

Provincia di Modena

Comune di Fiorano Modenese

**Permesso di Costruire Convenzionato
Ampliamento di Complesso Industriale Esistente
Art. A-14-bis Aggiunto dall'art.48 della LR 6/09**

INTEGRAZIONE ALLA CONFERENZA DEI SERVIZI

**STUDIO IDROLOGICO DEL RIO SPEZZANO ED ACQUE AFFERENTI CHIUSO
ALLA SEZIONE DI S.P. 467
AGGIORNAMENTO ALLO STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO**



Modena, Marzo 2017

**Ing. Andrea Artusi
Ing. Yos Zorzi**



INDICE

1. PREMESSA	3
2. STUDIO IDROLOGICO GENERALE DEL RIO SPEZZANO (ANNO 2009 – ANTE VASCA DI LAMINAZIONE FLORIM)	4
2.1. Studio delle precipitazioni meteoriche intense	5
2.2. Caratteristiche del rio e del bacino imbrifero – componenti idrologiche e idrauliche	7
2.3. Trasformazione afflussi deflussi	10
2.4. Stima delle portate di piena con altri modelli afflussi-deflussi e formule empiriche	15
3. STUDIO IDROLOGICO DEL RIO SPEZZANO: AGGIORNAMENTO ALLO STATO DI FATTO	21
3.1. Considerazioni generali	21
3.1. Caratteristiche del bacino imbrifero – componenti idrologiche e idrauliche	24
3.2. Trasformazione afflussi deflussi	28
4. STUDIO IDROLOGICO DEL RIO SPEZZANO: AGGIORNAMENTO ALLO STATO DI PROGETTO	31
4.1. Considerazioni generali	31
4.2. Caratteristiche del bacino imbrifero – componenti idrologiche e idrauliche	34
4.3. Trasformazione afflussi deflussi	37
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	40

1. PREMESSA

Il presente studio idrologico costituisce aggiornamento del precedente “STUDIO IDROLOGICO DEL RIO SPEZZANO ED ACQUE AFFERENTI CHIUSO ALLA SEZIONE DI VIA VIAZZA 1°TR.” (cfr. Cap. 2), redatto dagli scriventi nel Febbraio 2008 in condizioni antecedenti alla realizzazione della vasca di laminazione ad opera di Florim s.p.a. nel corso del 2012.

In relazione alle valutazioni idrologiche e idrauliche al contorno delle opere previste dal Permesso di Costruire Convenzionato Ampliamento di Complesso Industriale Esistente ditta Florim s.p.a. Art. A-14-bis Aggiunto dall'art.48 della LR 6/09, è necessario aggiornare la definizione delle modalità di deflusso del Rio Spezzano in corrispondenza di una serie di sezioni di interesse lungo l'asta del fosso in Comune di Fiorano Modenese, al fine di valutare le condizioni di carico idraulico, in particolare in corrispondenza della sezione di attraversamento della S.P. n. 467 Pedemontana.

Ripercorrendo le stesse modalità operative dello studio generale del 2008, il presente aggiornamento di indagine considera le condizioni di:

- stato di fatto: vasca di laminazione Florim e relativo bacino idrologico-idraulico sotteso; stima delle portate al colmo di piena in arrivo alla sezione di attraversamento della S.P. n. 467 Pedemontana (cfr. Cap. 3);
- stato di progetto: vasca di laminazione Florim e relativo bacino idrologico-idraulico sotteso a seguito dei previsti interventi edilizi di Ampliamento Complesso Industriale e modifica del manufatto scolmatore sulla dorsale di fognatura mista di Via Canaletto con deviazione delle portate di picco alla suddetta vasca ; stima delle portate al colmo di piena in arrivo alla sezione di attraversamento della S.P. n. 467 Pedemontana (cfr. Cap. 4).

2. STUDIO IDROLOGICO GENERALE DEL RIO SPEZZANO (ANNO 2009 – ante vasca di laminazione Florim)

Si è proceduto alla stesura del presente studio idrologico allo scopo di definire le modalità di deflusso del Rio Spezzano in corrispondenza di una serie di sezioni di interesse lungo l'asta del fosso, al fine di valutare le condizioni di carico idraulico in particolare alla chiusura del bacino nei pressi di Via Viazza l°tr. in Comune di Fiorano Modenese.

Lo studio prende in considerazione le condizioni di officiosità idraulica del rio a partire da assegnati tempi di ritorno, le portate determinate saranno assunte a base delle verifiche delle soluzioni progettuali proposte per la messa in sicurezza idraulica del tratto d'asta in oggetto.

Il lavoro è stato articolato nelle seguenti fasi:

1. individuazione della curva di possibilità pluviometrica caratteristica del bacino in esame in corrispondenza ad assegnati tempi di ritorno;
2. studio delle caratteristiche morfometriche ed idrologiche del bacino, chiuso alla sezione di interesse;
3. trasformazione AFFLUSSI-DEFLUSSI per assegnati tempi di ritorno e determinazione delle portate critiche di progetto.

2.1. Studio delle precipitazioni meteoriche intense

La determinazione della quantità ed intensità della precipitazione si può desumere dalle registrazioni effettuate presso le stazioni del Servizio Idrografico Italiano presenti nelle vicinanze dell'area di studio, dotate di pluviografo registratore.

Nel caso specifico la scelta deve ricadere su una serie di stazioni prossime al bacino del Rio Spezzano, ritenute indicative per caratteristiche altimetriche, climatiche, per vicinanza all'area in questione e per similitudine geomorfologica.

Una semplice stazione pluviometrica può fornire la sola "quantità" di pioggia caduta nell'arco di una giornata ed eventualmente di un singolo evento, ma mai la reale "intensità" istantanea di una precipitazione; peraltro è ragionevole ammettere, e l'esperienza lo conferma, che per zone estese qualche decina di kmq il regime delle precipitazioni si mantiene abbastanza costante in assenza di forti discontinuità orografiche o climatiche.

Fissare il tempo di ritorno significa stabilire statisticamente che un certo evento si verifichi mediamente una volta nell'intervallo temporale stabilito; in pratica si definisce una probabilità di non superamento.

Questo tipo di determinazione informa anche sul livello di criticità di una precipitazione ed informa il progettista sul margine di rischio a cui andrà incontro un'opera idraulica nel corso della sua vita.

Ovviamente tempi di ritorno elevati (100 o 1000 anni) preludono a precipitazioni di forte o fortissima intensità, viceversa bassi tempi di ritorno (2 - 5 anni) caratterizzano piogge con intensità modesta.

Le elaborazioni condotte sui dati raccolti sono state finalizzate alla individuazione, per ogni stazione, della relazione che lega l'altezza delle precipitazioni $h_d(T)$ alla durata d ed al tempo di ritorno T , relazione nota come Curva di Possibilità Pluviometrica (C.P.P.) e che solitamente è esprimibile nella forma monomia:

$$h_d(T) = a(T) \cdot d^n \quad (\text{mm})$$

in cui i parametri a ed n , funzioni in generale di T , sono da stimare sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione di differente durata: 15, 30, 45 minuti, 1, 3, 6, 12 e 24 ore, nel caso in esame.

A tal fine si è ipotizzato che per qualunque durata dell'evento meteorico i valori di $h_d(T)$ abbiano la distribuzione di probabilità asintotica di Gumbel (EV1 - Extreme Value 1), il cui uso è molto diffuso per regolarizzare serie empiriche di valori estremi.

Secondo tale modello, detto h_0 un valore di soglia, la probabilità di non superamento di tale valore da parte di un generico evento di durata d , è tale da:

$$P_r[h < h_0 / d] = \exp\{-\exp[-\alpha(h - u)]\}$$

da cui si ricava:

$$h_d(T) = u - \frac{1}{\alpha} \ln \left\{ \ln \left[\frac{T}{(T-1)} \right] \right\}$$

dove u e α sono i parametri della distribuzione le cui stime sono state effettuate col metodo dei momenti e sono fornite dalle relazioni:

$$\alpha = 1,283/\sigma$$

$$u = \mu - 0,5772/\sigma$$

con μ media e σ scarto quadratico medio del campione stesso.

Da queste elaborazioni è possibile ricostruire i valori "a" ed "n" della curva di possibilità pluviometrica media rappresentativa del bacino in esame utilizzando i valori dei parametri delle CPP calcolate per ogni singola stazione pluviografica considerata; al risultato si perviene calcolando la media pesata delle diverse porzioni di territorio comprese fra determinati valori sia di a che di n .

Data la scarsità di dati pluviometrici utili nell'areale oggetto di studio si è fatto riferimento al Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ed in particolare alla Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica in esso contenuta. L'Allegato 3 - Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense – riporta per le celle di reticolo chilometrico rappresentative del bacino in esame i valori dei parametri di a ed n al variare del tempo di ritorno riportati nella seguente tabella, da cui è stato possibile ricavare valori medi caratteristici del bacino.

Cella	Coord UTM E	Coord UTM N	Tr=20		Tr=100	
			a	n	a	n
FS133	649'000	4'935'000	41.65	0.315	53.51	0.313
FS134	649'000	4'933'000	41.32	0.220	53.09	0.321
FS135	649'000	4'931'000	41.16	0.328	52.89	0.326
MEDIA BACINO			41.38	0.288	53.16	0.320

Tabella 1 – Parametri della curva di possibilità pluviometrica considerata per il bacino del rio oggetto di verifica chiuso alla sezione di interesse.

2.2. Caratteristiche del rio e del bacino imbrifero – componenti idrologiche e idrauliche

Chiarito quanto sopra, prima di passare alla valutazione delle portate di piena, è utile illustrare le caratteristiche del bacino imbrifero del Rio Spezzano afferente alla sezione di chiusura considerata.

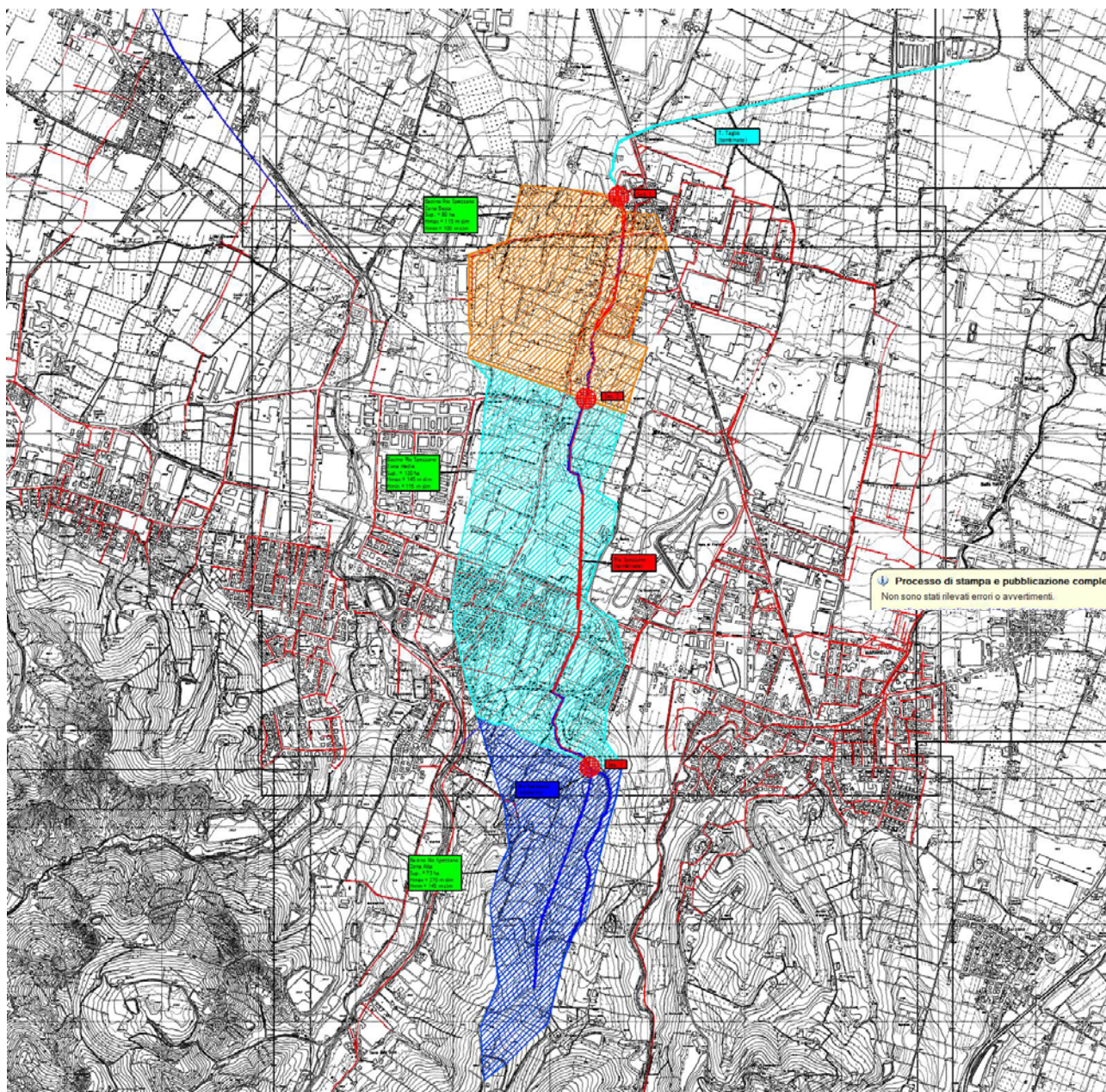


Figura 1 – Inquadramento geografico del bacino idrologico del Rio Spezzano chiuso alla sezione di interesse su base C.T.R. 1:25.000.

