROGETTUALE

La realizzazione della vasca di laminazione sul Fosso del Piscinello, a monte dell'abitato, si rende necessaria per riuscire a spuntare il picco di piena in transito e ridurre così i valori delle portate critiche, permettendone il passaggio in condizioni di sicurezza nei tratti coperti di valle.

La Provincia di Perugia, infatti, con Determinazione n. 6507 del 13.07.2004 del Dirigente dell'Area Promozione Risorse Ambientali – Servizio Difesa e Gestione Idraulica ha autorizzato la realizzazione di uno scatolare e lo spostamento di un tratto di valle del fosso con la seguente prescrizione: *“si dovrà provvedere alla contestuale realizzazione di un'opera di trattenuta e parzializzazione delle portate a monte che consenta il transito di un accettabile valore di portata, con adeguato franco, all'interno della tubazione da 120 cm posta a valle. In alternativa potranno essere realizzate opere di adeguamento della tubazione esistente. [...]”*

La massima portata transitabile in sicurezza nel tratto di valle coperto con tubazione circolare in cemento vibrato di diametro 120 cm, lavori in parte realizzati a suo tempo dal Genio Civile, è stimabile in $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$. Tale valore, indicato nella relazione idraulica a corredo del progetto oggetto della sopra citata autorizzazione ai fini idraulici, è stato infatti verificato imponendo un riempimento del 50% della condotta (60 cm d'acqua e altrettanti di franco) e imponendo la scabrezza di Manning pari a $0.013 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ (tipica per condotte in cemento vibrato) e la pendenza minima del profilo di fondo all' $8.4^0/100$, come da rilievo topografico.

Sulla base quindi dell'ipotesi progettuale di una portata smaltibile a valle di $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$ è stato condotto il dimensionamento della vasca di laminazione da realizzare a monte dell'abitato del “Borgo” di Deruta, risultando assolutamente più oneroso l'eventuale intervento di completo rifacimento delle condotte, così come proposto nella ipotesi alternativa contenuta nella prescrizione dell'autorizzazione provinciale.

Le valutazioni idrologiche sono state riferite innanzitutto alla portata critica duecentennale, quella caratteristica per la progettazione di opere di messa in sicurezza idraulica secondo i recenti orientamenti dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere; tale impostazione consentirà di superare la condizione di rischio idraulico elevato per tutte le aree urbane di valle interferenti col Fosso del Piscinello.

Altri elementi fondamentali per la progettazione sono stati quelli di proporre un'opera di sbarramento il più possibile contenuta, interventi in alveo a minimo impatto ambientale (e quindi utilizzando massi sciolti in pietra) e, soprattutto, andando a ricercare una collocazione della vasca che unisse la funzionalità idraulica al mantenimento delle condizioni ambientali e alla fruibilità dei terreni, interessando aree già storicamente colpite da fenomeni di allagamento.

Avendo individuato l'area di intervento ottimale a ridosso del parcheggio inferiore del cimitero, per riuscire a soddisfare gli altri requisiti sopra detti sono state prese in considerazione diverse ipotesi di progetto relativamente alle quote ed alla lunghezza della soglia di sfioro della cassa, nonché al dimensionamento dello scarico di fondo (bocca tarata): tenuto conto di una quota di fondo della vasca utile ai fini della laminazione di 192.00 m s.l.m. (quota di sommità spondale del fosso) la soluzione più appropriata è quella che prevede:

- ✓ uno sbarramento in cemento armato o, in alternativa, costituito da un rilevato in terra con nucleo centrale impermeabile, con una quota di sommità arginale pari a 194.80 m s.l.m.: tale quota garantisce un franco di oltre 50 cm rispetto alla piena cinquecentennale e di oltre 70 rispetto a quella duecentennale;
- ✓ una bocca tarata, appena al di sopra della quota di scorrimento del fosso, a sezione quadrata di lato 60 cm con imbocco arrotondato e griglia, di lunghezza di poco superiore ai 4 m per permettere, a monte dello sbarramento, la realizzazione di un accesso agricolo alle proprietà poste in sinistra idraulica;
- ✓ una soglia di sfioro a sezione trapezia in cemento armato e profilo Craeger-Scimemi con le seguenti caratteristiche idrauliche:
 - quota della soglia di stramazzo 194.10 m s.l.m.
 - lunghezza 2.50 m
 - altezza del petto 2.10 m
 - altezza della gaveta 0.70 m
 - coefficiente di efflusso 0,48, grazie al profilo Craeger-Scimemi, per contenere al massimo lo sviluppo sia trasversale che longitudinale della soglia;

- ✓ una vasca, con relativo elemento di dissipazione, a valle dell'opera di sbarramento, per smorzare gli effetti energetici della corrente e creare, mediante massi sciolti, il raccordo al fosso.

Un siffatto intervento, con altezza dello sbarramento di soli 2.80 m rispetto al piano campagna e senza scavi sui terreni allagabili, consente di contenere completamente la piena duecentennale senza sfioro superficiale (quota massima in vasca 194.06 con soglia a 194.10 m s.l.m.) e quindi oltre alla laminazione della portata, garantisce il trattenimento di eventuale materiale galleggiante; la particolare inclinazione della griglia a monte dell'imbocco della bocca tarata, garantisce inoltre il progressivo sollevamento dell'eventuale materiale flottante al crescere del livello idrico nel fosso. Il mantenimento delle attuali morfologie dei terreni allagabili a monte dell'opera di sbarramento permette infine il mantenimento delle loro conduzioni agricole.

Il dimensionamento dell'opera di sfioro superficiale è stato invece condotto con riferimento all'idrogramma cinquecentennale (evento ultimo di riferimento per il Piano Comunale di Protezione Civile), l'effetto di laminazione determina una quota massima in vasca di 194.28 m s.l.m.: è quindi garantito un franco di 52 cm rispetto al coronamento posto a 194.80.

Al transito della piena duecentennale la bocca tarata è in grado di smaltire una portata massima di 1.6 m³/s, che sommata agli 0.2 m³/s, generati dall'interbacino posto tra l'opera di sbarramento e la prima sezione di valle con condotta circolare da 120 cm, determina il valore di verifica a tubo mezzo pieno descritto inizialmente di 1.8 m³/s; la soglia di sfioro superficiale come detto non entra in funzione per tale evento.

L'idrogramma cinquecentennale invece cimenta la soglia di sfioro con un efflusso di 0.4 m³/s (18 cm di carico fra i 194.28 di quota di massimo invaso e i 194.10 della soglia) che sommati agli 1.7 m³/s scaricati dalla bocca tarata (condizionata da un carico idraulico a 194.28 m s.l.m. maggiore rispetto all'evento duecentennale) vanno a costituire, insieme al contributo dell'interbacino, una portata complessiva verso le tubazioni di valle di poco superiore ai 2,3 m³/s: le caratteristiche geometriche ed idrauliche del tratto con tubi in cemento da 120 cm permettono di sopportare tale deflusso con un franco di circa 50 cm.

L'evento duecentennale determina un volume massimo di invaso di 2385 m³, quello cinquecentennale di quasi 3000, le due piene hanno una durata della laminazione in vasca rispettivamente di circa 90 e 100 minuti.

VALUTAZIONI IDROLOGICHE

DETERMINAZIONE DELLE PORTATE AL COLMO DI PIENA

La valutazione della portata di picco della piena di riferimento viene svolta con la metodologia proposta dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere negli Allegati alle Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), "Procedura per la definizione delle fasce fluviali e delle zone di rischio - Appendice A.I.1. : Procedura per il calcolo della piena di riferimento".

Saranno oggetto di verifica le condizioni critiche determinate dalle piogge con tempo di ritorno di 200 anni, per il dimensionamento dello scarico di fondo, e 500 anni, di riferimento per il dimensionamento dello scarico di superficie.

I tempi di ritorno adottati sono stati fissati in funzione della riduzione del rischio idraulico che si vuole perseguire: la scelta del tempo di ritorno duecentennale tiene conto dei più recenti indirizzi adottati dall'Autorità di bacino in materia di messa in sicurezza di aree a rischio.

La procedura adottata per la valutazione della portata al colmo di piena prevede di ricostruire, innanzitutto, la legge di pioggia assumendo che la massima piena avvenga per precipitazioni con durata pari al tempo di corrivazione del bacino, deducibile dalla classica formulazione di Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{h_m}}$$

essendo:

- S la superficie del bacino idrografico, [km²];
- L la lunghezza dell'asta idraulica principale, [km];
- h_m l'altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura, [m].

