



Proponente

POLISTRAD E
COSTRUZIONI GENERALI



Progettisti

COORDINAMENTO GENERALE

Studio Balli A. & U.

PROGETTO URBANISTICO

Tobia Balli Architetto

Collaboratori

Giuseppe Raeli Architetto

ASPETTI PAESAGGISTICI E SISTEMA DEL VERDE

Vincenzo Buonfiglio Agronomo

ASPETTI IDRAULICI E OPERE DI URBANIZZAZIONE

Andrea Sorbi Ingegnere

ASPETTI GEOLOGICI

Maurizio Negri Geologo

Collaboratori

Dott.sa Cinzia Lombardi

CERTIFICAZIONE AMBIENTALE

Prof. Claudio Franceschini

RILIEVO E VERIFICHE CATASTALI

Laura Landi Ingegnere

SERVITU' E PARERI ENTI EROGATORI

Franco Squilloni Architetto



G0b

G. ASPETTI IDRAULICI

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Scala:

1:---

Sommario

1. Obiettivo dell'intervento	1
1.1 Volume di compensazione idraulica	1
1.2 Volume di laminazione idraulica	1
1.3 Calcolo del contenimento di 72 ore di pioggia	3
1.4 Verifica dei volumi della cassa	6
2. Opera idraulica	7

1. Obiettivo dell'intervento

L'opera idraulica ha la duplice funzione di:

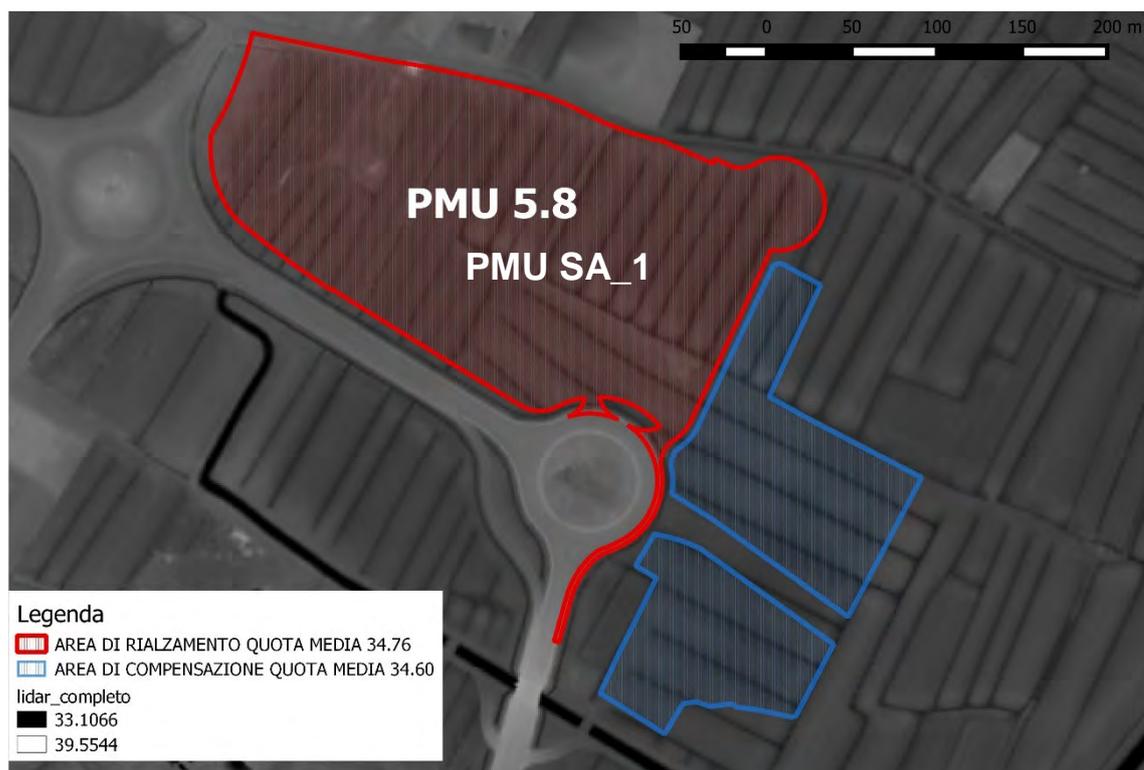
- compensazione idraulica dei rilevati eseguiti per conseguire la sicurezza idraulica del PMU SA_1;
- laminazione idraulica degli incrementi di portata afferenti al Fosso Prunaia a seguito delle nuove impermeabilizzazioni previste dal PMU SA_1.