Il bacino oggetto di indagine si presenta come una stretta valle ad andamento uniforme allungato con direzione prevalente da Sud a Nord, percorso da impluvi aventi generalmente un regime di portata a carattere torrentizio che hanno origine sulle prime colline di Fiorano e Spezzano, a quote che raggiungono i 270 m s.l.m.. La portata in carico nel rio dunque dipende fortemente dal regime pluviometrico locale del bacino drenato.

Le acque in carico nel rio, dopo aver percorso circa 4,5 km in tratto collinare e pianeggiante, sia in sezione a cielo aperto che in sezione tombinata attraverso aree piuttosto densamente urbanizzate, recapitano nel Torrente Taglio a valle di Via Viazza I° tr..

Il bacino del Rio Spezzano si imposta su litotipi prevalentemente argillosi; nel suo insieme è contraddistinto da versanti aventi pendenze accentuate in corrispondenza delle testate del bacino, prossime al margine collinare (5%); nei tratti di fondo valle e alta pianura la pendenza decresce sensibilmente attestandosi su valori pari a 0.5-1%, come ad esempio in corrispondenza della sezione di chiusura.

Complessivamente l'area del bacino misurata alla sezione di chiusura (nei pressi dell'azienda "Il Mulinaccio" su Via Viazza I° tr.) è pari a 280 ha circa; il bacino si colloca ad una altitudine che nei tratti apicali misura 270 m slm che in prossimità della sezione di chiusura calano a circa 100 m slm (vedi Tabella 2).

Nome bacino	Bacino effluente	Superficie	Lunghezza	Quota max	Quota min	Dislivello	Pendenza media
		(kmq)	(km)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(%)
<i>Rio Spezzano alla sezione di chiusura (immissione in T.Taglio)</i>	<i>T.Taglio</i>	2,8	4,5	270	100	170	3,8%

Tabella 2 – Caratteristiche morfologico-altimetriche del bacino del Rio Spezzano chiuso alla sezione di interesse.

Per quanto attiene la formazione dell'onda di piena, il bacino interviene attraverso il grado di permeabilità e capacità invaso delle depressioni superficiali, nonché attraverso i tempi di corrivazione.

In pratica il primo comportamento è ascrivibile ai fenomeni idrologici, il secondo a quelli idraulici.

In riferimento al primo di tali due aspetti, non tutto il volume affluito durante una precipitazione giunge alla rete idrica superficiale: vi sono infatti fenomeni idrologici legati all'infiltrazione, all'evaporazione ed all'immagazzinamento di acque nelle depressioni superficiali che incidono sul volume d'acqua piovuta. Tali fenomeni possono essere convenientemente espressi attraverso l'impiego di un coefficiente " φ " detto coefficiente di deflusso, il cui valore può essere compreso tra 0 e 1 ed esprime la quota parte di volume affluito durante una precipitazione che giunge effettivamente alla rete idrica superficiale senza disperdersi.

Per il bacino oggetto di analisi, tenendo conto delle caratteristiche di permeabilità, pendenza media dei versanti e grado di antropizzazione piuttosto disomogenei e al fine di ottenere una descrizione il più possibile dettagliata degli idrogrammi di piena lungo il corso d'acqua per poter effettuare simulazioni in moto vario, si è operata una suddivisione in tre fasce: alta, media e bassa aventi le caratteristiche riportate in tabella.

	Bacino alto	Bacino medio	Bacino basso		Bacino tot
Sezione	1 - circa 500 m a monte di Via Motta	2 - a monte di Via Pedemontana	3 - chiusura		
Sup. (ha)	73	130	80		283
Imp (%)	5	60	60		46
Per (%)	95	40	40		54
ϕ_{imp}	0.75	0.75	0.75		0.75
ϕ_{per}	0.15	0.15	0.15		0.15
ϕ_{med}	0.18	0.51	0.51		0.42
L (m)	1200	2100	1050		4350
Hmax (m slm)	270	145	115		270
Hmin (m slm)	145	115	100		100
Tc (min)	70	65	53		107

Tabella 3 – Dettaglio delle caratteristiche morfologico-altimetriche dei tre sottobacini.

Per quanto riguarda invece la componente idraulica nel fenomeno di formazione dell'onda di piena si fa riferimento al metodo di NASH a 3 serbatoi in serie di ugual costante k, la cui peculiarità è di schematizzare il bacino come una sequenza di laminazioni e traslazioni delle portate.

Il modello utilizzato è di tipo concettuale; esso simula il comportamento del bacino investito da un evento meteorico breve ed intenso alla stessa stregua di un sistema di 3 serbatoi lineari posti in serie di costante temporale k pari a $0,25 T_c$, quest'ultimo essendo il tempo di corrivazione del bacino.

La risposta impulsiva del modello è fornita dalla seguente espressione:

$$IUH(t) = \frac{\left(\frac{t}{k}\right)^{(n-1)}}{k(n-1)!} e^{-\left(\frac{t}{k}\right)}$$

dove k (espresso in minuti) è la costante caratteristica dei serbatoi, supposti tutti uguali, ed n = 3 è il numero degli stessi.

Dunque, il valore del parametro di forma n è stato mantenuto costante, mentre la costante temporale k è stata correlata al tempo di corrivazione del bacino.

2.3. Trasformazione afflussi deflussi

Le vicende che portano alla trasformazione degli afflussi netti in deflussi sono così complesse che quasi mai è possibile ricostruirle fedelmente.

Abbandonati i metodi empirici o semi-empirici (quali formule di Giandotti, Gherardelli-Marchetti, Forti, Füller-Tonini, etc.) in quanto, derivando da interpolazioni di dati sperimentali notevolmente dispersi, forniscono risultati largamente incerti ed applicabili solo quando essi siano impiegati nei rispettivi campi di validità, ci si è sempre più rivolti alla teoria dei modelli matematici di trasformazione AFFLUSSI-DEFLUSSI.

Nella maggior parte dei modelli idrologici la definizione della risposta del bacino scolante viene affrontata con un approccio di tipo sintetico-concettuale: si immagina cioè che il bacino si comporti, ad esempio, come un serbatoio e se ne individua la funzione di risposta a meno dei parametri che vanno definiti caso per caso.

Se si restringe poi il campo ai modelli di tipo lineare (per i quali, cioè, vale il principio di sovrapposibilità degli effetti e la cui relazione ingresso-uscita è descritta da un'equazione differenziale lineare) si può dimostrare che il legame esistente tra la portata uscente $q(t)$ e la pioggia netta $p(t)$ è del tipo:

$$q(t) = \int_0^t h(t-u)p(u)du$$

dove l'integrale è detto "integrale di convoluzione" e la funzione $h(t)$ si chiama genericamente "funzione impulsiva del sistema" che in idrologia prende il nome di Idrogramma Unitario Istantaneo (IUH).

Quest'ultimo può essere interpretato come l'idrogramma uscente dal bacino a causa di una pioggia di durata infinitesima e volume unitario (si veda per maggior dettagli Maione - 1977).

Nel caso in oggetto, l'IUH è stato calcolato con il modello di NASH che interpreta il bacino come una "cascata" di serbatoi lineari, in particolare si è fissato un numero di serbatoi pari a 3; questo valore ha consentito di riprodurre un'onda di piena identica a quella ricavata con il modello di corrivazione.

Il programma utilizzato (URBIS 2003) è stato messo a punto dall'Istituto di Idraulica del Politecnico di Milano; esso consente, a partire da una precipitazione nota o da una curva di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno, di ricavare attraverso la "convoluzione" con l'idrogramma unitario istantaneo del bacino l'intera onda di piena e relativa portata al colmo alla sezione di chiusura.

Operativamente sono state utilizzate le piogge derivate dalla curva di possibilità pluviometrica media valida per il territorio in esame, così come ricavata al paragrafo 2, aventi tempo di ritorno di 20 e 100 anni, tutte convolute con l'IUH derivante dal modello di NASH.

E' stato adottato uno ietogramma di tipo Chicago, di durata pari al tempo di corrivazione del bacino (per la determinazione del tempo di corrivazione cfr. formule empiriche riportate in Allegato), e picco di intensità posto a due terzi della durata, che ha offerto buoni risultati nella ricostruzione di fenomeni analoghi in altro contesto.

Per una ricostruzione più fedele delle onde di piena attese alle varie sezioni sono stati sovrapposti i singoli idrogrammi relativi ai tre sottobacini, opportunamente traslati alla sezione di verifica con il metodo di Muskingum.

Nella tabella seguente vengono riportati sinteticamente i dati ritenuti significativi per il bacino oggetto di indagine ed i valori di portata al colmo di piena calcolati nelle tre sezioni di verifica al variare del tempo di ritorno.

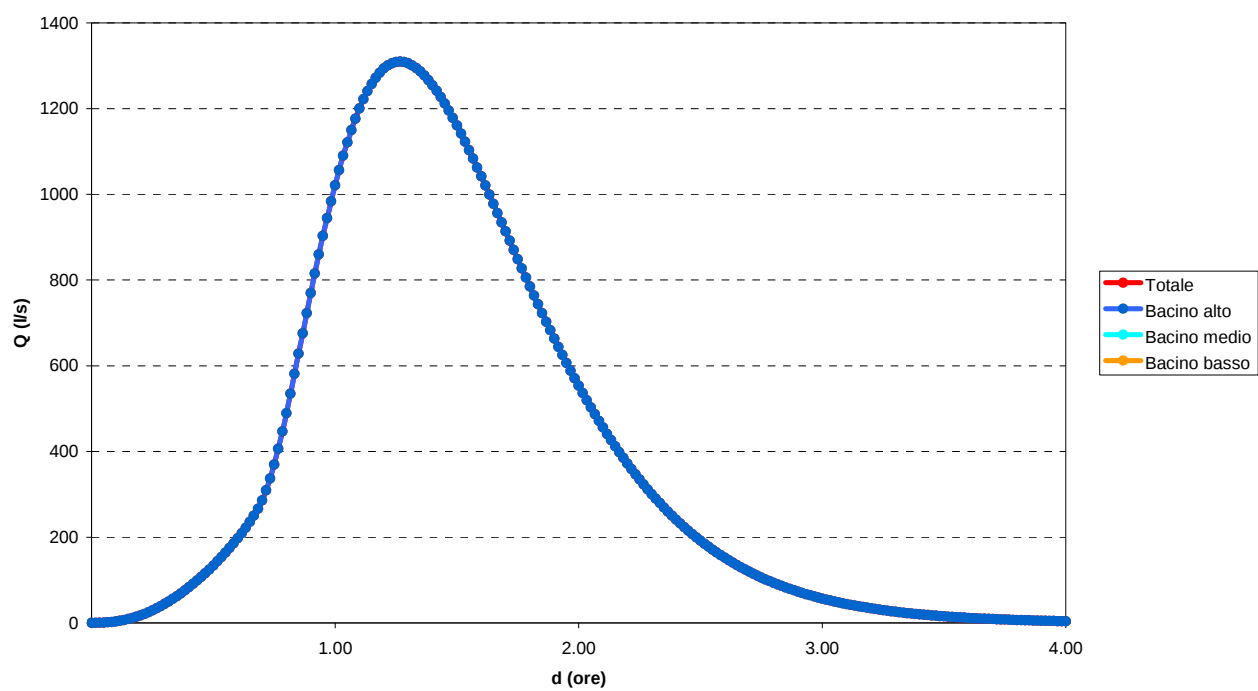
Sezione di chiusura	Superficie bacino S (ha)	Lungh. asta (m)	Quota Media (m. slm)	Tempo di max piena calcolato (min)	Portata di piena Q_p (m ³ /s)	Tempo di ritorno (anni)
Sez. 1 - circa 500 m a monte di Via Motta	73	1200	190	76	1.31	20
					1.67	100
Sez. 2 - a monte di Via Pedemontana	203	3300	125	77	7.95	20
					10.19	100
Sez. 3 - chiusura	283	4350	105	80	12.21	20
					15.20	100

Tabella 4 – Portate di piena del Rio Spezzano calcolate alle sezioni di interesse con riferimento a Tr pari a 20 e 100 anni.

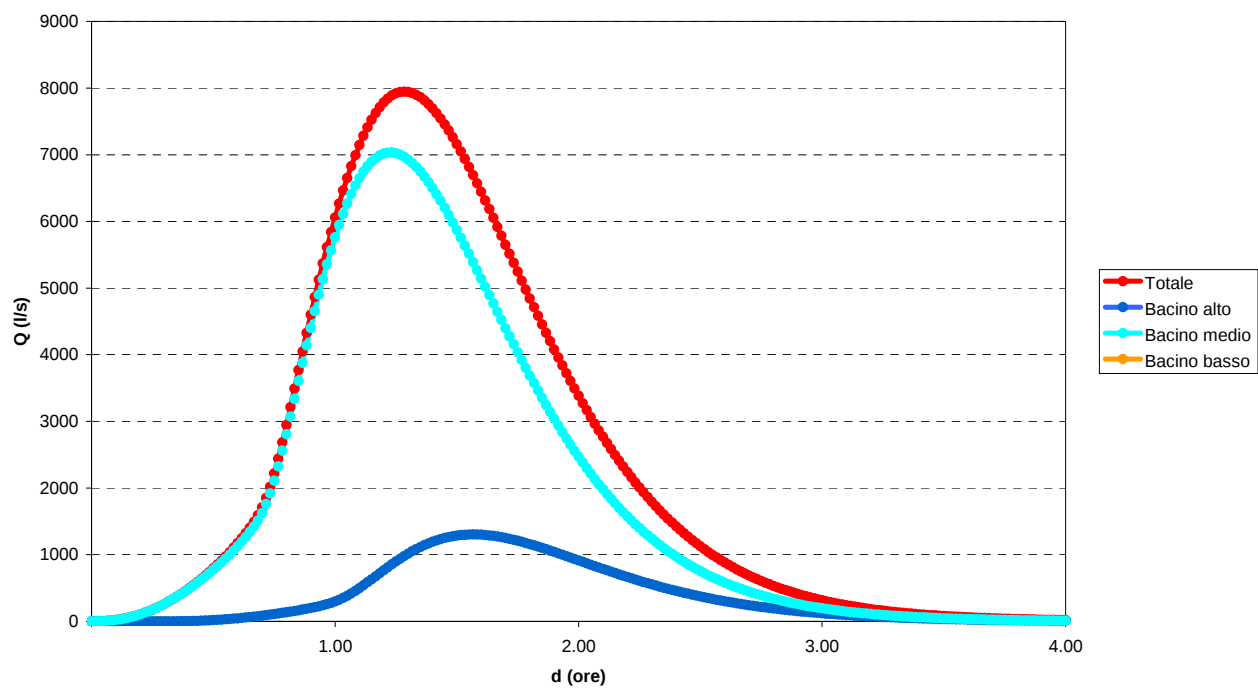
Di seguito si riportano gli esiti delle elaborazioni effettuate che hanno fornito le onde di piena.