Il metodo proposto dall'ABT prevede la determinazione della latitudine del centroide della pioggia, nel caso specifico, vista l'esiguità delle aree, si considererà un unico valore per le diverse zone scolanti: nota la latitudine in gradi e millesimi si ricavano dallo stralcio della Tabella 1 sotto riportata i valori dei parametri Z/L e Z/Y per interpolazione lineare, da inserire poi nella relazione:

$$s_1 = 90 \cdot \frac{Z}{L} - 11,4 \cdot \frac{Z}{Y}$$

da cui si ottiene il valore della pioggia unitaria di riferimento, espressa in mm, pari a:

$$E[h_1] = (s_1 + 1) \cdot 29$$

Valutato poi in Tabella 2 il valore del termine K_T in funzione del tempo di ritorno, la pioggia caratteristica per le diverse durate d (1, 3, 6, 12, e 24 ore) si ottiene dalla:

$$h_{d,T} = K_T \cdot E[h_1] \cdot d^{0,29}$$

latitudine	Z/L	Z/Y
42.9	0.01631	0.13224
42.95	0.01574	0.12873
42.967	0.01554	0.12754
43.017	0.01495	0.12397
43.033	0.01475	0.12277
43.05	0.01455	0.12156
43.083	0.01415	0.11912

Tabella 1: valori di Z/L e Z/Y per le latitudini prossime alla zona di interesse.

T anni	K_T
100	2.376
200	2.7036
500	3.1442

Tabella 2: valori del coefficiente K_T , in funzione del tempo di ritorno.

Nel caso specifico a fronte di una latitudine di circa 42°,950 si ottengono i valori di 0,01574 e 0,12873 rispettivamente per il termine Z/L e Z/Y , con conseguente $s_1 = -0,05092$. La pioggia unitaria di riferimento è quindi $E[h_1] = 28$ mm.

A fronte di un valore di K_T pari a 2.7036 per l'evento duecentennale si ottiene una altezza di pioggia di durata pari ad un'ora di $p_{1, 200} = 74$ mm, mentre la pioggia oraria cinquecentennale è $p_{1, 5200} = 87$ mm. Tali valori orari sono stati mantenuti a favore di sicurezza nel calcolo delle piene di progetto senza mettere in conto la riduzione dello spessore di precipitazione determinata da tempi di corrivazione inferiori all'ora.

Dal punto di vista litologico il suolo è formato prevalentemente da sabbie gialle e ghiaietto minuto, soltanto una frazione minore è costituita da arenarie in banchi e strati alternati a marne; le destinazioni d'uso prevalente, invece, sono il bosco ed il seminativo.

Tali più approfondite valutazioni di carattere idrogeologico permettono di stimare un coefficiente di deflusso K_d pari a 0.18.

Sorvolando sulle questioni relative alla riduzione della pioggia all'area, K_r , vista l'esiguità dei bacini scolanti, la portata di progetto sarà ottenuta dalla:

$$Q = \frac{S \cdot K_d \cdot p \cdot K_r}{t_c}$$

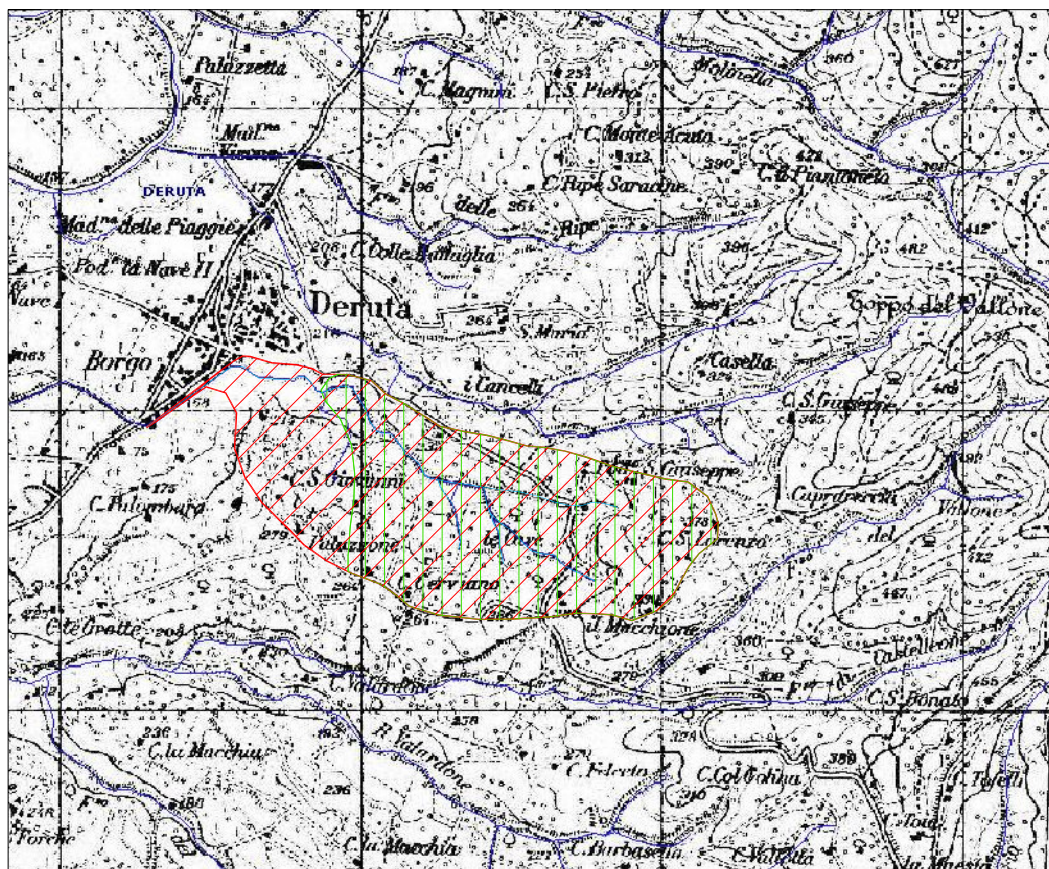
La tabella che segue riassume per i due bacini studiati, uno chiuso alla vasca di laminazione (1) e l'altro a valle in corrispondenza della porzione di fosso con tubazione da 120 cm (2), le grandezze idrologiche di interesse (tutte arrotondate ad una sola cifra decimale); le differenze tra i valori sono riconducibili al contributo dell'interbacino.

bacino 1 (vasca)			bacino 2 (tubaz.)	
Tr = 200	Tr = 500		Tr = 200	Tr = 500
0.6		S (km ²)	0.8	
1.2		L (km)	2	
90		h _m (m)	95	
0.7		t _c (ore)	0.8	
74	87	p ₁ (mm)	74	87
3.4	4	Q (m ³ /s)	3.6	4.2

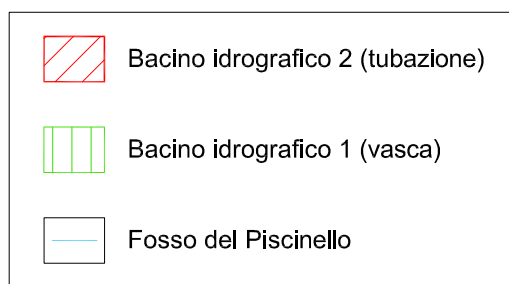
Tabella 3: Grandezze idrologiche caratteristiche dei due bacini studiati.

Di seguito si riporta, infine, uno stralcio della Carta d'Italia IGM 1:25.000, con evidenziato il reticolo idrografico ed i limiti dei due bacini idrografici studiati.

BACINI IDROGRAFICI



Base cartografica: Tavoletta NE "Deruta" del I quadrante del foglio n. 130 della Carta d'Italia IGM
scala 1:25.000



IDROGRAMMI DI PROGETTO

Il dimensionamento della cassa di laminazione e degli organi di scarico della stessa, presuppone di definire non soltanto il valore al colmo della portata di progetto, ma anche l'andamento temporale della portata, in quanto il processo di laminazione richiede la conoscenza del volume mobilitato dall'onda di piena. Per la costruzione degli idrogrammi di progetto delle piene associate al tempo di ritorno di 200 anni e 500 anni si fa riferimento a quanto disposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere nei già citati Allegati alle Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI): "Procedure per la definizione dell'idrogramma di progetto della piena di riferimento".

