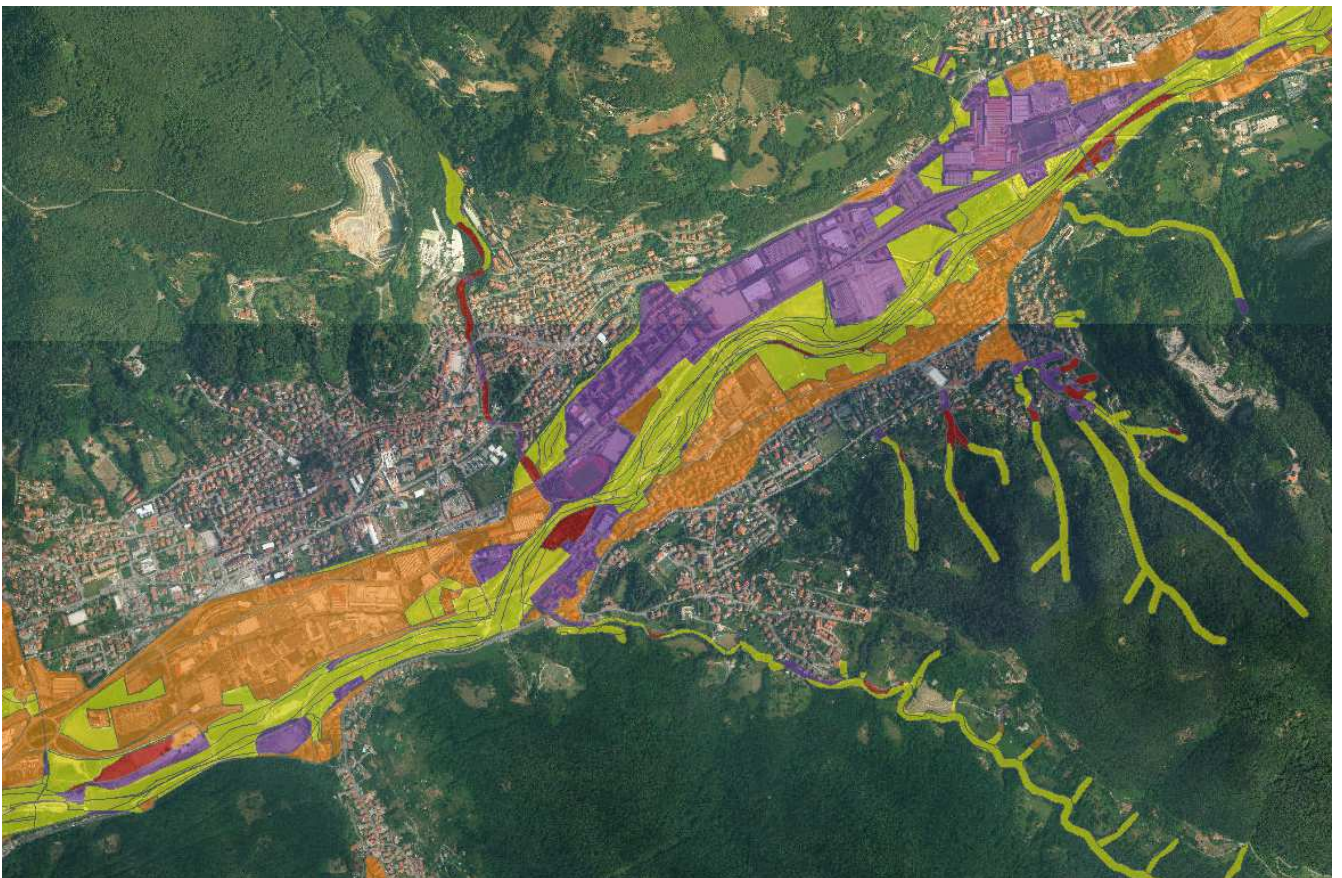


**COMUNE DI NEMBRO**  
(Provincia di Bergamo)



Valutazione del rischio nelle aree "R4" di pertinenza del F.Serio in comune di Nembro, finalizzata all'aggiornamento delle classi di fattibilità geologica (ai sensi D.G.R. X/6738/2017 e D.G.R. IX/2626/2011)