1.1 Volume di compensazione idraulica

Il volume di compensazione idraulica viene calcolato moltiplicando la differenza tra la quota di inondazione idraulica, pari a 35.17 m s.l.m. e la quota media del terreno definita in 34.76 m s.l.m. per l'area dell'intervento interessata dal rialzamento pari a 50280 mq.

$$V_{\text{comp}} = (35.17 - 34.76) \times 50280 = \mathbf{20615 \text{ mc}}$$

Le quote medie del terreno sono state definite mediante analisi statistica del LIDAR della Regione Toscana fogli 19J31 e 19J39, poi confrontate con le quote rilevate a cura dell'ing. Laura Landi trovandole sostanzialmente congruenti.



Risultati dell'analisi statistica condotta sui fogli 19J31 e 19J39 della regione Toscana

1.2 Volume di laminazione idraulica

Per definire il volume di laminazione idraulica occorre determinare il maggiore deflusso dall'area a seguito delle previste impermeabilizzazioni.

Sulla base dei coefficienti di deflusso individuati nel Piano Generale di Bonifica e dei limiti normativi di impermeabilizzazione per una qualsiasi area di intervento edilizio compresa nella Regione Toscana si determinano i coefficienti medi pesati di deflusso allo stato attuale ed allo stato di progetto.

Coefficiente di deflusso allo stato attuale

Destinazione dell'area Stato attuale	Superficie [ha]	ϕ [--]
Agricolo/Verde	4.89	0.20
Totale	4.89	0.20

Coefficiente di deflusso allo stato di progetto

Destinazione dell'area Stato progetto	Superficie [ha]	ϕ [--]
Impermeabile	4.89 x 0.75	1.00
Verde	4.89 x 0.25	0.50
Totale	4.89	0.88

Il calcolo è svolto tenendo conto:

- dei disposti degli artt. 26 e 27 del D.P.G.R. 64/R/2013 che prevedono che:
 - o almeno il 25% della superficie fondiaria rimanga permeabile
 - o le pavimentazioni in mattoni autobloccanti posate su fondo drenante siano da considerarsi permeabili
- che alle suddette pavimentazioni autobloccanti possa essere assegnato un coefficiente di deflusso pari a $\phi=0.50$.

Il valore ottenuto è il limite superiore per una nuova edificazione. Il progetto del PMU SA_1 prevede ampie superfici a verde oltre a pavimentazioni autobloccanti sugli stalli di sosta: si prevede pertanto che il coefficiente di deflusso medio pesato effettivo del PMU SA_1 sia significativamente inferiore a 0.88.

Tuttavia si svolge il calcolo con $\phi=0.88$ a vantaggio di sicurezza.

Con il metodo del volume di invaso si calcolano quindi le portate meteoriche uscenti dall'area di intervento allo stato attuale ed allo stato di progetto nelle seguenti ipotesi:

- Tempo di ritorno di progetto 50 anni come indicato dal Piano Generale di Bonifica
- Parametri della LSPP a 50 anni per tempi di corrivazione inferiori all'ora $a = 59 \text{ mm/h}^n$ ed $n = 0.40$
- Costante di invaso 0.7 h
- Tempo di corrivazione ed idrogrammi derivati dalla teoria utilizzata.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si rileva in particolare che la **portata di picco uscente allo stato attuale** dall'area di studio è di $Q_{\text{max,att}} = 0.12 \text{ mc/s}$.

In termini di contributo udometrico la portata è di 24.53 l/s/ha.

In rapporto a tale coefficiente udometrico potrebbe essere calcolata l'invarianza idraulica. Tuttavia, volendo tenere conto dei suggerimenti del Piano Generale di Bonifica¹, si riguarda una portata uscente dal nuovo intervento di circa 6 l/s/ha ovvero una portata di circa 30 l/s = 0.03 mc/s.

Il calcolo del volume necessario per la laminazione dell'incremento di impermeabilizzazione viene condotto tenendo conto che la portata affluente al sistema idraulico recettore, il Fosso Prunaia, non debba essere superiore a quella che riceve allo stato attuale $Q_{max,att} = 0.12$ mc/s, ridotto in particolare a circa 0.03 mc/s per tenere conto del Piano Generale di Bonifica.

Si utilizza per l'autocontenimento la cassa idraulica di area teorica 21842 mq già individuata per la compensazione realizzandone lo scarico verso il Fosso di Prunaia tramite una bocca tarata costituita da uno spezzone di tubo di diametro 200 mm.