Per $t \leq t_c$ l'equazione rappresentativa del ramo ascendente dell'idrogramma è:

$$Q(t) = Q_0 + (Q_{\max} - Q_0) \cdot \operatorname{sen}^4\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{t}{t_c}\right)$$

Per $t_c < t \leq t_c + k$, $Q(t) = Q_{\max}$

Per $t > t_c + k$ (ramo di esaurimento dell'onda di piena) e fino al ristabilirsi della portata $Q = Q_0$, invece, l'equazione della curva è:

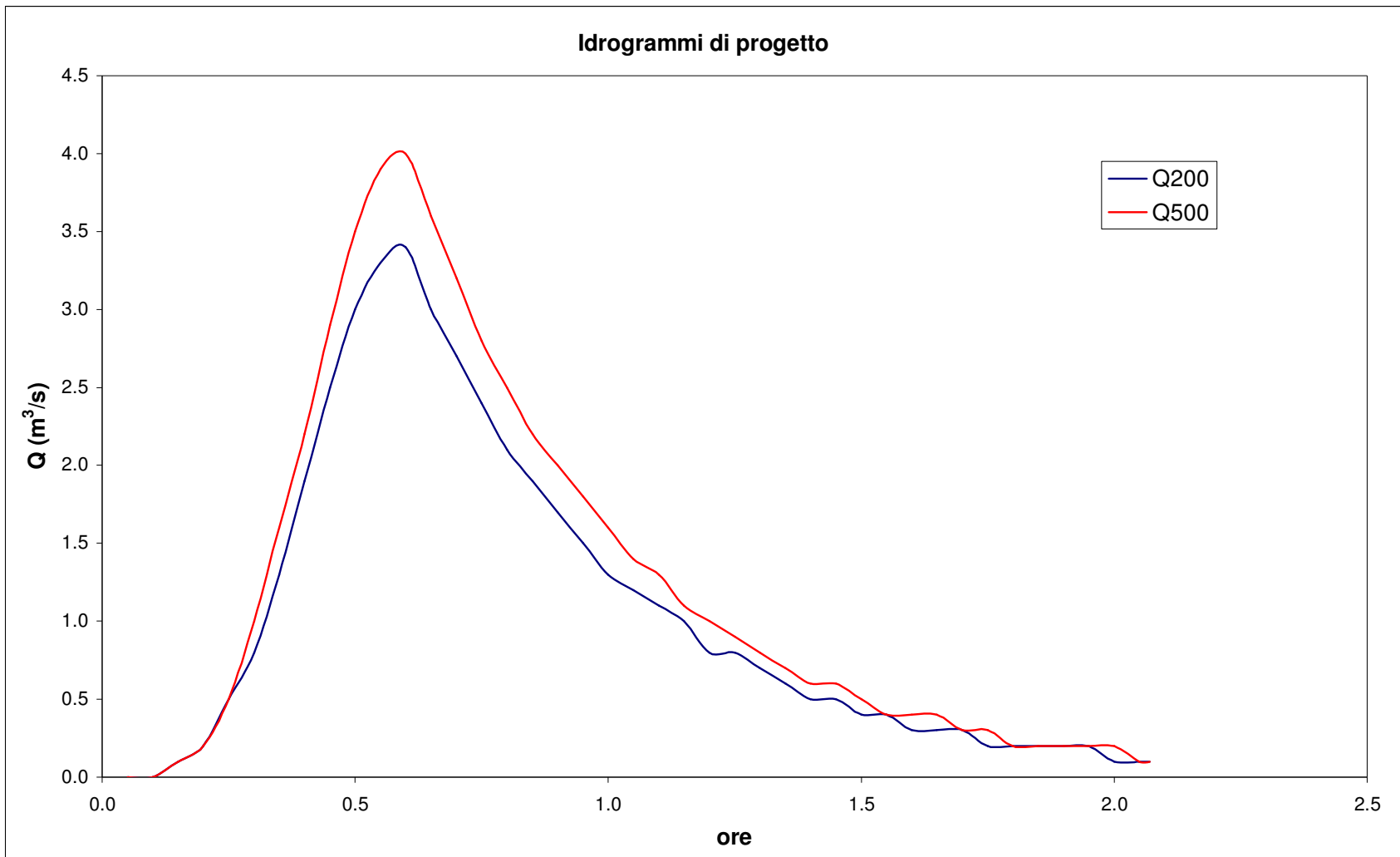
$$Q = Q_{\max} \cdot e^{-1.387\left(\frac{t}{t_c+k}-1\right)}$$

In mancanza di dati sperimentali, per piccoli bacini ($S \leq 100 \text{ km}^2$) si possono assumere $k = 0$ e $Q_0 = 0$, ottenendo pertanto un idrogramma che parte da 0, raggiunge il valore massimo in un solo istante e quindi decresce.

Scegliendo un intervallo temporale di discretizzazione pari a 3 minuti, si ottengono in corrispondenza della vasca le onde di piena duecentennale e cinquecentennale di seguito tabulate e graficate:

[minuti]	[ore]	Q 200 [m ³ /s]	Q 500 [m ³ /s]
3	0.05	0.0	0.0
6	0.10	0.0	0.0
9	0.15	0.1	0.1
12	0.20	0.2	0.2
15	0.25	0.5	0.5
18	0.30	0.8	1.0
21	0.35	1.3	1.6
24	0.40	1.9	2.2
27	0.45	2.5	2.9
30	0.50	3.0	3.5
33	0.55	3.3	3.9
36	0.60	3.4	4.0
39	0.65	3.0	3.6
42	0.70	2.7	3.2
45	0.75	2.4	2.8
48	0.80	2.1	2.5
51	0.85	1.9	2.2
54	0.90	1.7	2.0
57	0.95	1.5	1.8
60	1.00	1.3	1.6
63	1.05	1.2	1.4
66	1.10	1.1	1.3
69	1.15	1.0	1.1
72	1.20	0.8	1.0
75	1.25	0.8	0.9
78	1.30	0.7	0.8
81	1.35	0.6	0.7
84	1.40	0.5	0.6
87	1.45	0.5	0.6
90	1.50	0.4	0.5
93	1.55	0.4	0.4
96	1.60	0.3	0.4
99	1.65	0.3	0.4
102	1.70	0.3	0.3
105	1.75	0.2	0.3
108	1.80	0.2	0.2
111	1.85	0.2	0.2
114	1.90	0.2	0.2
117	1.95	0.2	0.2
120	2.00	0.1	0.2
123	2.05	0.1	0.1
124	2.07	0.1	0.1

Tabella 4: Idrogrammi di piena di progetto Tr200 e Tr500.



LAMINAZIONE DELL'ONDA DI PIENA E FUNZIONAMENTO IDRAULICO DELLA VASCA

Le valutazioni inerenti lo studio del funzionamento idraulico della cassa di laminazione ed il dimensionamento delle opere di scarico, presuppongono di stabilire, sulla base della riduzione del rischio idraulico che si vuol perseguire, l'effetto di laminazione che la vasca deve produrre relativamente al transito dell'onda di piena in alveo.

Come detto l'evento duecentennale è quello di “ messa in sicurezza” e al suo verificarsi l'opera dovrà scaricare dalla sola bocca tarata $1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ per avere una portata di sicurezza di $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$ alla tubazione in cemento posta a valle; al transito della piena cinquecentennale invece, scenario limite di riferimento per il Piano di Protezione Civile Comunale; in uscita dalla vasca (scarico di fondo, $1.7 \text{ m}^3/\text{s}$, e di superficie, $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$) si avranno $2.1 \text{ m}^3/\text{s}$: l'invaso temporaneo dei volumi di piena nella vasca di laminazione assicura la riduzione della portata di colmo a tali valori.

Per quanto riguarda, invece, le condizioni idrauliche a partire dalle quali la vasca inizia ad invadere parte del volume dell'onda di piena, sono state stabilite delle schematizzazioni per semplificare, mantenendosi comunque a favore di sicurezza, i complessi fenomeni transitori che occorrono nelle fasi iniziali e finali della piena.

Le dimensioni della bocca tarata consentono il deflusso senza sommersione dell'imbocco di portate fino a circa $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$, analogamente si è verificato che la geometria del fosso a monte dello sbarramento è in grado di contenere i volumi scaricati dagli idrogrammi per portate comprese fra gli 0.5 e gli $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$: in tali condizioni è possibile semplificare i calcoli in quanto i volumi a disposizione della laminazione vengono considerati a partire dalla quota di piano campagna ($191.98 - 192.00 \text{ m s.l.m.}$ coincidenti con la quota di sommità spondale del Piscinello), le portate “lamine” sono quelle superiori agli $0.5\text{-}0.8 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre il deflusso dalla bocca tarata, sempre con riferimento a tali quote idriche “estreme”, può considerarsi come *luce a battente in condotto idraulicamente corto*.