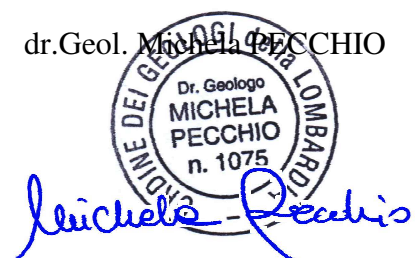
**RELAZIONE METODOLOGICA E DI SINTESI**

Bergamo, marzo 2019

Dr.Ing. Pier Giuseppe FENAROLI



dr.Geol. Michela PECCHIO



Dr.Ing.Pier Giuseppe FENAROLI

dr.Geol. Michela PECCHIO

Via Crocefisso, 37/F -24123 Bergamo (BG) Tel.035-683195

**INDICE**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO NORMATIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. RIVALUTAZIONE PERICOLOSITÀ IDRAULICA PER I TERRITORI POTENZIALMENTE INTERESSABILI DA ESONDAZIONI DEL F.SERIO .....</b>	<b>9</b>
3.1 Sintesi documentazione utilizzata per le valutazioni dello “Studio Pericolosità 2018” .....	9
3.2 Metodologie principali dello “Studio pericolosità 2018” .....	12
3.3 Parere Regionale relativo alla Proposta di revisione delle mappe di pericolosità contenuta nello “Studio Pericolosità 2018” .....	13
<b>4. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IN AREE “R4” FINALIZZATA ALL’AGGIORNAMENTO DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....</b>	<b>15</b>
4.1 Determinazione della CARTA DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA del F. Serio nel COMUNE DI NEMBRO.....	17
4.1.1 Tiranti e velocità per le aree caratterizzate da allagamento “diretto”.....	18
4.1.2 Tiranti e velocità per le aree classificate con allagamento “indiretto” .....	19
4.1.3 Valutazione della pericolosità.....	19
4.2 CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO del F. Serio nel COMUNE DI NEMBRO.....	22
<b>5. AGGIORNAMENTO DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA RELATIVE ALLE AREE INTERESSATE DA POTENZIALI ESONDAZIONI DEL F.SERIO .....</b>	<b>24</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>26</b>

**ELENCO FIGURE**

- Fig. 1: Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI): Stralcio delimitazione delle fasce fluviali relative al comune di Nembro
- Fig. 2: Componente geologica comunale: Stralcio "Tav.6: Carta del dissesto con legenda uniformata PAI"
- Fig. 3: Studio di fattibilità per la sistemazione idraulica di Adda, Brembo, Serio:  
a - Carta delle aree allagabili  
b - Atlante cartografico delle Fasce Fluviali
- Fig. 4: PGRA - Direttiva Alluvioni: Stralcio della Mappa di pericolosità
- Fig. 5: Carta dei tiranti idrici per  $Tr=200$  anni relativa alla zona interessata da allagamento "indiretto"
- Fig. 6: Ricostruzione dell'andamento plano-altimetrico in corrispondenza della strada di collegamento tra passerella Honnegher e svincolo superstrada (sezioni I ed H)
- Fig. 7: Schema metodologico utilizzato per l'attribuzione delle classi di fattibilità geologica nelle aree potenzialmente interessate dalle esondazioni del F.Serio

**ELENCO TABELLE**

- Tab. 1: Studio Autorità di bacino: Livelli di piena nel tratto di interesse (stralcio tabelle elaborato 3.3.3.3/1/1R: ANALISI IDRAULICA- Relazione descrittiva)
- Tab. 2: Studio Autorità di bacino: Caratteristiche idrauliche della corrente del F: Serio per  $Tr=200$  anni nel tratto di interesse (stralcio tabelle elaborato 3.3.2.2/1/1R: ANALISI IDRAULICA - Relazione descrittiva e di analisi)

**ELENCO TAVOLE**

- Tav. 1 Mappa Pericolosità F. Serio in comune di Nembro: confronto tra PGRA e proposta di ridelimitazione (TAV. 2 "STUDIO PERICOLOSITÀ 2018")
- Tavv. 2a÷b TIRANTI per  $Tr = 200$  anni (valori adottati per calcolo Pericolosità)
- Tavv 3a÷b VELOCITÀ per  $Tr = 200$  anni (valori adottati per calcolo Pericolosità)
- Tav. 4 Valutazione pericolosità idraulica per esondazione F. Serio
- Tav. 5 Carta del Danno Potenziale (aggiornata con DUSAF 2015)
- Tav. 6 Rischio idraulico per esondazione del F.Serio
- Tav. 7 Carta di Fattibilità da Pericolosità/Rischio idraulico

## 1. PREMESSA

Il presente rapporto rientra nell'ambito delle attività messe in atto dall'Amministrazione Comunale di Nembro per recepire le indicazioni contenute nella recente D.G.R. X/6738 del 19/06/2017, avente per oggetto:

*“Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla Variante adottata in data 7 dicembre 2016 con Deliberazione n. 5 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po”*

Più in particolare, con il presente documento, si procede alla **“VALUTAZIONE DEL RISCHIO NELLE AREE “R4” DI PERTINENZA DEL F.SERIO IN COMUNE DI NEMBRO, FINALIZZATA ALL’AGGIORNAMENTO DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA”** facendo seguito al precedente studio [6] effettuato dagli scriventi nel 2018 e riguardante la proposta di ridelimitazione delle mappe di pericolosità PGRA (nel seguito denominato “Studio Pericolosità 2018”):