Nella cassa dovranno confluire tutte le portate meteoriche drenate nella nuova area di intervento, eventualmente previo trattamento di depurazione.

Dall'analisi condotta, comparando le portate in ingresso alla cassa allo stato limite massimo teorico di progetto e le portate che possono uscire dalla bocca tarata prevista si verifica che **la cassa è idonea ad assolvere alla funzione di laminazione** dell'incremento di portata per nuove impermeabilizzazioni ed in particolare:

- il volume necessario alla laminazione per le nuove impermeabilizzazioni è di $V_{lam} = 2059$ mc;
- il livello di acqua nella cassa per la sola laminazione delle portate è di $H_{lam} = 9$ cm;
- la massima portata uscente dalla cassa durante il processo di laminazione delle portate è di $Q_{out} = 32.9$ l/s ≈ 30 l/s $\ll 120$ l/s.

1.3 Calcolo del contenimento di 72 ore di pioggia

Nell'ottica di mitigare le problematiche idrauliche nel sistema di bonifica si verifica che l'intervento in questione sia capace di mantenere al suo interno un volume di pioggia di 72 ore.

Si considera l'opzione più gravosa con tempo di ritorno 50 anni.

In tal caso, ricordando l'espressione della LSPP e il coefficiente di deflusso definiti al §**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, si ha che l'altezza di pioggia caduta in 72 ore è pari a 164 mm.

Tale valore, valutato sulla superficie del PMU e rapportato alla superficie della cassa di laminazione, si trasforma in 310 mm.

Tale altezza di $H_{72h} = 310$ mm = 0.31 m, risulta ampiamente contenuta all'interno della cassa di compensazione proposta la cui profondità media è di 1.00 m.

¹ Piano Generale di Bonifica, 1996 (Raffaello Lugli)

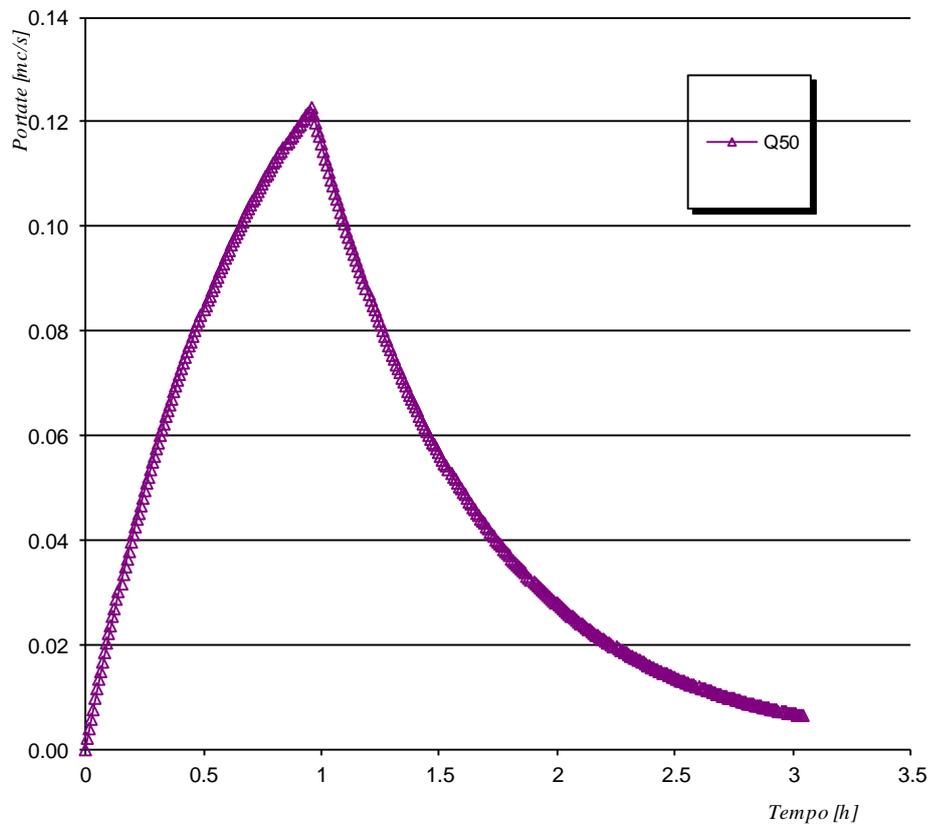
**VALUTAZIONE DELL'IDROGRAMMA DI PIENA CON IL METODO DELL'INVASO
PMU SA_1 - CAMPI BISENZIO (FI)**