Il funzionamento idraulico della vasca di laminazione viene studiato assumendo l'ipotesi di riempimento sincrono, trascurando quindi gli effetti di propagazione all'interno della stessa, ed applicando un modello semplificato statico in virtù del quale risulta valida l'equazione di continuità:

$$Q_i(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

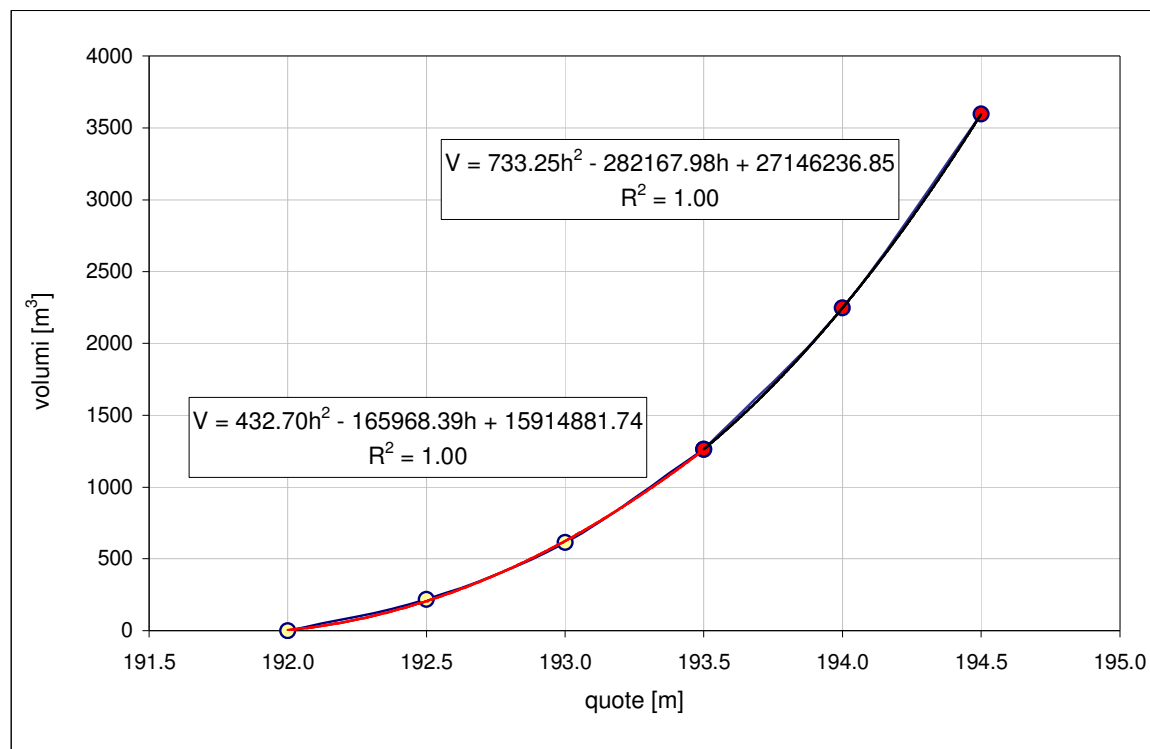
nella quale $Q_i(t)$ e $Q_u(t)$ sono le portate in ingresso ed in uscita alla cassa al tempo t e $W(t)$ è il volume invasato nella cassa allo stesso tempo.

Sulla base delle equazioni che descrivono il ramo ascendente ed il ramo di esaurimento dell'idrogramma di piena di progetto è possibile associare ciascun valore in arrivo da monte $Q_m, (Q_i)$, al corrispondente istante temporale, conseguentemente per via iterativa viene determinato il livello idrico in vasca che influenza a sua volta le portate defluite verso valle dagli scarichi $Q_v, (Q_u)$. Il procedimento iterativo, dal quale si ottiene l'idrogramma dell'onda di piena laminata, si basa sulla discretizzazione del processo rispetto alla variabile temporale, sulla media delle portate per ciascun intervallo temporale e sulla definizione, grazie alla legge d'invaso, dell'andamento dei volumi all'interno della cassa di laminazione.

La curva di invaso caratteristica della vasca viene definita in funzione delle caratteristiche morfologiche dei terreni allagati, essa consente di determinare l'andamento del grafico di riempimento e di svuotamento che associa ad ogni istante temporale il corrispondente valore del livello idrico nella cassa.

La tabella che segue contiene i dati per la costruzione della curva quote-aree e di quella di invaso quote (h)-volumi(V) entrambe caratteristiche della vasca e dedotte dal piano quotato e dalle linee di livello risultanti dal rilievo topografico di dettaglio dell'area; la curva di invaso è graficata per ricavare la corrispondente legge e risulta ben descritta da due equazioni distinte rispettivamente per quote inferiori e superiori a 193.50 m s.l.m.

Curve quote-aree-volumi		
quota	area	volumi
[m s.l.m.]	[m ²]	[m ³]
192.00	278	0
192.50	590	217
193.00	997	614
193.50	1602	1264
194.00	2331	2247
194.50	3068	3597



SCARICO DI FONDO

L'opera presenta uno scarico di fondo sempre aperto, bocca tarata quadrata di lato 60 cm con spigoli arrotondati per "invitare" la corrente, impostato ad una quota di 191.00 m s.l.m. (20 cm al di sopra del fondo del fosso) e quindi con estradosso a 191.60: avendo indagato la laminazione a partire da una quota idrica in vasca di 191.98 il funzionamento di tale scarico presenta un carico idrico maggiore di 1.5 volte l'altezza dell'apertura. La condotta ha lunghezza di poco inferiore ai 4.5 m e pendenza superiore al 2%; all'uscita è presente il muretto e la vasca di dissipazione: in virtù delle descritte caratteristiche geometriche ed idrauliche del tombino, lo stesso è stato verificato come idraulicamente corto e quindi può essere calcolato come luce a battente.

Il comportamento idraulico di un tombino dipende da numerosi fattori, quali le caratteristiche geometriche (principalmente la forma dell'imbocco ed il tipo di sezione), la pendenza e le condizioni idrometriche di monte e di valle. In base alle considerazioni precedentemente esposte il funzionamento della luce quadrata da 60x60 cm sarà a superficie libera, il distacco della vena dalla parete superiore del tombino avviene all'imbocco e si mantiene tale grazie alla presenza di un tubo aeroforo inserito nel corpo del manufatto, migliorandone con ciò l'efficienza. Infatti per valutare se l'imbocco dello scarico risulti sommerso, occorre stimare il valore limite H^* del carico, valutato rispetto al fondo della sezione di ingresso:

$$H^* = 1.5 \cdot D = 1.5 \cdot 0.6 = 0.90 \text{ m}$$

Il carico corrispondente al minimo livello di invaso, sempre valutato rispetto alla quota di imbocco, è invece pari a:

$$H = 191.98 - 191.00 = 0.98 \text{ m},$$

poiché $H > H^*$, si può concludere che l'imbocco dello scarico è da considerare sommerso.

Ulteriori valutazioni, basate sui valori riassunti in tabella e su un apposito grafico i cui dati di ingresso sono costituiti dalla pendenza e dai rapporti L/D ed r/D (con i significati sotto riportati), consentono di stabilire che il tombino è idraulicamente corto:

SCARICO DI FONDO (tombino quadrato in cla, imbocco smussato)			
base B		600	[mm]
altezza D		600	[mm]
raggio curvatura imbocco r		0.15	[m]
	r/D	0.025	[-]
lunghezza della condotta L		4.50	[m]
quota imbocco		191.00	[m slm]
quota sbocco		190.90	[m slm]
pendenza	i	0.02	[-]
	L/D	7.5	[-]

La relazione per il calcolo delle portate effluite è quindi quella classica delle luci a battente:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

dove:

- μ è il coefficiente di efflusso, pari a 0.6, nel quale si sono bilanciati gli effetti positivi dello smusso degli spigoli all'imbocco e quelli negativi legati alla presenza della griglia a monte, [-];
- A è l'area del tombino di scarico di fondo, [m²];
- h è il carico sul baricentro della luce posto a quota 191.30, [m];
- g è l'accelerazione di gravità, [m/s²].