➤ $T_r = 20$ anni

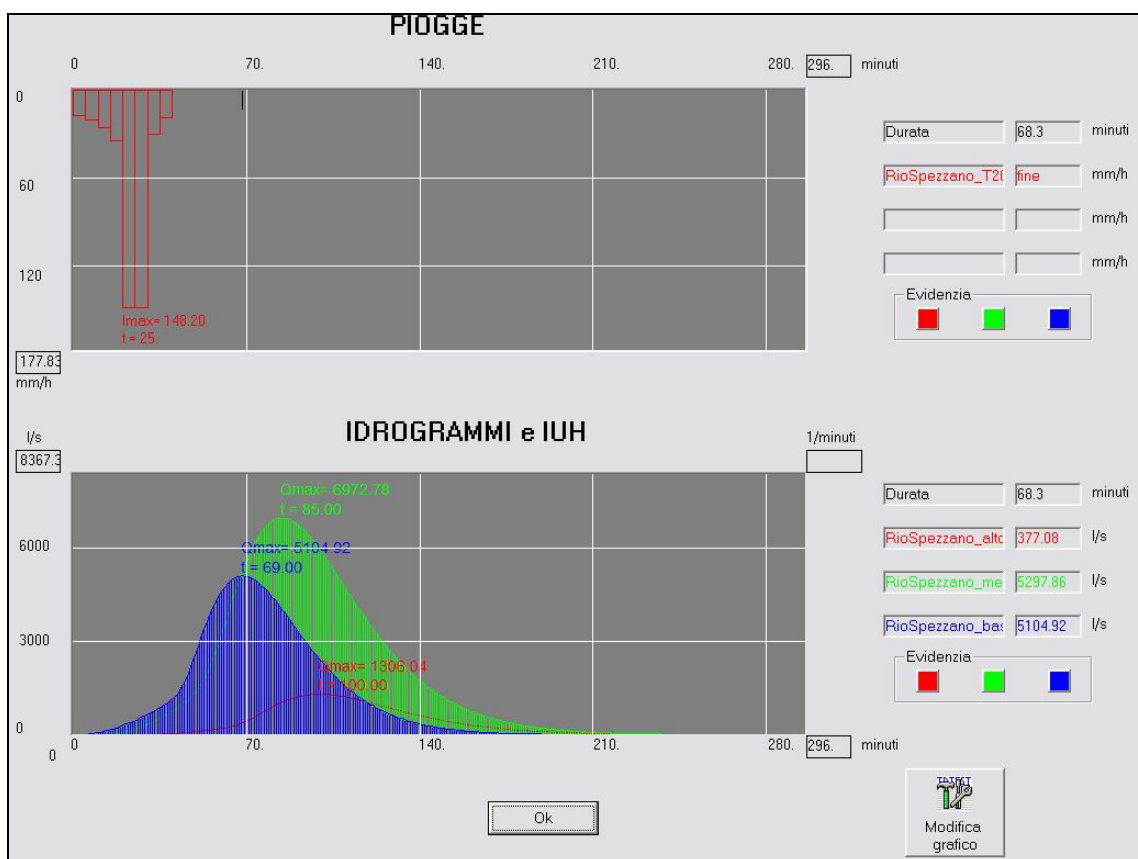
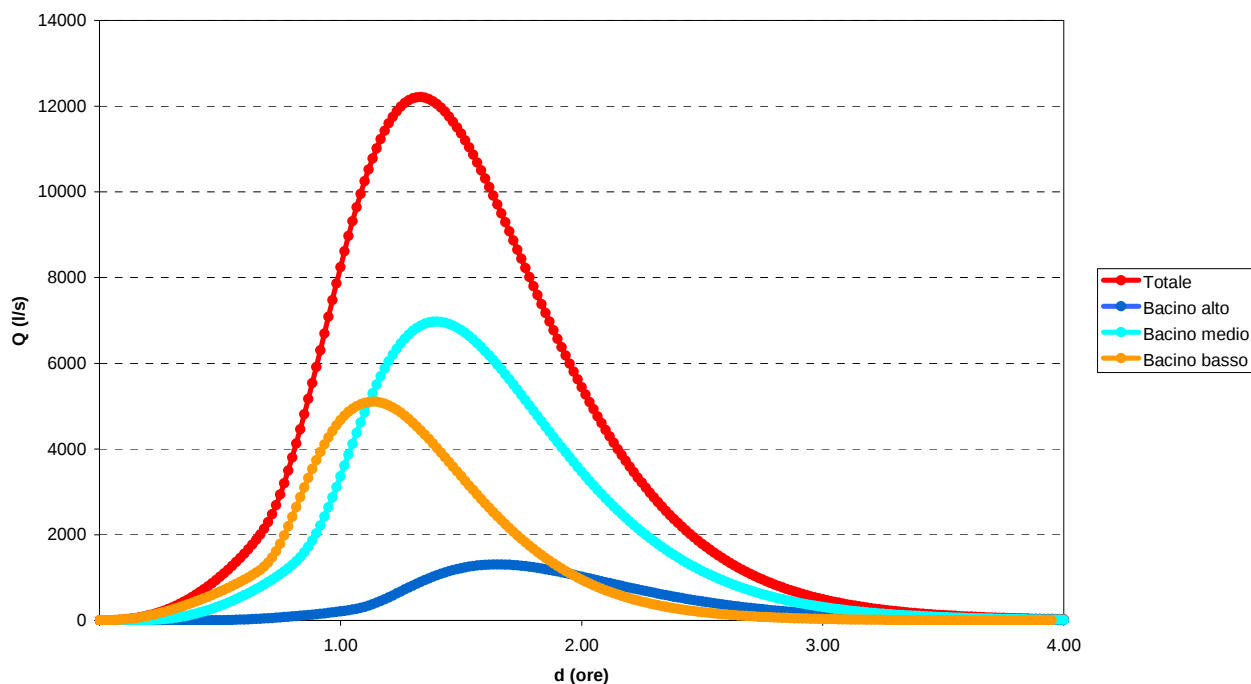
Rio Spezzano - Idrogramma di piena sez. 1 - $T_R=20$ anni



Rio Spezzano - Idrogramma di piena sez. 2 - $T_R=20$ anni



Rio Spezzano - Idrogramma di piena sez. 3 - TR=20 anni



L'adozione di modelli diversi di tipo "afflussi-deflussi" o di formule empiriche di tradizionale e comune utilizzo in campo idrologico porta ad ottenere risultati che sostanzialmente confermano l'ordine di grandezza delle presenti valutazioni e ne attestano in tal modo l'attendibilità.

Stime delle portate di piena con differenti approcci sono riportate di seguito alla presente relazione di verifica.

Si sottolinea, infine, che le considerazioni alla base della definizione delle portate al colmo di piena nel rio sono state fatte in senso cautelativo, non tenendo conto della presenza di eventuali strozzature lungo l'asta idraulica determinate da restringimenti di sezione, spesso causati dalla presenza di ponti e attraversamenti, il che conduce ad una riduzione delle portate realmente osservabili rispetto a quanto stimato in linea teorica.

2.4. Stima delle portate di piena con altri modelli afflussi-deflussi e formule empiriche

La Direttiva di Piano per l'Assetto Idrogeologico n.2 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po: "Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", cui si è fatto riferimento anche per i dati relativi alle piogge intense, contiene una serie di indicazioni per il calcolo delle portate di piena su bacini idrografici di piccole dimensioni.

In particolare, si ricorda che le procedure adottabili per la stima della portata di piena in un corso d'acqua si differenziano in relazione alla disponibilità di serie storiche di dati idrologici rappresentativi.

Il caso più favorevole si ha quando nella sezione di interesse sono disponibili valori di portata misurati per un periodo di osservazione sufficientemente lungo; in queste condizioni l'analisi statistica diretta di frequenza delle piene consente di determinare le stime richieste. Poiché tale situazione si verifica raramente, in ragione del modesto numero di stazioni di misura esistenti e del ridotto periodo di osservazione disponibile per alcune di esse, nella maggior parte dei casi si è nelle condizioni di dover stimare i valori delle portate di piena con metodi indiretti e in tal caso le procedure utilizzabili sono le seguenti:

- impiego di modelli di regionalizzazione del dato idrometrico, costruiti tramite l'analisi statistica dei dati idrologici disponibili relativi a una porzione di territorio ("regione idrologica") omogenea rispetto ai fenomeni di piena;
- analisi statistica delle osservazioni pluviometriche relative al bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse e impiego di modelli afflussi-deflussi per la trasformazione delle piogge in portate o di formule empiriche per il calcolo della portata di piena basate, oltre che sui dati pluviometrici, sulle caratteristiche idrologiche del bacino in esame.

Il primo metodo consiste nell'utilizzare l'intera informazione idrometrica disponibile all'interno di una regione idrologica omogenea. In tal modo si perviene a un campione di dati storici di dimensioni molto maggiori rispetto a quelle di una singola stazione; sulla base di tale campione si ottiene, in genere mediante l'impiego di leggi di regressione statistica, la stima della distribuzione di probabilità delle portate di piena. La costruzione di un modello di regionalizzazione richiede uno studio idrologico su vasta scala, che non è normalmente compatibile con le esigenze di progettazione o di verifica idraulica, di un singolo intervento, soprattutto se di dimensioni modeste.

Nei casi in cui non sono disponibili modelli di regionalizzazione applicabili o per i quali l'applicazione può condurre a margini di incertezza elevati è necessario ricorrere all'impiego di procedure appartenenti alla seconda categoria sopra indicata; tra queste ne vengono proposte alcune tra quelle di più semplice applicazione, rivolte soprattutto ai casi in cui le modeste dimensioni degli interventi in progetto non giustificano studi idrologici approfonditi.

I calcoli sono stati effettuati per i valori del tempo di ritorno: $T_r = 20$ anni, $T_r = 100$ anni.

Formula di Kirpich

Utilizzata per bacini di estensione inferiore ai 25 km² nella stesura del progetto di piano per la salvaguardia e l'utilizzo ottimale della risorsa idrica nell'Emilia Romagna, ha espressione:

$$Q = \frac{cAh}{T_c} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad \text{dove:}$$

c = coeff. di deflusso = 0.42

(in accordo con le considerazioni fatte all'interno della relazione di verifica)

A = area bacino (m²)

h = altezza di pioggia ragguagliata (m) di durata pari a T_c e tempo di ritorno T_r

T_c = tempo di corrivazione (sec)

Il valore del tempo di corrivazione da inserire nella formula precedente è determinabile con:

$$T_c = 0.0195 \left[\frac{L}{(\Delta H / L)^{1/2}} \right]^{0.77}$$

T_c = espresso in minuti

L = lunghezza percorso idraulicamente più lungo, nel caso in esame pari a 4,35 km (m)

ΔH = dislivello massimo in metri relativo al bacino (170 m)

Per il bacino oggetto di studio si ottiene così il seguente valore del tempo di corrivazione secondo Kirpich:

$$T_c = 0,72 \text{ h}$$

A detto valore si è poi apportata una sostanziale modifica per render conto del cosiddetto “tempo di accesso alla rete”, ossia nella fattispecie dell'intervallo di tempo necessario affinché la goccia d'acqua caduta raggiunga il rio partendo dal punto più lontano nel bacino. Tale grandezza, di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa e la densità dei fossetti e canalicoli minori, nonché dell'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto, è stata determinata quale rapporto tra la distanza da percorrere per raggiungere l'alveo (circa 500 m) e la velocità media di percorrenza (posta pari a 0.2 m/s).

Ai fini del calcolo della portata di piena si è così ritenuto ragionevole considerare il valore “corretto” di T_c :

$$T_c \text{ corretto} = 0,72 \text{ h} + (500/0.2) \text{ sec} = 1,41 \text{ h}$$

A partire dai valori dei parametri a e n della linea segnalatrice riportati in Tabella 1 della Relazione si sono potute determinare le altezze di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione determinato, al variare del tempo di ritorno.

	$T_r=20 \text{ anni}$	$T_r=100 \text{ anni}$
$h(T_c) \text{ (mm)}$	45.7	59.4

Tabella - Altezze di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione (secondo Kirpich corretto) al variare del tempo di ritorno.