Ipotesi di lavoro: *letogramma costante per un tempo Tcr*
Funzionamento sincrono della rete di invaso
Serbatoio, ovvero invasi del terreno inizialmente vuoti

Dati del problema: *Area di bacino (A)* 0.049 Km²
Costante di invaso (k) 0.7 h
Passo di integrazione 30 s
Coeff. di deflusso 0.2

	Tempi di ritorno [anni]							
	2	5	10	20	50	100	200	500
<i>Coeff (a)</i>					59.00			
<i>Coeff (n)</i>					0.400			
<i>Rapporto r</i>					1.370			
<i>Durata critica</i>					0.959			<i>h</i>
<i>Q afflusso</i>					0.16			<i>mc/s</i>
<i>Q max</i>					0.12			<i>mc/s</i>

**Idrogramma di piena valutato con il metodo
dell'invaso**



Idrogramma di piena per Tr 50 anni allo stato attuale

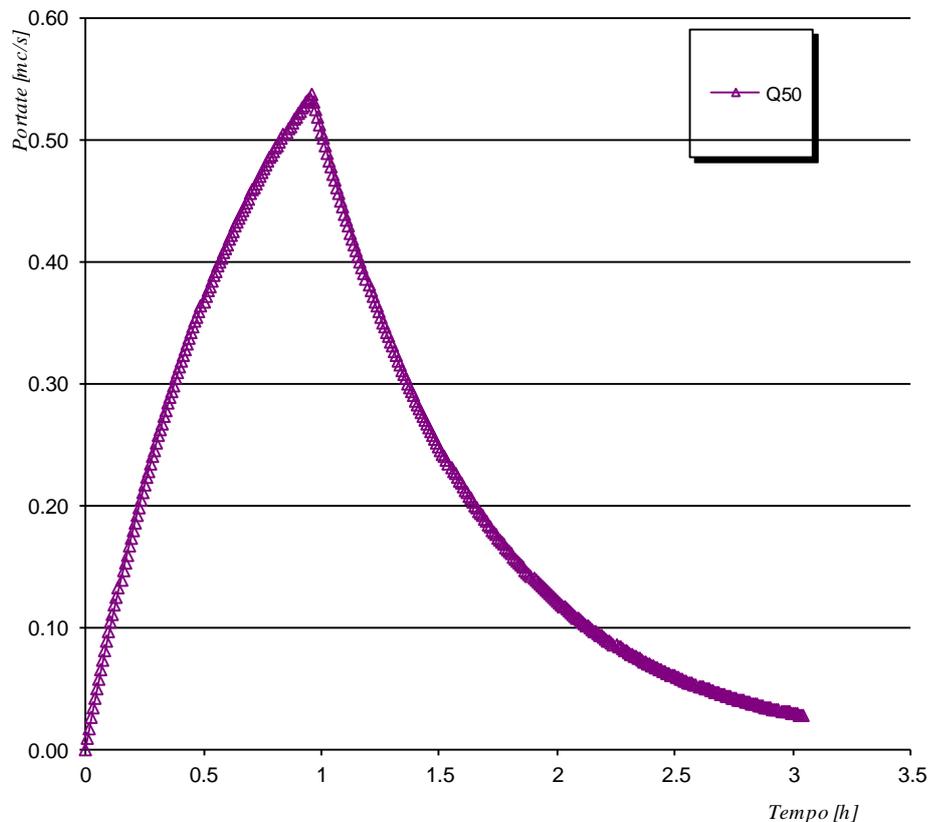
**VALUTAZIONE DELL'IDROGRAMMA DI PIENA CON IL METODO DELL'INVASO
PMU SA_1 - CAMPI BISENZIO (FI)**

Ipotesi di lavoro: letogramma costante per un tempo Tcr
Funzionamento sincrono della rete di invaso
Serbatoio, ovvero invasi del terreno inizialmente vuoti

Dati del problema: Area di bacino (A) 0.049 Km²
Costante di invaso (k) 0.7 h
Passo di integrazione 30 s
Coeff. di deflusso 0.88

	Tempi di ritorno [anni]							
	2	5	10	20	50	100	200	500
Coeff (a)					59.00			
Coeff (n)					0.400			
Rapporto r					1.370			
Durata critica					0.959			h
Q afflusso					0.72			mc/s
Q max					0.54			mc/s