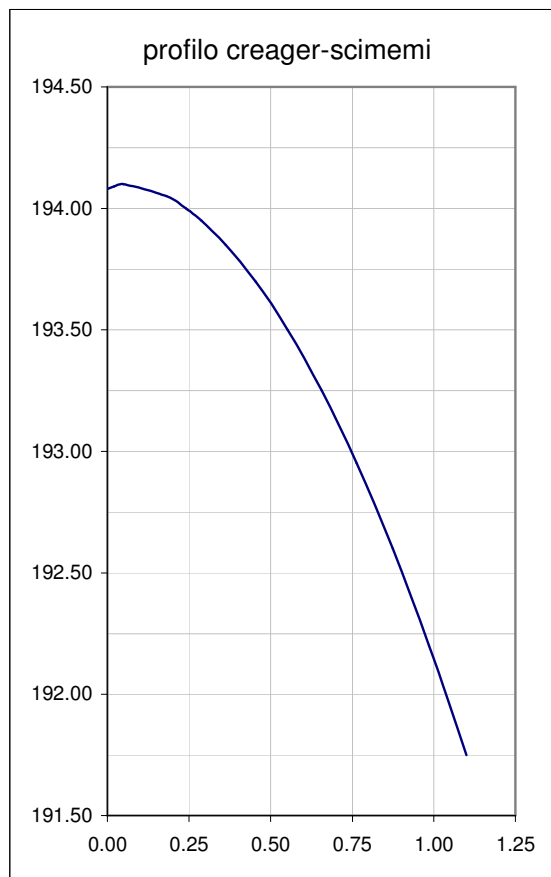
La sezione di imbocco dello scarico, che, come detto in precedenza, si trova alla quota di 191.00 m s.l.m., e la sezione di uscita, posta invece ad una quota di 190.90 m s.l.m., saranno adeguatamente protette per evitare il rischio di fenomeni erosivi localizzati: in corrispondenza della sezione di ingresso una scogliera in massi sciolti e una soletta di invito garantiranno il raccordo tra le sezioni del fosso e la bocca tarata, inoltre come detto, verrà predisposta una griglia inclinata per ridurre il rischio di occlusione dello scarico e "sollevare" il materiale galleggiante; a valle un dissipatore posto frontalmente alla corrente in uscita dal tombino, la vasca di dissipazione e il raccordo con scogliera tra essa e il tratto di valle del fosso permetteranno il recupero di un profilo di corrente idraulicamente adatto.

SCARICO DI SUPERFICIE

Lo scarico di superficie è uno sfioratore di sicurezza previsto per smaltire, in questo caso con il concorso dello scarico di fondo ma il funzionamento è garantito anche senza quest'ultimo, il più gravoso evento di piena ed evitare in tal modo che, una volta saturata la capacità della cassa, le portate di piena possano tracimare i rilevati arginali di contenimento.

Per il suo dimensionamento si fa riferimento ad un periodo di ritorno dell'evento di piena di progetto pari a $TR = 500$ anni. La quota della soglia sfiorante, corrispondente alla quota di massima regolazione, viene fissata a 194.10 m s.l.m.. Il calcolo dello stramazzo viene fatto prendendo in considerazione l'effetto di laminazione che si produce per propagazione all'interno del serbatoio, per contenere lo sviluppo trasversale dello sfioro si rende necessario riferirsi a profili con elevata efficienza idraulica, in particolare il Creager-Scimemi con petto verticale e carico di progetto pari a 0.18 m. Di esso si riportano di seguito le coordinate, con origine al petto, ed il profilo longitudinale, indicativo.

Profilo di sfioro	
x	z
0.00	194.08
0.02	194.09
0.05	194.10
0.18	194.05
0.24	194.00
0.29	193.95
0.36	193.85
0.45	193.70
0.55	193.50
0.66	193.25
0.76	192.95
0.87	192.60
0.99	192.20
1.10	191.75
1.22	191.25
1.33	190.70



Applicando il processo iterativo descritto nella schematizzazione idraulica della vasca, si va semplicemente ad aggiungere alla portata defluente a valle il contributo apportato dallo scarico di superficie.

Analogamente alla luce a battente, e trascurando a favore di sicurezza il modesto contributo dovuto alla non verticalità delle pareti laterali della gaveta, la formula per lo stramazzo, che consente di definire la portata in uscita in funzione del carico sulla soglia, e quindi del franco che si assicura tra la quota di massimo invaso e quella sommitale del rilevato arginale, è:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

dove:

- μ è il coefficiente di efflusso, pari a 0.48, [-];
- L è la larghezza della soglia, pari a 2.5 [m];
- h è il carico sullo stramazzo posto a quota 194.10 m s.l.m., [m].

In tabella si riportano i risultati del dimensionamento:

SFIORATORE DI SUPERFICIE			
quota di sommità arginale		194.80	[m s.l.m.]
quota della soglia di sfioro		194.10	[m s.l.m.]
quota di massimo invaso		194.28	[m s.l.m.]
franco		0.52	[m]
carico massimo	h	0.18	[m]
coefficiente di efflusso	μ	0.48	[-]
lunghezza della soglia	L	2.50	[m]
Qmax sfiorata	Qu	0.4	[m ³ /s]

Seguono la tabella ed i grafici riassuntivi dell'idrogramma di piena duecentennale e dei relativi deflussi in uscita, volumi e livelli in cassa, oltre alla tabella della simulazione dell'evento cinquecentennale.

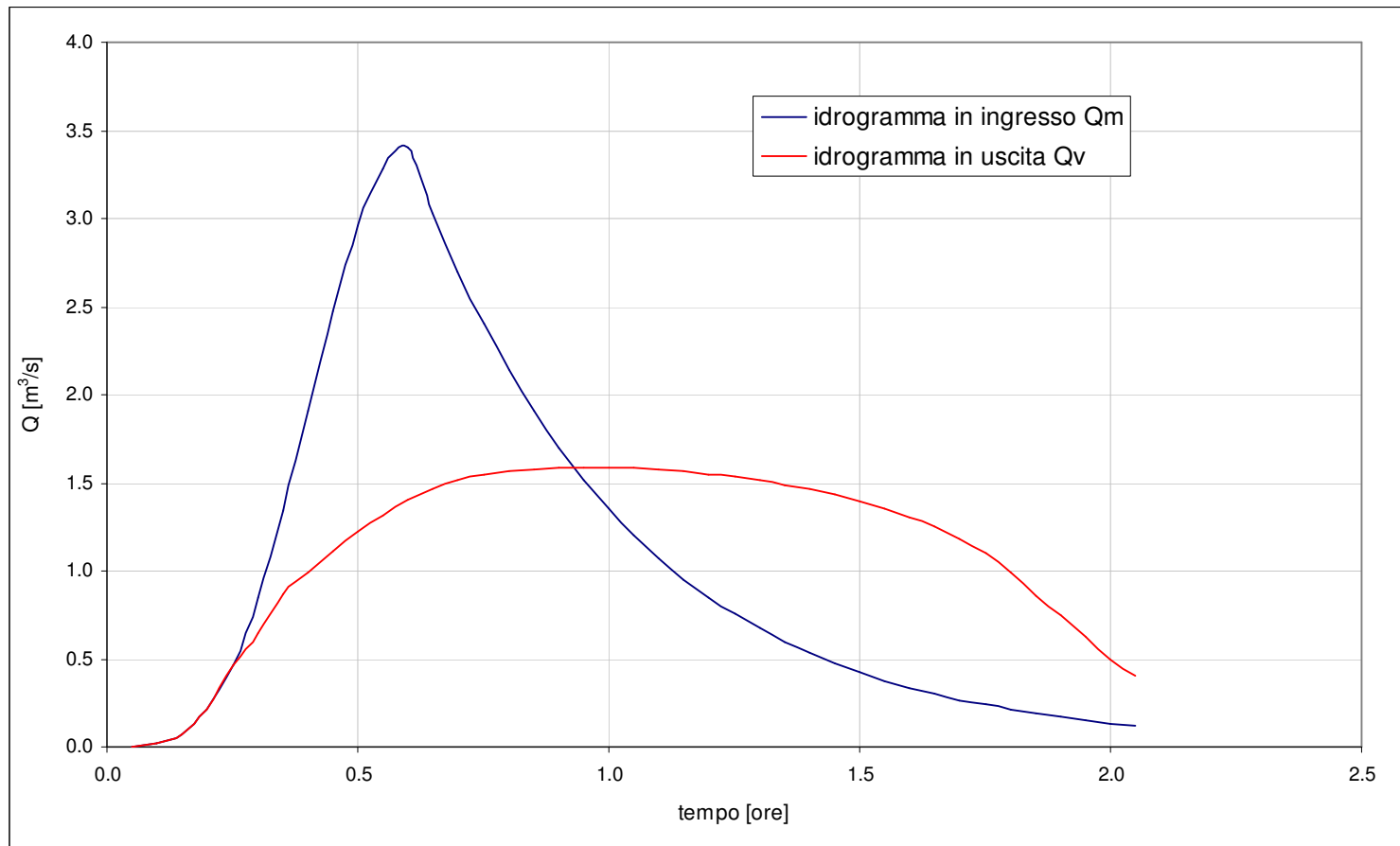
Per gli ulteriori dettagli idrologici e idraulici, bacini idrografici delle aree scolanti, aree allagate, inquadramento planimetrico, pianta, sezione e prospetti dell'opera di sbarramento, si rimanda agli appositi elaborati grafici.