I valori di portata di piena secondo Kirpich, al variare del tempo di ritorno, così determinabili sono:

	Tr=20 anni	Tr=100 anni
Qp (Kirpich) (m³/s)	10.811	14.046

Tabella - Valori di portata di piena secondo Kirpich stimati per la sezione di interesse al variare del tempo di ritorno.

Formula di Giandotti

$$Q = 0,277 \lambda \phi \frac{h}{KT_c} S \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad \text{dove:}$$

λ = fattore di forma dell'idrogramma di piena = 5

Φ = coefficiente di deflusso = 0.42

h = altezza di precipitazione di durata pari a T_c e assegnato tempo di ritorno (m)

KT_c = tempo di base dell'idrogramma di piena = $3T_c$

S = area bacino sotteso (m²)

T_c = tempo di corrivazione (s)

In particolare in questo caso il valore del tempo di corrivazione, espresso in ore, è ricavabile dalla formula elaborata da Giandotti stesso:

$$T_c = \frac{1,5L_a + 4\sqrt{A}}{0,8\sqrt{H_m - H_0}}$$

L_a = lunghezza asta fluviale (km)

A = area bacino sotteso (km²)

H_m = altitudine media bacino (m)

H_0 = altitudine sez chiusura (m)

Per il bacino oggetto di studio si è ricavato un valore del tempo di corrivazione secondo Giandotti pari a:

$$T_c = 3,02 \text{ h}$$

In modo del tutto analogo a quanto fatto precedentemente si sono determinate le altezze di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione secondo Giandotti, al variare del tempo di ritorno.

	Tr=20 anni	Tr=100 anni
h(Tc) (mm)	56.9	75.8

Tabella - Altezze di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione (secondo Giandotti) al variare del tempo di ritorno.

I valori di portata di piena determinati applicando la formula di Giandotti sono dunque stati i seguenti:

	Tr=20 anni	Tr=100 anni
Qp (Giandotti) (m³/s)	2.900	3.862

Tabella - Valori di portata di piena secondo Giandotti stimati per la sezione di interesse al variare del tempo di ritorno.

Formula razionale

La struttura di tale formula è la seguente

$$Q = \Phi i A \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad \text{dove:}$$

Φ = coefficiente di deflusso = 0.42

i = intensità di precipitazione di durata pari a T_c e tempo di ritorno assegnato (m/s)

A = area bacino (m^2)

In accordo con quanto fatto in precedenza, è stato adottato un valore per il coefficiente di deflusso pari a 0,42 valido per tutta l'estensione del bacino.

La formula è stata applicata considerando, nel calcolo dell'intensità di precipitazione, una durata pari al tempo di corrivazione assunto all'interno della relazione di verifica, vale a dire circa 70 min.

Si sono determinate le intensità di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione, al variare del tempo di ritorno.

	Tr=20 anni	Tr=100 anni
$i(T_c) \text{ (mm)}$	37.1	47.9

Tabella - Altezze di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione (secondo formula razionale) al variare del tempo di ritorno.

I valori di portata di piena determinati applicando la formula razionale sono dunque stati i seguenti:

	Tr=100 anni	Tr=200 anni
$Q_p \text{ (razionale) (m}^3/\text{s)}$	Tr=20 anni	Tr=100 anni

Tabella - Valori di portata di piena utilizzando la Formula Razionale stimati per la sezione di interesse al variare del tempo di ritorno.

Metodo razionale secondo Zoli

Suggerito dal Prof. Zoli, ordinario della cattedra di Idronomia montana della Facoltà di Scienze Forestali dell'Università di Firenze, questo metodo valuta la portata probabile di massima piena in funzione di quegli elementi ritenuti fondamentali nell'influenza sulla portata dei corsi d'acqua. In particolare trattasi della superficie del bacino S_b , dell'altezza di pioggia critica h_a , del tempo di corrivazione T_c e di un coefficiente di deflusso C che tiene conto della pendenza media dei versanti, della maggiore o minore permeabilità del terreno e della vegetazione presente nel bacino.

La portata massima probabile sarebbe data da:

$$Q = C \frac{P_t S_b}{T_c} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

Il coefficiente di deflusso, anch'esso di complessa valutazione e funzione degli elementi succitati, è stato posto pari a 0,42 coerentemente con quanto fatto in precedenza.

Il tempo di corrivazione è in questo caso calcolato come rapporto tra la lunghezza del percorso che dovrà fare la particella d'acqua caduta nel punto più lontano del bacino per arrivare alla sezione considerata e la velocità media della stessa.

Tale velocità media, di difficilissima valutazione in quanto funzione della pendenza media dei versanti, della copertura vegetale del bacino, della permeabilità del terreno, è compresa usualmente tra 0,5 e 4 m/s, e nel caso in questione date le elevate pendenze in gioco è stata posta pari a 1.5 m/s.

Per il bacino oggetto di studio si ottiene così il seguente valore del tempo di corrivazione secondo Zoli:

$$T_c = 4350/1.5 = 2900 \text{ sec} = 0,81 \text{ h}$$

A detto valore, come visto per Kirpich, si è poi apportata una sostanziale modifica per render conto del cosiddetto "tempo di accesso alla rete". Tale grandezza, è stata sempre calcolata quale rapporto tra la distanza da percorrere per raggiungere l'alveo (circa 500 m) e la velocità media di percorrenza (posta pari a 0.2 m/s).

Così:

$$T_c \text{ corretto} = 0,81 \text{ h} + (500/0.2) \text{ sec} = 1,50 \text{ h}$$

Si sono così determinate le altezze di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione, al variare del tempo di ritorno.

	Tr=20 anni	Tr=100 anni
$h(T_c) \text{ (mm)}$	46.5	60.5

Tabella - Altezze di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione (secondo Zoli corretto) al variare del tempo di ritorno.

I valori di portata di piena secondo Zoli, al variare del tempo di ritorno, così determinabili sono:

	Tr=20 anni	Tr=100 anni
$Q_p \text{ (Zoli) (m}^3/\text{s)}$	10.353	13.478

Tabella - Valori di portata di piena secondo Zoli corretto stimati per la sezione di interesse al variare del tempo di ritorno.

Volendo riassumere i risultati ottenuti, si ha:

	<i>Tr=100 anni</i>	<i>Tr=200 anni</i>
<i>Qp (Kirpich) (m³/s)</i>	10.811	14.046
<i>Qp (Giandotti) (m³/s)</i>	2.900	3.862
<i>Qp (razionale) (m³/s)</i>	12.383	15.989
<i>Qp (Zoli) (m³/s)</i>	10.353	13.478

Tabella - Valori di portata di piena, secondo i vari metodi adottati, stimati per la sezione di interesse al variare del tempo di ritorno.

I risultati ottenuti con questi metodi – peraltro tutti appartenenti alla “famiglia” del modello della corrivazione (che calcola la portata di piena come prodotto dell’intensità di pioggia per la superficie contribuente del bacino imbrifero) – sono compresi in un range piuttosto ristretto, dipendente in sostanza dalla definizione di tempo di corrivazione (ad eccezione della formula di Giandotti che determina un valore più alto di Tc, dunque meno cautelativo), molto vicino alla stima dei colmi di piena effettuata all’interno della relazione di verifica idraulica.

3. STUDIO IDROLOGICO DEL RIO SPEZZANO: AGGIORNAMENTO ALLO STATO DI FATTO

3.1. Considerazioni generali

A seguito delle indagini idrologiche sopra descritte, cui ha fatto seguito la linea guida di realizzare un intervento di mitigazione quantitativa delle acque del Rio Spezzano che resolvesse le criticità di valle del corso idrico superficiale (valutate la fattibilità tecnica di volumi di invaso e laminazione individuati nelle aree verdi a monte di Via Montegrappa e di Via Giardini), in occasione della costruzione del nuovo piazzale di stoccaggio della ditta Florim s.p.a. nel corso del 2012 è stata realizzata una vasca in linea sul Rio Spezzano stesso, funzionale allo scarico delle portate meteoriche generate dal nuovo intervento e più in generale generate dall'intero insediamento industriale ed aree adiacenti a monte.

Florim s.p.a., prima sul territorio, ha raccolto la sfida accettando di realizzare su sedime in proprietà, congiuntamente alla costruzione del nuovo piazzale logistico di 30.000 mq, una vasca per la laminazione delle portate del Rio Spezzano di circa 25.000 mc di invaso anticipando di fatto quanto previsto di realizzare dalla pianificazione provinciale poco più a valle prima della tombinatura di Via Montegrappa.

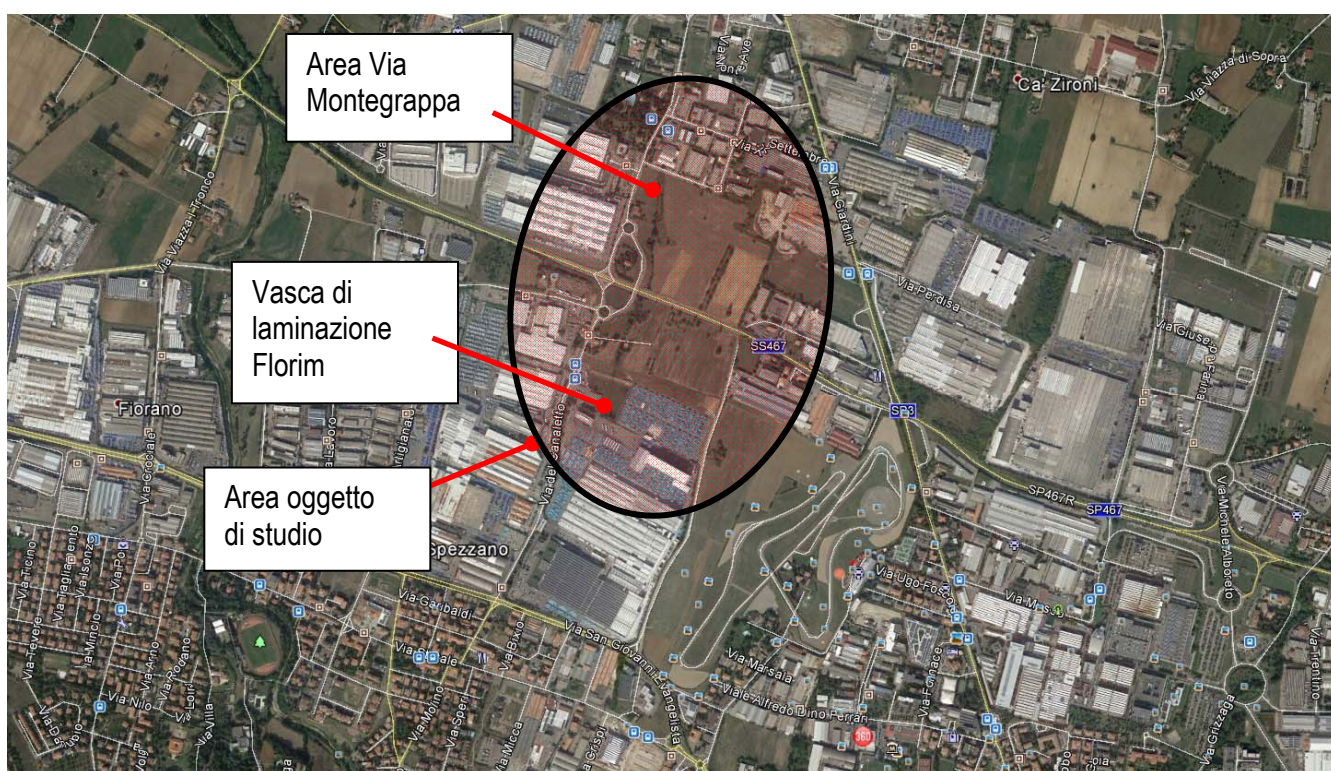


Figura 2 – Stralcio aerofotogrammetrico dell'area oggetto di intervento.