**Idrogramma di piena valutato con il metodo
dell'invaso**



Idrogramma di piena per Tr 50 anni allo stato di progetto con ϕ max teorico

1.4 Verifica dei volumi della cassa

Verifica cassa di laminazione con metodo del volume di invaso

Area di bacino	A	4.89 [ha]
Tempo di corrivazione	Tc	0.96 [h]
Coefficiente di deflusso stato progetto	ϕ	0.88 [-]
Curva di invaso (H=p x V)	p	0.000046 [-]
Intensità di pioggia	i	60.50 [mm/h]

Parametri curva poss. pluviometrica				
Tr	tc < 1h		tc >= 1h	
	a	n	a	n
20	51.4	0.40	54.4	0.27
50	59.0	0.40	59.0	0.27

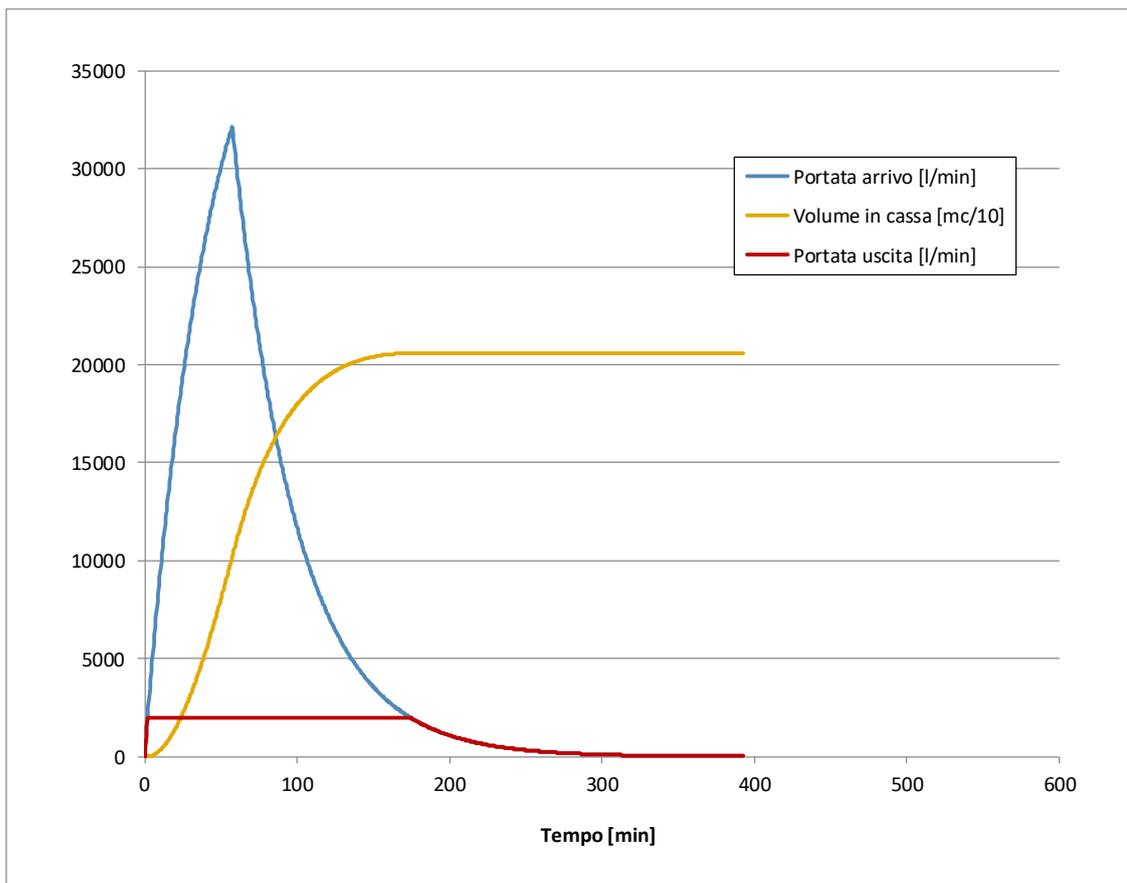
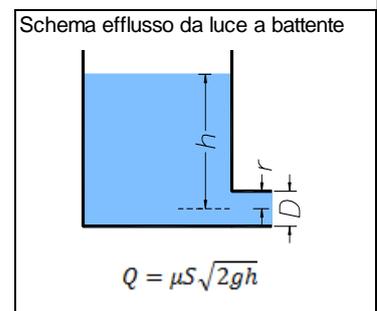
Calcolo efflusso da luce a battente con tubo addizionale esterno