TABELLE E GRAFICI DELLE GRANDEZZE IDRAULICHE

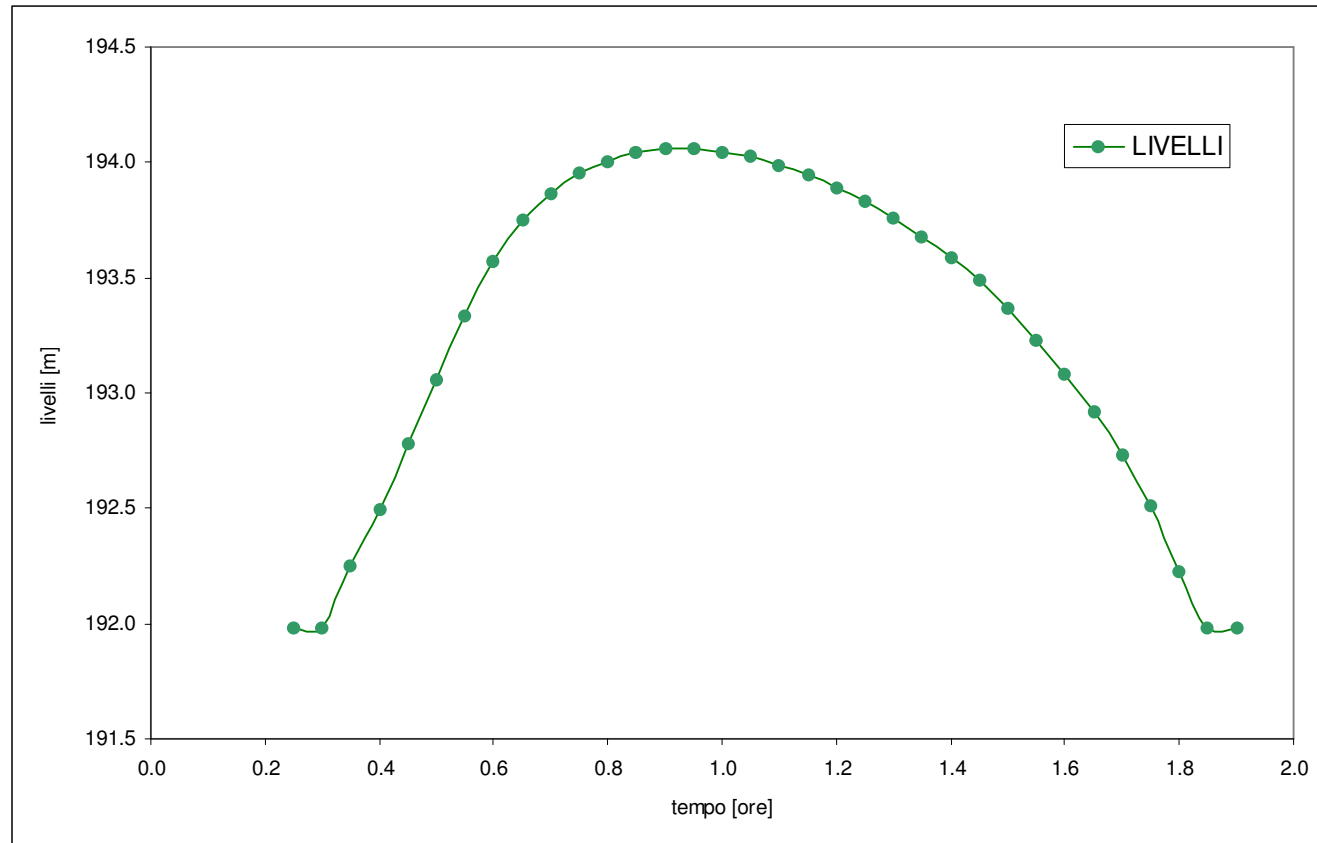
Ramo dell'idrogramma	tempo		Qm m ³ /s	Qv m ³ /s	Q trattenuta m ³ /s	Vol trattenuto m ³	Vol cumulato m ³	livello m s.l.m.
	minuti	ore						
1 $Q(t)=Q_0+(Q_{\max}-Q_0)*\text{sen}^4(\pi/2*t/t_c)$	3	0.05	0.0	0.0	0.0	0	0	191.98
	6	0.10	0.0	0.0	0.0	0	0	191.98
	9	0.15	0.1	0.1	0.0	0	0	191.98
	12	0.20	0.2	0.2	0.0	0	0	191.98
	15	0.25	0.5	0.5	0.0	0	0	191.98
	18	0.30	0.8	0.7	0.2	18	18	191.98
	21	0.35	1.3	0.9	0.5	61	79	192.25
	24	0.40	1.9	1.0	0.9	126	205	192.50
	27	0.45	2.5	1.1	1.4	206	411	192.78
	30	0.50	3.0	1.2	1.7	280	690	193.06
	33	0.55	3.3	1.3	2.0	334	1024	193.33
2 $Q(t)=Q_{\max}$	36	0.60	3.4	1.4	2.0	357	1381	193.57
3 $Q(t) = Q_{\max}*\exp(-1.387*(t/(tc-k)-1))$	39	0.65	3.0	1.5	1.6	320	1701	193.75
	42	0.70	2.7	1.5	1.2	247	1948	193.87
	45	0.75	2.4	1.5	0.9	184	2131	193.95
	48	0.80	2.1	1.6	0.6	129	2260	194.01
	51	0.85	1.9	1.6	0.3	81	2342	194.04
	54	0.90	1.7	1.6	0.1	40	2382	194.06
	57	0.95	1.5	1.6	-0.1	3	2385	194.06
	60	1.00	1.3	1.6	-0.2	-28	2357	194.05
	63	1.05	1.2	1.6	-0.4	-56	2301	194.02
	66	1.10	1.1	1.6	-0.5	-80	2221	193.99
	69	1.15	1.0	1.6	-0.6	-100	2121	193.95
	72	1.20	0.8	1.5	-0.7	-118	2003	193.89
	75	1.25	0.8	1.5	-0.8	-133	1871	193.83
	78	1.30	0.7	1.5	-0.8	-145	1726	193.76
	81	1.35	0.6	1.5	-0.9	-155	1571	193.68
	84	1.40	0.5	1.5	-0.9	-163	1407	193.59
	87	1.45	0.5	1.4	-1.0	-169	1238	193.49
	90	1.50	0.4	1.4	-1.0	-173	1065	193.36
	93	1.55	0.4	1.4	-1.0	-175	890	193.23
	96	1.60	0.3	1.3	-1.0	-175	715	193.08
	99	1.65	0.3	1.2	-0.9	-172	543	192.92
	102	1.70	0.3	1.2	-0.9	-168	375	192.73
	105	1.75	0.2	1.1	-0.9	-160	215	192.51
	108	1.80	0.2	1.0	-0.8	-148	68	192.22
	111	1.85	0.2	0.9	-0.7	-130	0	191.98
	114	1.90	0.2	0.8	-0.6	-112	0	191.98
	117	1.95	0.2	0.6	-0.5	-96	0	191.98
	120	2.00	0.1	0.5	-0.4	-76	0	191.98
	123	2.05	0.1	0.4	-0.3	-58	0	191.98
	124	2.07	0.1	0.3	-0.2	-42	0	191.98

Tabella 5: Tempi, portate, volumi e livelli in vasca al verificarsi dell'evento duecentennale.