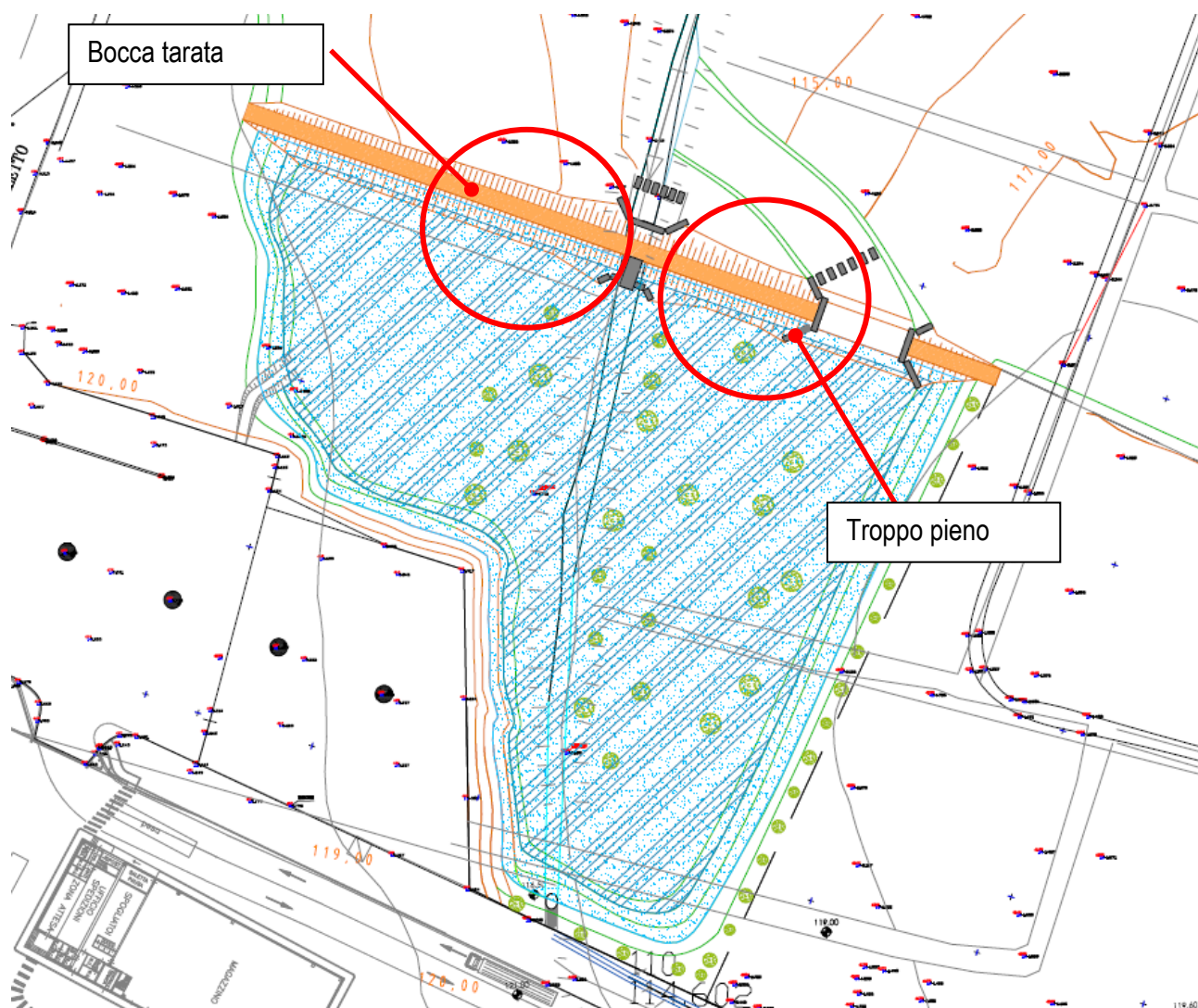


Figura 3 – La vasca di laminazione da 25.000 mc

In esito agli studi idrologici compiuti si è dunque scelto come idrogramma di riferimento per le diverse verifiche di officiosità idraulica della cassa di laminazione di Florim quello ventennale individuato per la sezione del Rio Spezzano posta immediatamente a monte delle S.P. 467 Pedemontana.

Sezione di chiusura	Superficie bacino S	Lungh. asta	Quota Media	Tempo di max piena calcolato	Portata di piena Q_p	Tempo di ritorno
	(ha)	(m)	(m. slm)	(min)	(m ³ /s)	(anni)
Sez. 1 - circa 500 m a monte di Via Motta	73	1200	190	76	1.31	20
					1.67	100
Sez. 2 - a monte di Via Pedemontana	203	3300	125	77	7.95	20
					10.19	100
Sez. 3 - chiusura	283	4350	105	80	12.21	20
					15.20	100

Tabella 5 – Portate di piena del Rio Spezzano calcolate alle sezioni di interesse con riferimento a Tr pari a 20 e 100 anni. Scelta dell'idrogramma di riferimento Tr=20 anni.

Per la corretta funzionalità della vasca sono stati realizzati i seguenti manufatti di regolazione idraulica dell'invaso:

- Una bocca tarata interferente col sedime demaniale del Rio Spezzano “in pancia” all’argine di contenimento temporaneo delle acque; tale manufatto è in continuità di speco con le sezioni tombinate di monte ma con la possibilità di ridurre le portate mediante una paratoia mobile in acciaio pensata allo scopo di ridurre la luce sotto battente efficace al deflusso verso valle delle portate.
- Un manufatto di troppo pieno che dovrà consentire il transito verso le sezioni di valle di eventuali volumi di acqua eccedenti il valore di progetto.
- Vasche di dissipazione dell’energia dell’acqua previste immediatamente a valle dei manufatti precedentemente elencati.

Per la realizzazione della bocca tarata della vasca di laminazione è stato previsto un manufatto scatolare in CLS di speco utile m 1,5x1,5 in coerenza con i manufatti già realizzati a monte e a valle della vasca.

Per la funzionalità del manufatto è prevista la possibilità di parzializzare la luce sottobattente mediante la movimentazione di una paratoia in acciaio:

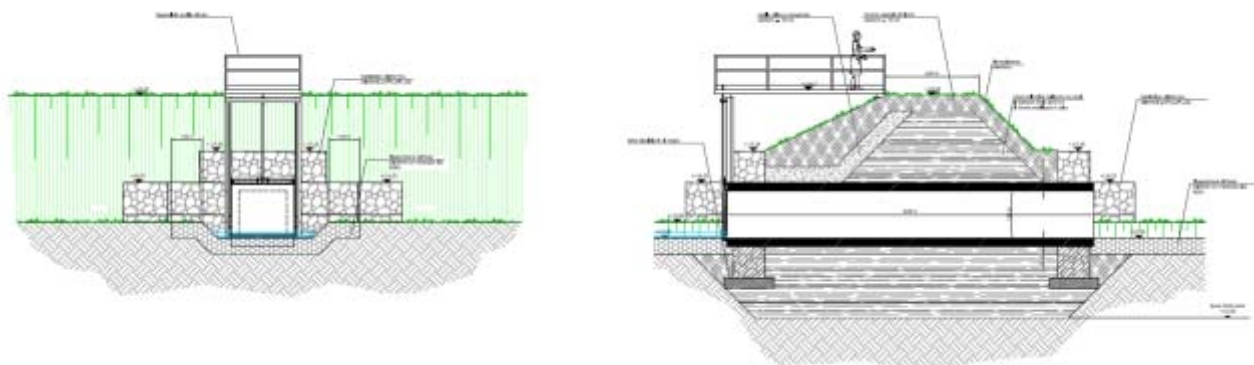


Figura 4 –Bocca tarata della vasca di laminazione

Si evidenzia come dalla foronomia dell'idraulica si evince che per far transitare verso valle circa 1,6 mc/s risulta necessario chiudere a 0,25 m dal fondo la paratoia di regolazione.

3.1. *Caratteristiche del bacino imbrifero – componenti idrologiche e idrauliche*

Come premesso, ripercorrendo le stesse modalità operative dello studio generale del 2008, il presente aggiornamento di indagine considera le condizioni di stato di fatto: vasca di laminazione Florim realizzata, dunque definizione del relativo bacino idrologico-idraulico sotteso e conseguente stima delle portate al colmo di piena in arrivo alla sezione di attraversamento della S.P. n. 467 Pedemontana.

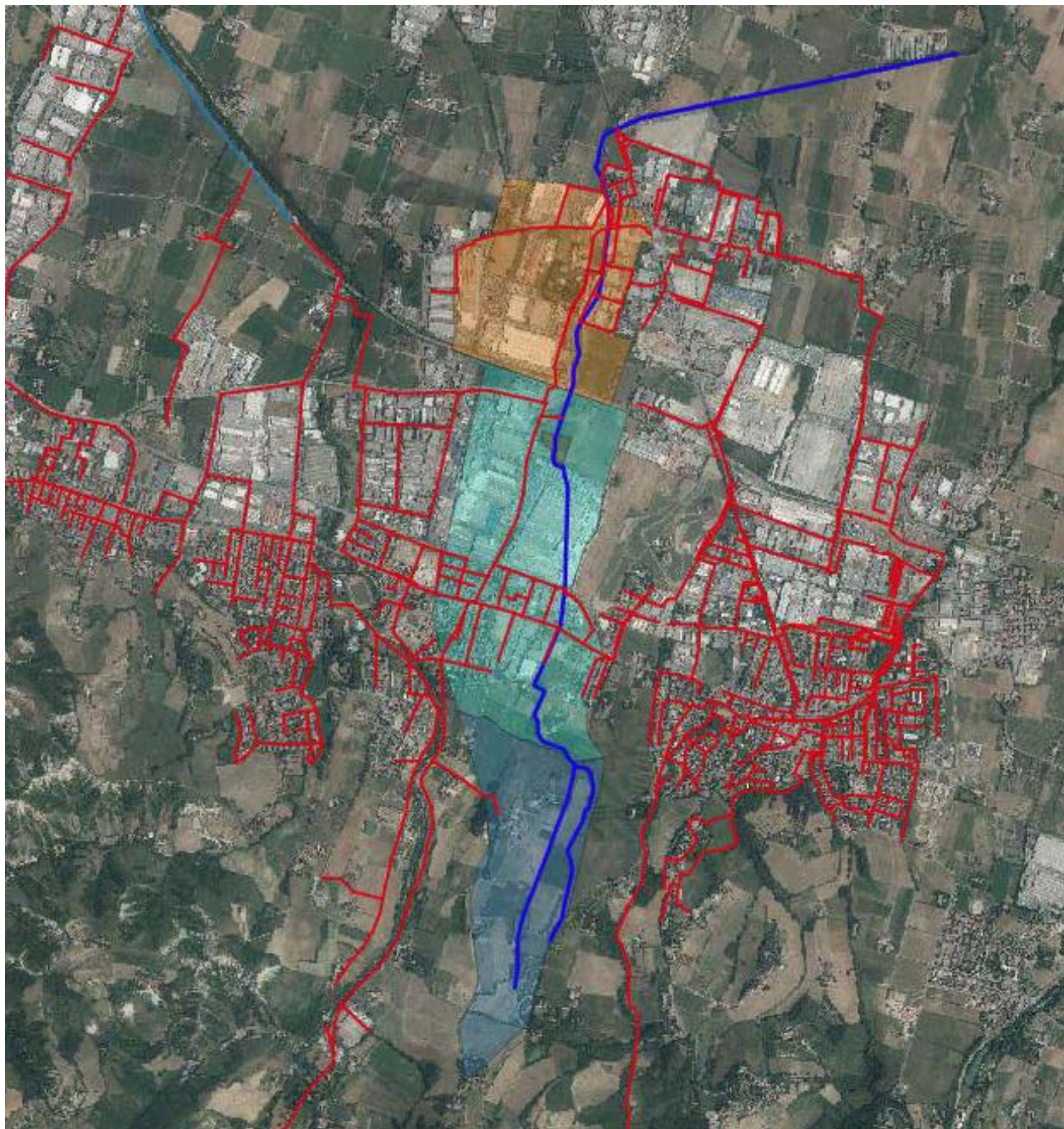


Figura 5 – Inquadramento del bacino idrologico complessivo del Rio Spezzano suddiviso nelle tre porzioni “alta”-“media”-“bassa” di cui allo studio generale su base ortofoto.

Allo stato di fatto, considerando quale sezione di interesse la n. 2 a monte dell’attraversamento della S.P. 467 Pedemontana, si ha una quota di bacino sotteso dall’invaso di laminazione, corrispondente in sostanza all’area di sedime dello stabilimento Florim s.p.a. congiuntamente alle aree adiacenti a monte nei pressi di Via

Motta, drenate dal Rio Spezzano, e una quota di bacino non sotteso dall'invaso di laminazione, corrispondente alla zona prospiciente a Via del Canaletto, congiuntamente alle aree adiacenti a monte nei pressi di Via Garibaldi, Molino, Speri, drenate dal collettore per acque miste su Via del Canaletto il cui scolmatore delle portate di piena si immette nel Rio Spezzano a valle della vasca di laminazione.

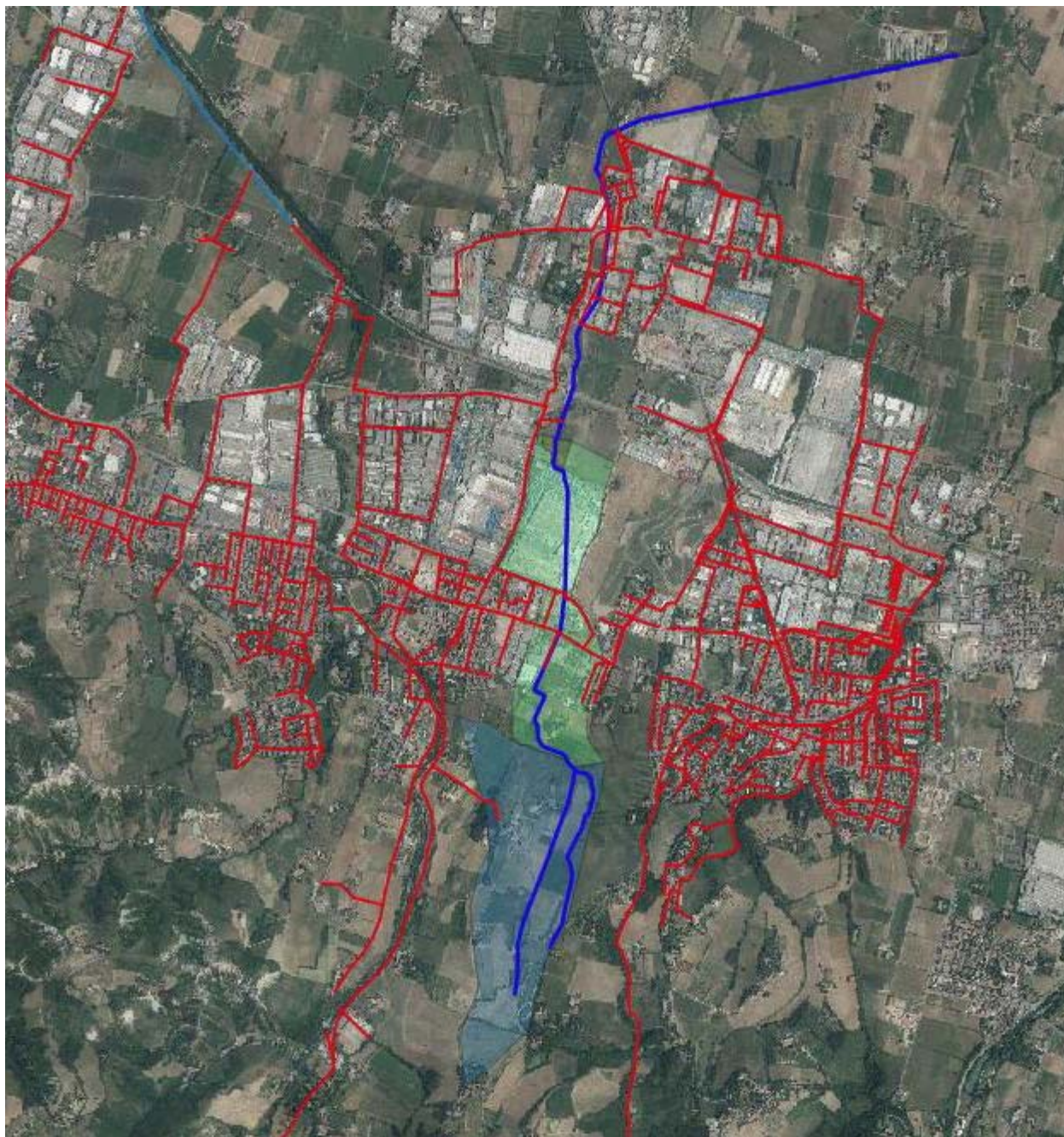


Figura 6a –Bacino idrologico del Rio Spezzano sotteso dalla vasca di laminazione Florim su base ortofoto. Stato di fatto.