Coefficiente di perdita	μ	0.85
Diametro tubo	D	0.19 [m]
Area bocca piena del tubo	S	0.028 [m ²]
Raggio del tubo	r	0.095 [m]
Accelerazione di gravità	g	9.81 [m/s ²]

Coeff. defl. pesato max teorico		
	Area [mq]	ϕ [-]
Totale	100	0.88
Zone Permeabili	25	0.50
Zone Impermeabili	75	1.00

Risultati di calcolo

Intervallo di discretizzazione	dt	0.50 [min]
Portata massima in uscita	Qout	32.90 [l/s]
Volume totale in arrivo	V tot	2483 mc
Volume massimo all'interno della cassa	V lam	2059 mc
Altezza massima all'interno della cassa	H max	0.09 m



Verifica del funzionamento della cassa di laminazione idraulica

Si ritiene valida l'ipotesi che gli eventi con Tr 200 anni di esondazione del Fiume Arno (caso in cui è necessario attivare il volume di compensazione) e gli eventi pluviometrici locali con Tr 50 anni (caso in cui si attivano i volumi di autocontenimento per invarianza e per contenimento delle 72 ore di pioggia), non siano concomitanti.

Sotto tale ipotesi si verifica che:

$$V_{\text{comp}} = 20615 \text{ mc} < 22188 \text{ mc} \text{ (volume disponibile in cassa)}$$

$$H_{\text{lam}} + H_{72\text{h}} = 0.09 + 0.31 = 0.40 \text{ m} < 1.00 \text{ m} \text{ (altezza disponibile in cassa)}$$

Ulteriori dettagli progettuali sono analizzati nell'elaborato G0b.

2. Opera idraulica

Si realizza una vasca di laminazione e compensazione idraulica in terreno contermini al PMU SA_1. Questo permette di:

- Massimizzare l'efficacia dell'effetto di compensazione;
- Ridurre i precorsi delle tubazioni per utilizzare la cassa per la laminazione idraulica delle acque meteoriche dell'intervento.

La cassa sarà realizzata completamente in scavo rispetto al piano di campagna con pendenza delle scarpe H:V=3:2.

L'estensione è di 22188 mq calcolata considerando l'impronta di fondo fino a metà scarpata. Lo scavo medio previsto del terreno è di 100 cm pertanto il volume disponibile per la compensazione sarà di $V=22188 \text{ mc}$.

L'area di compensazione oggi effettivamente oggi ha forma intera ed estensione maggiore di quella riportata in figura. Nel calcolo utile per la compensazione tuttavia si tiene già conto della possibilità futura di realizzazione di un ramo di collegamento stradale verso Sesto Fiorentino, previsto proprio al centro cassa, decurtandone dalla compensazione il volume necessario alla sua realizzazione.

La cassa risulta verificata per il contenimento alternativo della compensazione e della somma tra laminazione per autocontenimento e contenimento di 72 ore di pioggia.

$$V_{\text{comp}} = 20615 \text{ mc} < 22188 \text{ mc} \text{ (volume disponibile in cassa)}$$

$$H_{\text{lam}} + H_{72\text{h}} = 0.09 + 0.31 = 0.40 \text{ m} < 1.00 \text{ m} \text{ (altezza disponibile in cassa)}$$

Nella cassa dovranno confluire tutte le portate meteoriche drenate nella nuova area di intervento, senza laminazioni, eventualmente previo trattamento di depurazione.

Le quote di fondo cassa rappresentate nella tavola G02 e consentono di garantire una modesta pendenza del fondo necessaria ad evitare ristagni, operazione facilitata anche dalla prevista ricostruzione del paesaggio agricolo mediante scoline e baulatura del terreno.

Tali valori sono definite sulla base delle quote del locale piano di campagna la cui altitudine media, come derivata dall'analisi del LIDAR della regione toscana foglio 19J31 e 19J39, è di 34.60 m s.l.m..

La cassa scaricherà verso il fosso Prunaia restando tuttavia ad oltre 10 m dallo stesso nel rispetto dei vincoli imposti dal R.D. 368/1904.

Lo scarico sarà realizzato con tubo di diametro 500 mm che parte da un pozzetto di raccolta delle scoline aperto lato cassa solo da uno spezzone di tubazione diametro 200 mm che costituisce bocca tarata.

La cassa sarà sistemata a verde al suo interno secondo le indicazioni degli elaborati paesaggistici.

Firenze, Maggio 2019