IDROGRAMMI DI MONTE E DI VALLE AL VERIFICARSI DELL'EVENTO DUECENTENNALE

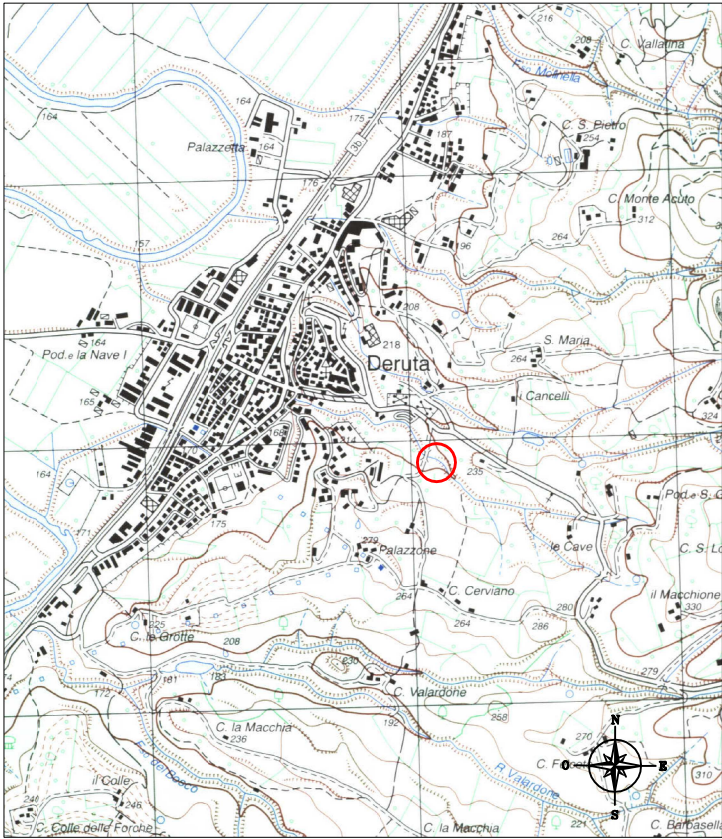


ANDAMENTO DEI LIVELLI IN VASCA AL VERIFICARSI DELL'EVENTO DUECENTENNALE
(GRAFICO DI RIEMPIMENTO E SVUOTAMENTO)



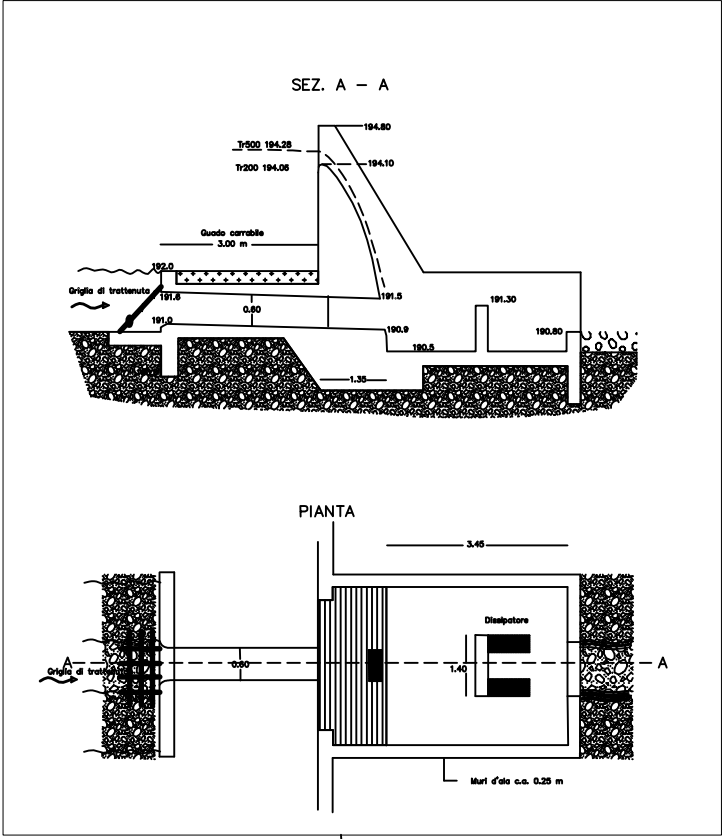
ramo	tempo		Qm m ³ /s	Qsfioro m ³ /s	Qfondo m ³ /s	Qv m ³ /s	Q trattenuta m ³ /s	Vol trattenuto m ³	Vol cumulato m ³	livello m s.l.m.
	minuti	ore								
1 $Q(t) = Q_0 + (Q_{\max} - Q_0) \cdot \sin^4(\pi/2 \cdot t/t_c)$	3	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	191.98
	6	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	191.98
	9	0.15	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0	0	191.98
	12	0.20	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0	0	191.98
	15	0.25	0.5	0.0	0.5	0.5	0.0	0	0	191.98
	18	0.30	1.0	0.0	0.8	0.8	0.2	17	17	192.06
	21	0.35	1.6	0.0	0.9	0.9	0.7	79	95	192.29
	24	0.40	2.2	0.0	1.0	1.0	1.2	172	267	192.59
	27	0.45	2.9	0.0	1.2	1.2	1.8	268	536	192.91
	30	0.50	3.5	0.0	1.3	1.3	2.2	357	893	193.23
2 $Q(t) = Q_{\max}$	33	0.55	3.9	0.0	1.4	1.4	2.5	422	1315	193.53
	36	0.60	4.0	0.0	1.5	1.5	2.5	451	1766	193.78
3 $Q(t) = Q_{\max} \cdot \exp(-1.387 \cdot (t/(t_c - k) - 1))$	39	0.65	3.6	0.0	1.5	1.5	2.0	410	2176	193.97
	42	0.70	3.2	0.0	1.6	1.6	1.6	326	2502	194.11
	45	0.75	2.8	0.2	1.6	1.8	1.0	237	2739	194.20
	48	0.80	2.5	0.3	1.6	2.0	0.6	145	2884	194.25
	51	0.85	2.2	0.4	1.6	2.0	0.2	68	2952	194.28
	54	0.90	2.0	0.4	1.7	2.1	-0.1	12	2964	194.28
	57	0.95	1.8	0.4	1.7	2.0	-0.3	-29	2935	194.27
	60	1.00	1.6	0.3	1.6	2.0	-0.4	-56	2879	194.25
	63	1.05	1.4	0.2	1.6	1.9	-0.5	-75	2804	194.22
	66	1.10	1.3	0.1	1.6	1.8	-0.5	-88	2717	194.19
	69	1.15	1.1	0.1	1.6	1.7	-0.6	-97	2619	194.15
	72	1.20	1.0	0.0	1.6	1.6	-0.6	-106	2513	194.11
	75	1.25	0.9	0.0	1.6	1.6	-0.7	-119	2394	194.06
	78	1.30	0.8	0.0	1.6	1.6	-0.8	-135	2259	194.01
	81	1.35	0.7	0.0	1.6	1.6	-0.9	-148	2111	193.94
	84	1.40	0.6	0.0	1.5	1.5	-0.9	-160	1952	193.87
	87	1.45	0.6	0.0	1.5	1.5	-1.0	-169	1783	193.79
	90	1.50	0.5	0.0	1.5	1.5	-1.0	-176	1607	193.70
	93	1.55	0.4	0.0	1.5	1.5	-1.0	-182	1425	193.60
	96	1.60	0.4	0.0	1.4	1.4	-1.0	-185	1240	193.49
	99	1.65	0.4	0.0	1.4	1.4	-1.0	-187	1053	193.35
	102	1.70	0.3	0.0	1.3	1.3	-1.0	-187	867	193.21
	105	1.75	0.3	0.0	1.3	1.3	-1.0	-184	682	193.05
	108	1.80	0.2	0.0	1.2	1.2	-1.0	-180	502	192.88
	111	1.85	0.2	0.0	1.2	1.2	-0.9	-173	329	192.68
	114	1.90	0.2	0.0	1.1	1.1	-0.9	-163	166	192.43
	117	1.95	0.2	0.0	0.9	0.9	-0.8	-147	19	192.07
	120	2.00	0.2	0.0	0.8	0.8	-0.6	-126	0	191.98
	123	2.05	0.1	0.0	0.7	0.7	-0.6	-108	0	191.98
	124	2.07	0.1	0.0	0.5	0.5	-0.4	-83	0	191.98

Tabella 6: Tempi, portate, volumi e livelli in vasca al verificarsi dell'evento cinquecentennale.