Figura 6b –Bacino idrologico del Rio Spezzano sotteso dalla vasca di laminazione Florim su base ortofoto. Zoom. Stato di fatto.

Nella tabella successiva sono riportati i principali parametri idrologici del bacino allo stato di fatto così suddiviso:

	Bacino alto	Bacino medio non lam	Bacino medio lam	Bacino basso	Bacino tot
Sezione	1 - circa 500 m a monte di Via Motta	2 - a monte di Via Pedemontana	2 - a monte di Via Pedemontana	3 - chiusura	
Sup. (ha)	73	75	55	80	283
Imp (%)	5	60	60	60	46
Per (%)	95	40	40	40	54
ϕ_{imp}	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
ϕ_{per}	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

ϕ_{med}	0.18	0.51	0.51	0.51	0.42
L (m)	1200	2100	1850	1050	4350
Hmax (m slm)	270	145	145	115	270
Hmin (m slm)	145	115	117	100	100
Tc (min)	70	65	62	53	107

Tabella 6 – Dettaglio delle caratteristiche morfologico-altimetriche dei sottobacini allo stato di fatto.

Analogamente a quanto fatto in precedenza, per quanto riguarda la componente idraulica nel fenomeno di formazione dell'onda di piena si fa riferimento al metodo di NASH a 3 serbatoi in serie di ugual costante k, la cui peculiarità è di schematizzare il bacino come una sequenza di laminazioni e traslazioni delle portate.

Il modello utilizzato è di tipo concettuale; esso simula il comportamento del bacino investito da un evento meteorico breve ed intenso alla stessa stregua di un sistema di 3 serbatoi lineari posti in serie di costante temporale k pari a $0,25 T_c$, quest'ultimo essendo il tempo di corrivazione del bacino.

La risposta impulsiva del modello è fornita dalla seguente espressione:

$$IUH(t) = \frac{\left(\frac{t}{k}\right)^{(n-1)}}{k(n-1)!} e^{-t/k}$$

dove k (espresso in minuti) è la costante caratteristica dei serbatoi, supposti tutti uguali, ed $n = 3$ è il numero degli stessi.

Dunque, il valore del parametro di forma n è stato mantenuto costante, mentre la costante temporale k è stata correlata al tempo di corrivazione del bacino.

3.2. Trasformazione afflussi deflussi

Fatte salve le premesse di cui allo studio generale precedente, sono state utilizzate le piogge derivate dalla curva di possibilità pluviometrica media valida per il territorio in esame, così come ricavata al paragrafo 2.2., avente tempo di ritorno di 20 anni, tutte convolute con l'IUH derivante dal modello di NASH.

E' stato adottato uno ietogramma di tipo Chicago, di durata pari al tempo di corrivazione del bacino, e picco di intensità posto a due terzi della durata.

Per una ricostruzione più fedele delle onde di piena attese alle varie sezioni sono stati sovrapposti i singoli idrogrammi relativi ai tre sottobacini, opportunamente traslati alla sezione di verifica con il metodo di Muskingum.

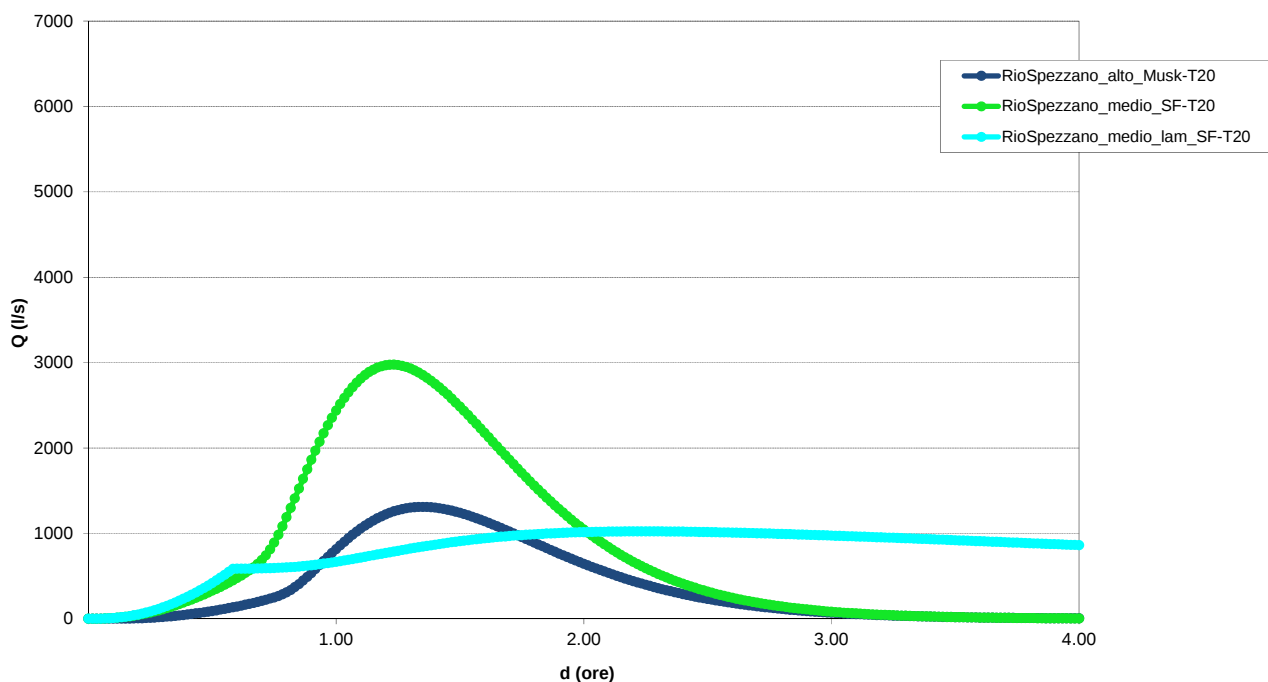
Nella tabella seguente vengono riportati sinteticamente i dati ritenuti significativi per il bacino oggetto di indagine ed i valori di portata al colmo di piena calcolati alla sezione di verifica della S.P. 467.

Bacino	Superficie bacino S (ha)	Tempo di max piena calcolato (min)	Portata di piena Q_p (m ³ /s)	Tempo di ritorno (anni)	Colore grafico
Alto	73	81	1.31	20	blu
Medio non laminato	75	74	4.06	20	verde scuro
Medio laminato	73+55	134	1.02	20	ciano
Medio Totale (S.P. 467)	203	75	4.85	20	rosso

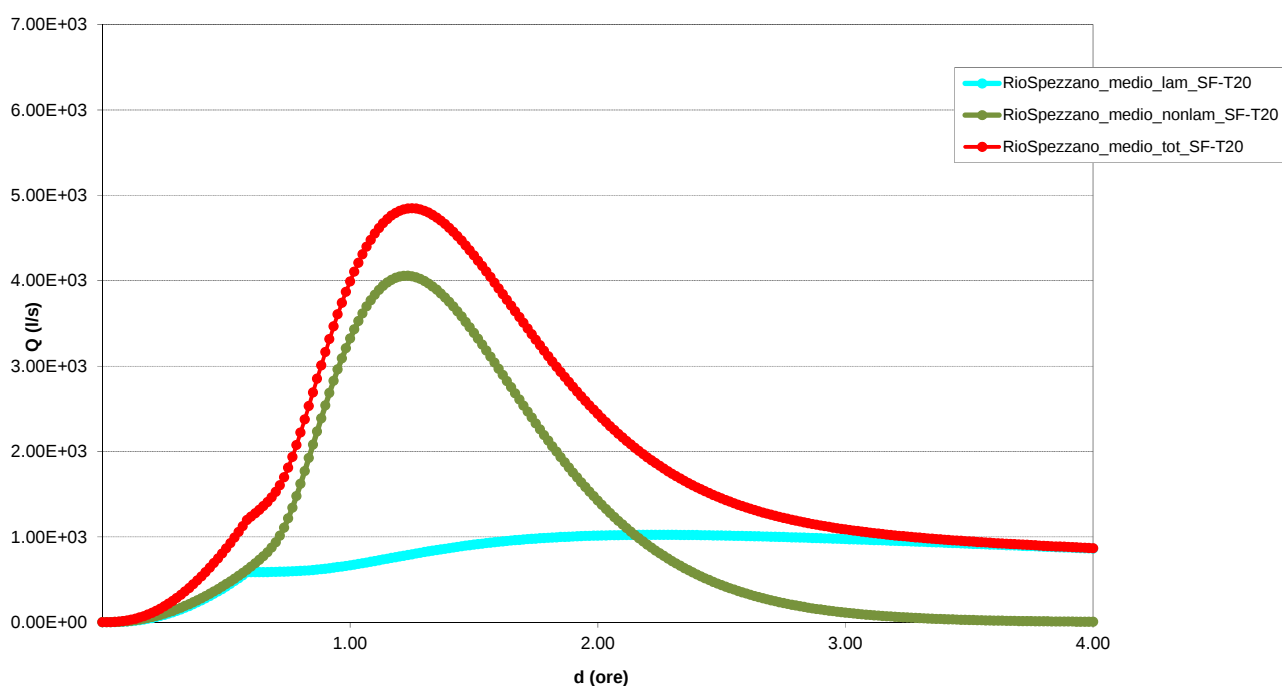
Tabella 7 – Portate di piena del Rio Spezzano calcolate alle sezioni di interesse con riferimento a Tr pari a 20 anni – STATO DI FATTO.

Di seguito si riportano gli esiti delle elaborazioni effettuate che hanno fornito le onde di piena.

**Rio Spezzano - Idrogramma di piena bacino sotteso dalla vasca di laminazione
STATO DI FATTO - TR=20 anni**



Rio Spezzano - Idrogramma di piena sez. S.P. 467 STATO DI FATTO - TR=20 anni



Dall'analisi dei grafici sopra riportati si evince che la vasca di laminazione Florim allo stato di fatto intercetta un bacino idrologico di estensione pari a $73+55 = 128$ ha (aree blu e verde chiaro figg. 6a e 6b) che genera un idrogramma pari alla somma delle due onde di piena di colore parimenti blu e verde chiaro nel grafico sopra riportato. Il picco pari a circa 4,3 mc/s in arrivo alla vasca viene smorzato a 1 mc/s circa in uscita (curva color ciano).

A valle della bocca tarata della vasca si ha la confluenza della dorsale di scarico del bacino non laminato di Via Canaletto (curva color verde scuro) con picco di poco superiore a 4 mc/s.

La somma dei due idrogrammi – laminato e non laminato – considerando i rispettivi sfasamenti produce un'onda di piena in arrivo alla sezione di attraversamento della S.P. 467 di colmo pari a 4.85 mc/s (curva color rosso).

4. STUDIO IDROLOGICO DEL RIO SPEZZANO: AGGIORNAMENTO ALLO STATO DI PROGETTO

4.1. Considerazioni generali

Come premesso, in funzione delle opere previste dal Permesso di Costruire Convenzionato Ampliamento di Complesso Industriale Esistente ditta Florim s.p.a. Art. A-14-bis Aggiunto dall'art.48 della LR 6/09, è necessario aggiornare la definizione delle modalità di deflusso del Rio Spezzano al fine di valutare le condizioni di carico idraulico, in particolare in corrispondenza della sezione di attraversamento della S.P. n. 467 Pedemontana.

L'area oggetto di intervento si trova nel quadrante Nord Est, del Comune di Fiorano, in confine con il Comune di Maranello. In particolare, l'area, è ricompresa a Nord dalla Strada Provinciale 467 a Ovest dal Via del Canaletto e a Est dalla strada chiusa Via Madonna del Sagrato.

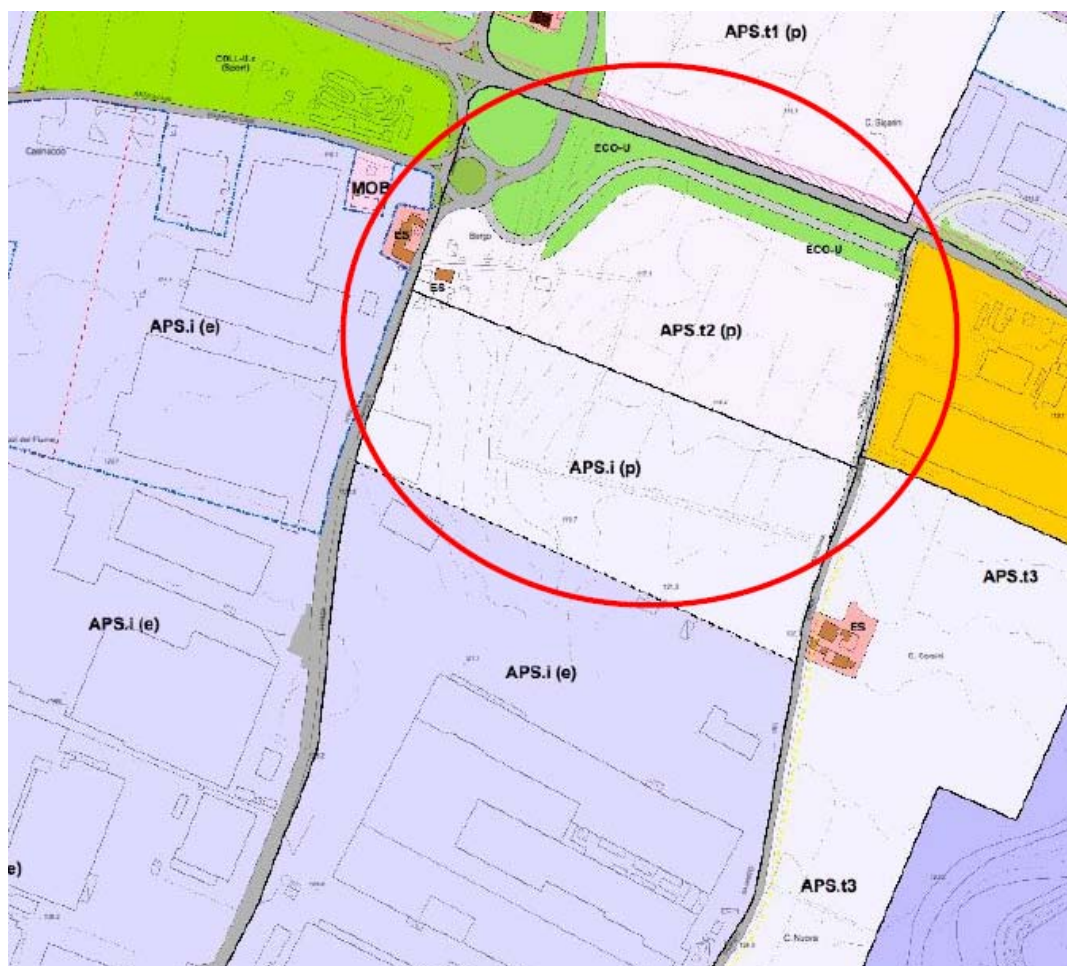


Figura 7 – Stralcio PSC vigente dell'area oggetto di intervento.

Il progetto di ampliamento prevede la realizzazione di un nuovo edificio destinato alla lavorazione e allo stoccaggio di lastre di ceramica prodotte in altro sito.

La superficie complessiva dell'edificio è pari a circa mq 47.000 con fronte principale sulla strada Pedemontana lungo circa 257 ml.

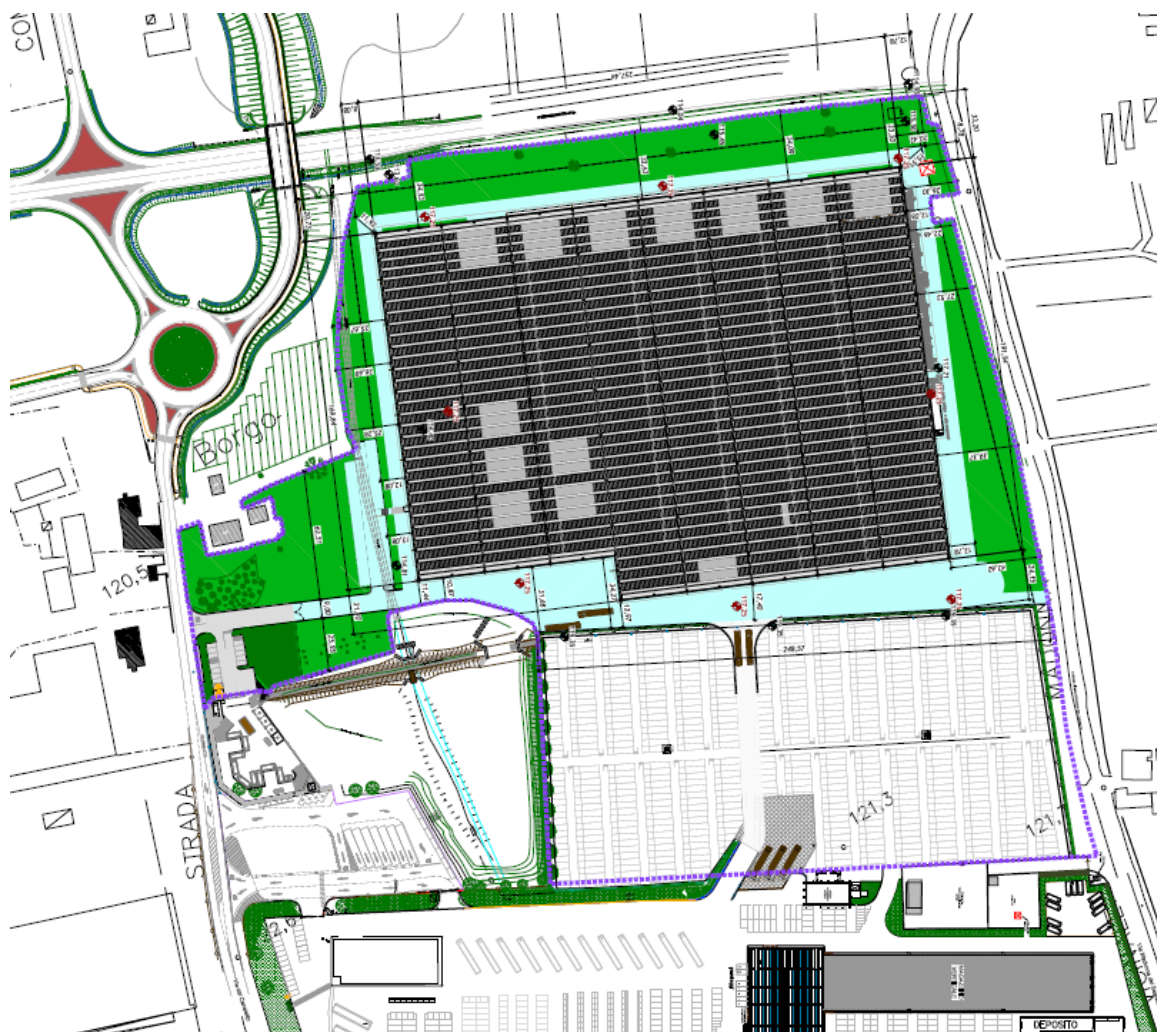


Figura 8 – Inquadramento progettuale dell'Ampliamento industriale in oggetto.

In base a quanto previsto dal progetto di Permesso di Costruire Convenzionato a cura dell'Ing. Marco Mazzini – Ingegneri Riuniti s.p.a. - il sistema di fognatura a servizio dell'intervento urbanistico ha come recapito per i deflussi meteorici (identificato in planimetria dal punto B1) il Rio Spezzano il cui sedime è posto al confine ovest dell'area. Il recapito per la rete di acque reflue (identificato in planimetria dal punto N1) risulta essere invece il collettore fognario di acque miste in cls posto al di sotto della via Canaletto. Il recapito B1 è ubicato a valle del sistema di laminazione del Rio Spezzano esistente la cui funzione è quella del riequilibrio idraulico del territorio di monte.



Figura 9 – Recapiti del sistema fognario a servizio dell'Ampliamento industriale in oggetto.

Alla luce della destinazione d'uso del suolo di progetto, in prevalenza impermeabile (6 ha circa su 8 in totale), applicando il metodo cinematico, il progettista ha previsto una portata al colmo generata dall'intero bacino in oggetto nella sezione di chiusura, che coincide con lo scarico nel Rio Spezzano (punto B1 Fig. 9) pari a 1,5 mc/s circa per un tempo di corrivazione pari a 20 minuti circa, parametri poi confermati dall'aggiornamento dello studio idrologico a cura degli scriventi.

Contestualmente alla realizzazione dell'Ampliamento Industriale sopra descritto si prevede la modifica del manufatto scolmatore sulla dorsale di fognatura mista di Via Canaletto con deviazione delle portate meteoriche di piena alla vasca di laminazione.

Trattasi della quota di bacino allo stato di fatto non sotteso dall'invaso di laminazione, corrispondente alla zona prospiciente a Via del Canaletto, congiuntamente alle aree adiacenti a monte nei pressi di Via Garibaldi, Molino, Speri, drenate dal collettore per acque miste su Via del Canaletto il cui scolmatore delle portate di piena si immette direttamente nel Rio Spezzano circa 100 m a valle della bocca tarata della vasca di laminazione (cfr. Cap. 3).

4.2. *Caratteristiche del bacino imbrifero – componenti idrologiche e idrauliche*

Ripercorrendo le stesse modalità operative dello studio generale del 2008, si considerano ora le condizioni di stato di progetto: vasca di laminazione Florim e relativo bacino idrologico-idraulico sotteso a seguito dei previsti interventi edilizi di Ampliamento Complesso Industriale e modifica del manufatto scolmatore sulla dorsale di fognatura mista di Via Canaletto con deviazione delle portate di piena alla suddetta vasca ; stima delle portate al colmo di piena in arrivo alla sezione di attraversamento della S.P. n. 467 Pedemontana.

Allo stato di progetto, considerando quale sezione di interesse la n. 2 a monte dell'attraversamento della S.P. Pedemontana, si ha una quota di bacino sotteso dall'invaso di laminazione, corrispondente all'area di sedime dello stabilimento Florim s.p.a. congiuntamente alle aree adiacenti a monte nei pressi di Via Motta, drenate dal Rio Spezzano ed alla zona prospiciente a Via del Canaletto, congiuntamente alle aree adiacenti a monte nei pressi di Via Garibaldi, Molino, Speri, drenate dal collettore per acque miste su Via del Canaletto il cui scolmatore delle portate di piena si immetterà all'interno della vasca, e una quota di bacino non sotteso dall'invaso di laminazione, corrispondente all'area di Ampliamento Industriale sopra descritta la cui rete di drenaggio si immetterà direttamente nel Rio Spezzano a valle della vasca di laminazione.

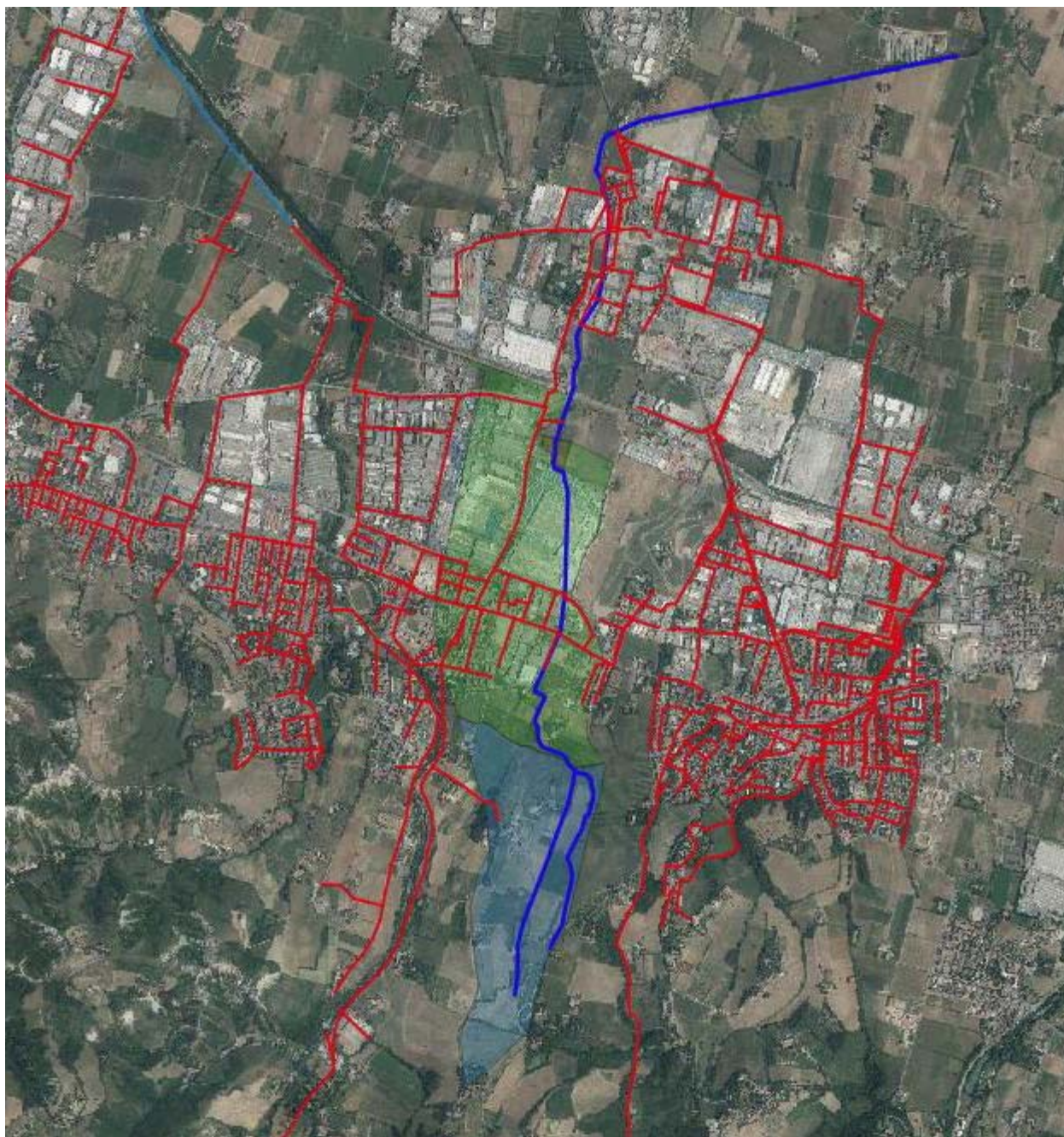


Figura 10a –Bacino idrologico del Rio Spezzano sotteso dalla vasca di laminazione Florim su base ortofoto. Stato di progetto.