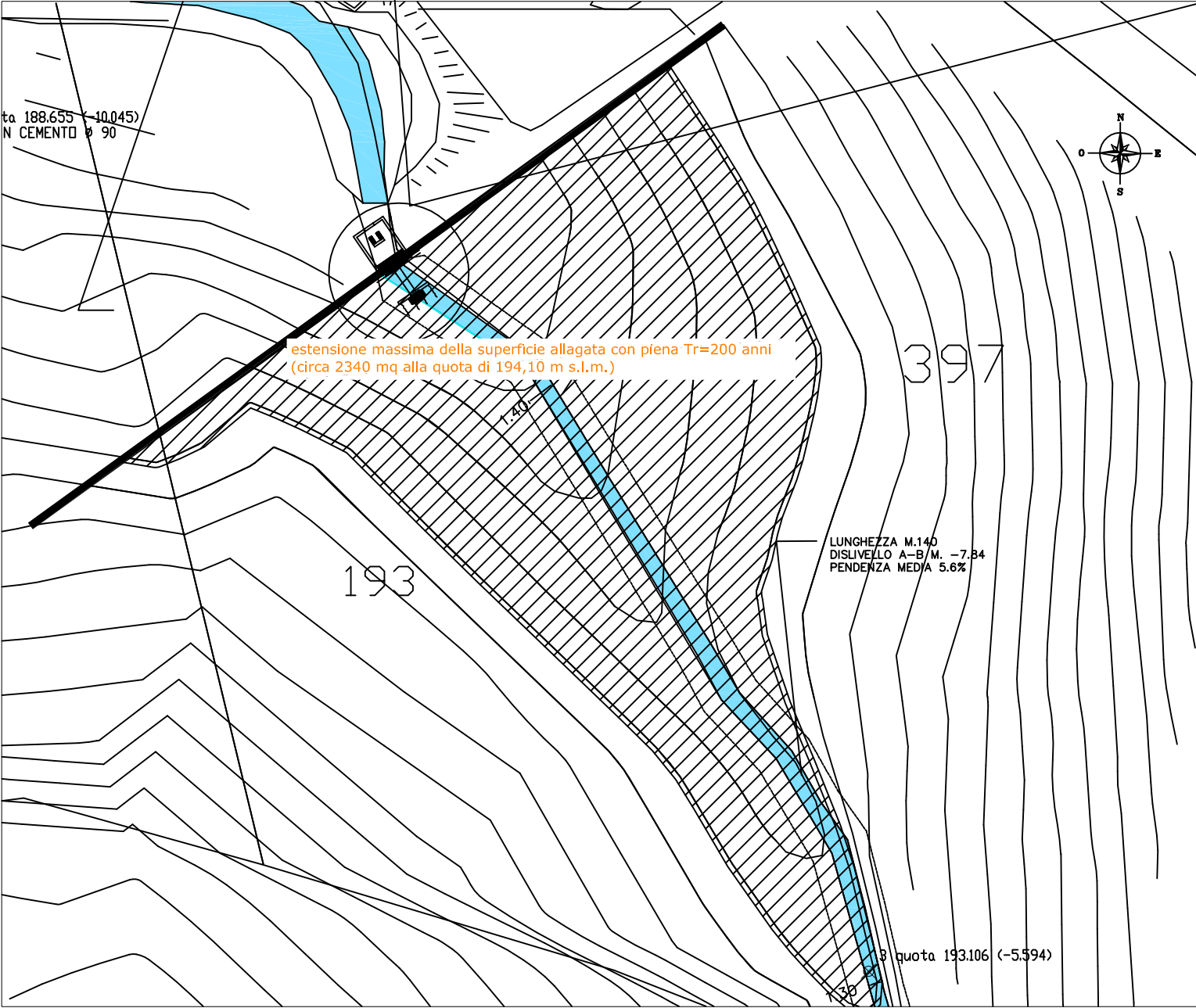
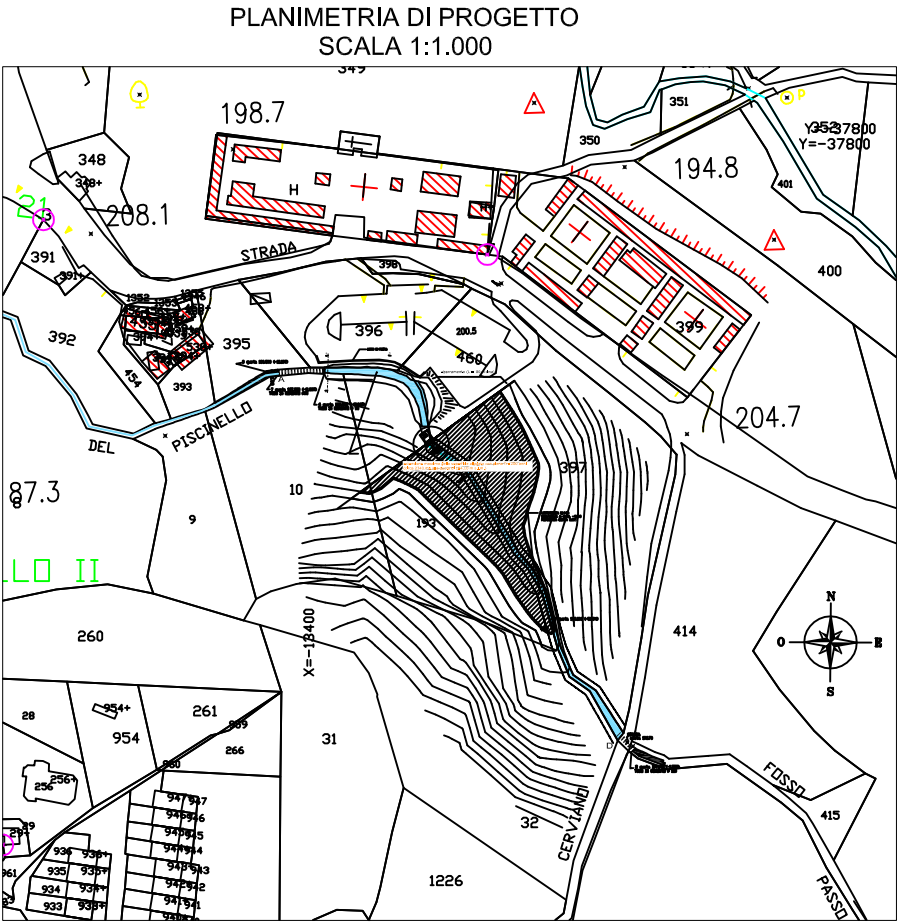
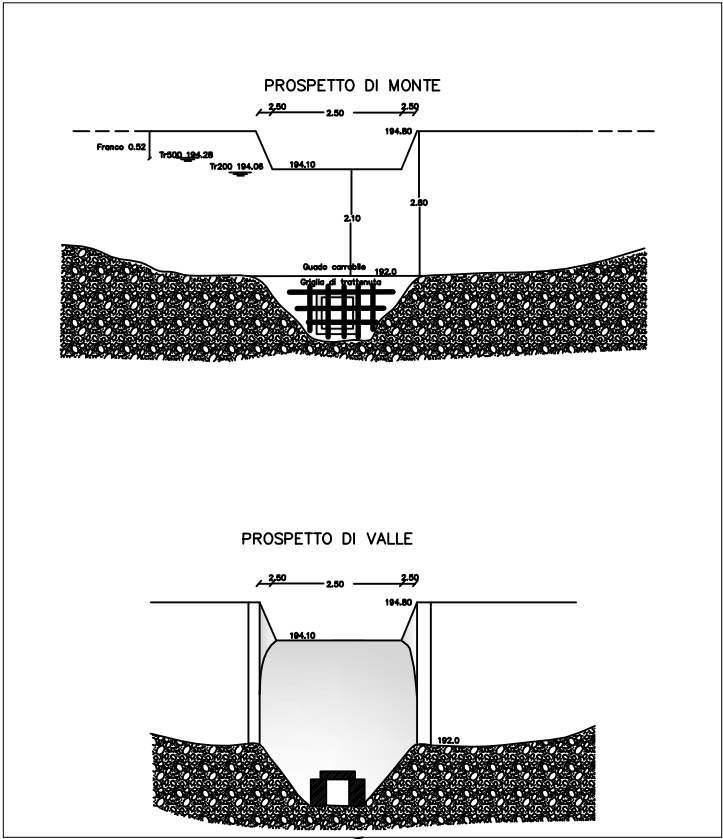


ESTRATTO IGM
SCALA 1:10.000

(da originale 1:25000)



PARTICOLARI DELL'OPERA
SCALA 1:50



PLANIMETRIA DI PROGETTO
SCALA 1:200

PROVINCIA DI PERUGIA																														
COMUNE DI DERUTA																														
LOCALITA'																														
DERUTA																														
COMITENTE																														
EDILMARGHERITA DI PASTORELLI M. & C. SNC																														
OGGETTO																														
STUDIO IDRAULICO PER REALIZZAZIONE OPERA DI TRATTENUTA E PARZIALIZZAZIONE PORTATE FOSSE PISCINELLO																														
TITOLO																														
IDR_02																														
SCALA: valle																														
FILE: 008 - 2007																														
DATA: Dicembre 2007																														
PLANIMETRIE E SEZIONI																														
dott. ing. Nello Gaspari																														
<table><tr><td>RE: architetto</td><td>Data</td><td>Modifica</td><td>Disegnato</td><td>Redatto</td><td>Comitato</td><td>Approvato</td></tr><tr><td>008 - 2007</td><td>008 - 2007</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>			RE: architetto	Data	Modifica	Disegnato	Redatto	Comitato	Approvato	008 - 2007	008 - 2007																			
RE: architetto	Data	Modifica	Disegnato	Redatto	Comitato	Approvato																								
008 - 2007	008 - 2007																													