Figura 10b –Bacino idrologico del Rio Spezzano sotteso dalla vasca di laminazione Florim su base ortofoto. Zoom. Stato di progetto.

Nella tabella successiva sono riportati i principali parametri idrologici del bacino allo stato di progetto così suddiviso:

	Bacino alto	Bacino medio non lam	Bacino medio lam	Bacino basso	Bacino tot
Sezione	1 - circa 500 m a monte di Via Motta	2 - a monte di Via Pedemontana	2 - a monte di Via Pedemontana	3 - chiusura	
Sup. (ha)	73	8	122	80	283
Imp (%)	5	75	60	60	46
Per (%)	95	25	40	40	54
ϕ_{imp}	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
ϕ_{per}	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

ϕ_{med}	0.18	0.60	0.51	0.51	0.43
L (m)	1200	400	2100	1050	2650
Hmax (m slm)	270	118	145	115	270
Hmin (m slm)	145	115	117	100	100
Tc (min)	70	20	65	53	88

Tabella 8 – Dettaglio delle caratteristiche morfologico-altimetriche dei sottobacini allo stato di progetto.

Analogamente a quanto fatto in precedenza, per quanto riguarda la componente idraulica nel fenomeno di formazione dell'onda di piena si fa riferimento al metodo di NASH a 3 serbatoi in serie di ugual costante k.

4.3. Trasformazione afflussi deflussi

Fatte salve le premesse di cui allo studio generale precedente, sono state utilizzate le piogge derivate dalla curva di possibilità pluviometrica media valida per il territorio in esame, così come ricavata al paragrafo 2.2., avente tempo di ritorno di 20 anni, tutte convolute con l'IUH derivante dal modello di NASH.

E' stato adottato uno ietogramma di tipo Chicago, di durata pari al tempo di corrivazione del bacino, e picco di intensità posto a due terzi della durata.

Per una ricostruzione più fedele delle onde di piena attese alle varie sezioni sono stati sovrapposti i singoli idrogrammi relativi ai tre sottobacini, opportunamente traslati alla sezione di verifica con il metodo di Muskingum.

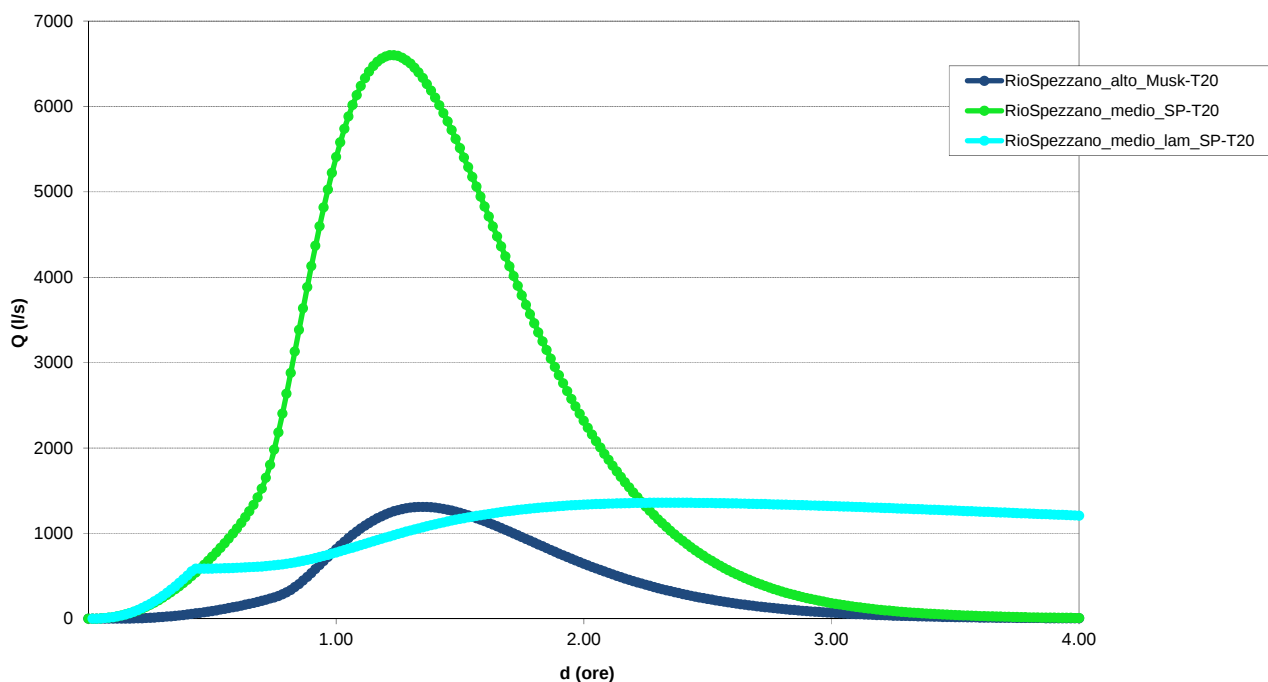
Nella tabella seguente vengono riportati sinteticamente i dati ritenuti significativi per il bacino oggetto di indagine ed i valori di portata al colmo di piena calcolati alla sezione di verifica della S.P. 467.

Bacino	Superficie bacino S	Tempo di max piena calcolato	Portata di piena Q_p	Tempo di ritorno	Colore grafico
	(ha)	(min)	(m ³ /s)	(anni)	
Alto	73	81	1.31	20	blu
Medio non laminato	8	22	1.46	20	verde scuro
Medio laminato	73+122	141	1.36	20	ciano
Medio Totale (S.P. 467)	203	24	1.91	20	rosso

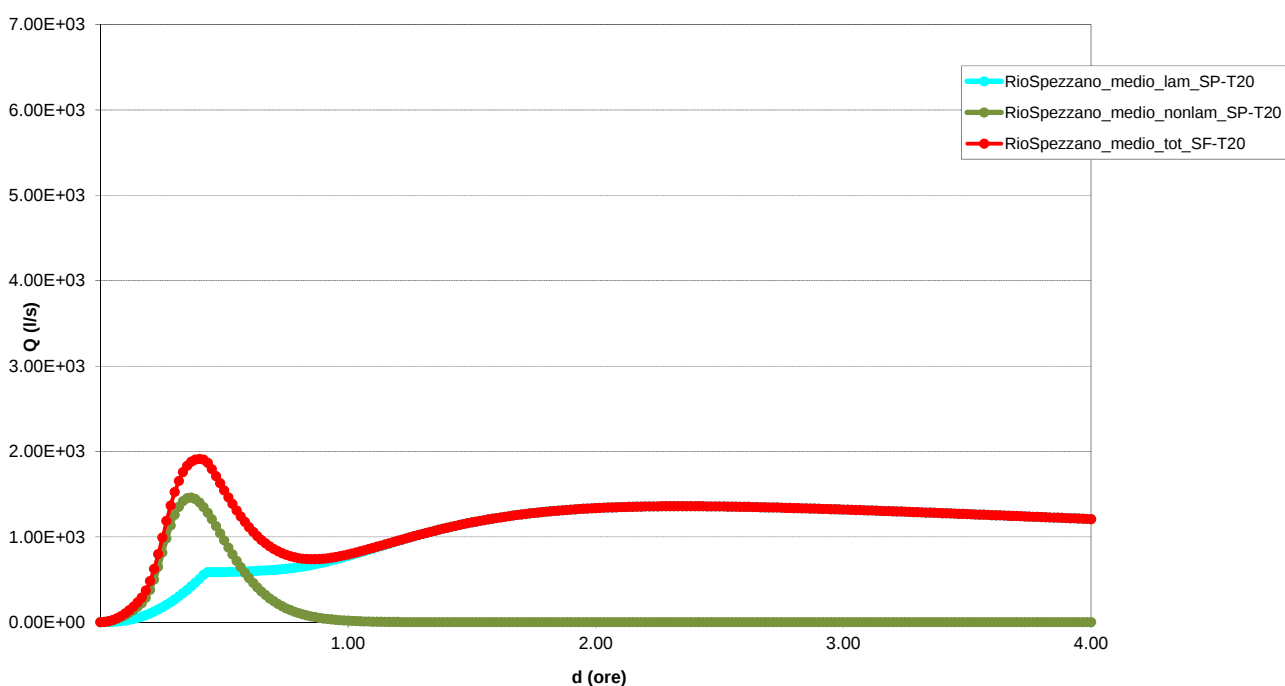
Tabella 9 – Portate di piena del Rio Spezzano calcolate alle sezioni di interesse con riferimento a Tr pari a 20 anni – STATO DI PROGETTO.

Di seguito si riportano gli esiti delle elaborazioni effettuate che hanno fornito le onde di piena.

**Rio Spezzano - Idrogramma di piena bacino sotteso dalla vasca di laminazione
STATO DI PROGETTO - TR=20 anni**



Rio Spezzano - Idrogramma di piena sez. S.P. 467 STATO DI PROGETTO - TR=20 anni



Dall'analisi dei grafici sopra riportati si evince che la vasca di laminazione Florim allo stato di progetto intercetta un bacino idrologico di estensione pari a $73+122 = 195$ ha (aree blu e verde scuro figg. 10a e 10b) che genera un idrogramma pari alla somma delle due onde di piena di colore blu e verde chiaro nel grafico sopra riportato. Il picco pari a circa 7,5 mc/s in arrivo alla vasca viene smorzato a 1,4 mc/s circa in uscita (curva color ciano).

A valle della bocca tarata della vasca si ha la confluenza della dorsale di scarico del bacino non laminato dell'area di nuovo ampliamento industriale di Florim (curva color verde scuro) con picco di circa 1,5 mc/s.

La somma dei due idrogrammi – laminato e non laminato – considerando i rispettivi sfasamenti produce un'onda di piena in arrivo alla sezione di attraversamento della S.P. 467 (curva color rosso) di colmo pari a 1.9 mc/s principalmente ascrivibile alla componente generata dall'area di nuovo ampliamento industriale di Florim cui segue una più lunga fase di intumescenza dell'onda di piena (valori massimi inferiori a 1,4 mc/s) legata al fenomeno della laminazione del bacino a monte della vasca.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In relazione alle valutazioni idrologiche e idrauliche al contorno delle opere previste dal Permesso di Costruire Convenzionato Ampliamento di Complesso Industriale Esistente ditta Florim s.p.a. Art. A-14-bis Aggiunto dall'art.48 della LR 6/09, si è reso necessario aggiornare la definizione delle modalità di deflusso del Rio Spezzano in corrispondenza di una serie di sezioni di interesse lungo l'asta del fosso in Comune di Fiorano Modenese, al fine di valutare le condizioni di carico idraulico, in particolare in corrispondenza della sezione di attraversamento della S.P. n. 467 Pedemontana.

Ripercorrendo le stesse modalità operative dello studio generale del 2008, il presente aggiornamento di indagine ha considerato le condizioni di:

- stato di fatto: vasca di laminazione Florim e relativo bacino idrologico-idraulico sotteso; stima delle portate al colmo di piena in arrivo alla sezione di attraversamento della S.P. n. 467 Pedemontana (cfr. Cap. 3);
- stato di progetto: vasca di laminazione Florim e relativo bacino idrologico-idraulico sotteso a seguito dei previsti interventi edilizi di Ampliamento Complesso Industriale e modifica del manufatto scolmatore sulla dorsale di fognatura mista di Via Canaletto con deviazione delle portate di picco alla suddetta vasca ; stima delle portate al colmo di piena in arrivo alla sezione di attraversamento della S.P. n. 467 Pedemontana (cfr. Cap. 4).

Dagli esiti dello studio riportati ai Capp. 3 e 4 si evince che - cfr. grafico in calce - rispetto alle condizioni allo stato di fatto rappresentate dall'idrogramma di piena di colore blu in arrivo alla sezione di attraversamento della S.P. n. 467 Pedemontana con colmo prossimo a 5 mc/s, le opere in progetto - interventi edilizi di Ampliamento Complesso Industriale e contestuale modifica del manufatto scolmatore sulla dorsale di fognatura mista di Via Canaletto con deviazione delle portate di picco alla vasca – comporteranno una sensibile modifica dell'idrogramma di piena caratteristico, con riduzione del picco a poco meno di 2 mc/s e conseguente recupero di officiosità idraulica delle tratte di valle di Rio Spezzano, con particolare riferimento alle tombinature in attraversamento alla S.P. 467 Pedemontana e a Via Viazza I tr..