*“Studio di valutazione dell’assetto idraulico del tratto di F.Serio in comune di Nembro, finalizzato alla revisione delle MAPPE DI PERICOLOSITÀ alla luce delle indicazioni contenute nella D.G.R. X/6738 /2017 “DIRETTIVA ALLUVIONI”*

Tale studio, come descritto nella sintesi riportata nel Cap. 3, è stato valutato dalla Direzione Competente di Regione Lombardia, che con il suo parere ha delineato le modalità da seguire per adeguare la componente geologica del PGT comunale (vedi dettaglio al paragrafo 3.3), così da procedere alla riclassificazione delle aree sulla Carta di Fattibilità geologica.

Nel successivi capitoli si illustrano nel dettaglio sia gli elementi tecnico-normativi considerati, sia metodologie e risultati delle valutazioni effettuate, seguendo un percorso che si può in definitiva sintetizzare secondo i punti di seguito elencati:

- Richiamo dell’inquadramento della situazione normativa già definito nello “Studio Pericolosità 2018” [6] in cui, dopo una breve sintesi sui contenuti della normativa di riferimento (D.G.R. x/6738 del 19/06/2017), viene focalizzata l’attenzione sull’iter procedurale previsto per l’ambito del Reticolo Principale (RP) di cui il fiume Serio fa parte (Cap.2);
- Sintesi delle metodologie e dei risultati ottenuto dallo “Studio Pericolosità 2018” [6] e del conseguente parere espresso dalla Direzione competente di Regione Lombardia (Cap. 3);
- Aggiornamento delle valutazione sulla pericolosità alla luce delle indicazioni fornite con il parere di Regione Lombardia e definizione del rischio nelle aree “R4” (Cap. 4);
- Aggiornamento delle classi di fattibilità geologica relative alle aree interessate da possibili esondazioni del fiume Serio (Cap. 5)

## 2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Come già anticipato in Premessa il riferimento normativo per gli aspetti considerati nel presente rapporto è costituito dalla D.G.R. X/6738 del 19/06/2017 contenente le *“Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla Variante adottata in data 7 dicembre 2016 con Deliberazione n. 5 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po”*

Nell’ambito del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) Autorità di bacino e Regioni hanno predisposto le MAPPE DI PERICOLOSITÀ (che classificano le aree allagabili) e le MAPPE DEL RISCHIO (che definiscono il grado di rischio al quale sono soggetti gli elementi esposti). Tali documenti rappresentano l’aggiornamento e l’integrazione del quadro conoscitivo rappresentato negli Elaborati del PAI (Piano Assetto Idrogeologico del Po) in quanto:

- aggiornano la delimitazione delle aree allagabili dei corsi d’acqua già interessati dalle delimitazioni delle fasce fluviali nel PAI e, per i corsi d’acqua Mella, Chiese e Serio la estendono verso monte;
- contengono localmente aggiornamenti delle delimitazioni delle aree allagabili dei corsi d’acqua del Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM) rispetto a quelle presenti nell’Elaborato 2 del PAI, così come aggiornato dai Comuni;
- contengono la delimitazione delle aree allagabili in ambiti non considerati nel PAI (RSP = Reticolo Secondario di Pianura naturale e artificiale, ACL = Aree Costiere Lacuali);
- introducono la delimitazione delle aree allagabili su corsi d’acqua del Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP) non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali nel PAI;
- classificano gli elementi esposti ricadenti entro le aree allagabili in quattro gradi di rischio crescente (da R1, rischio moderato a R4, rischio molto elevato)

Nella D.G.R. X/6738 del 19/06/2017 si precisa inoltre che il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) costituisce stralcio funzionale del Piano di Bacino del distretto idrografico padano e ha valore di Piano territoriale di settore. Le amministrazioni e gli enti pubblici devono quindi conformarsi alle disposizioni del (PGRA) e, nell’ambito delle procedure di propria competenza, devono:

*“... prendere atto dei contenuti del PGRA, in particolare delle mappature della pericolosità e del rischio, delle informazioni associate - relative alle caratteristiche dell’alluvione potenziale - e della normativa vigente su tali aree, già presente nelle Norme di Attuazione del PAI così come approvato con DPCM 24 maggio 2001, introdotta dal nuovo Titolo V delle N.d.A. del PAI nonché dalle presenti disposizioni e ne tengono conto da subito in sede di attuazione dei propri strumenti pianificatori e in funzione dei loro successivi aggiornamenti e riesami;...”*

In particolare facendo riferimento all'allegato 2 della D.G.R. X/6738, nella figura seguente si riporta l'individuazione degli ambiti territoriali di interesse per il comune di Nembro:

COMUNE	PROVINCIA	CODICE ISTAT	AMBITO RP		AMBITO RSCM		AMBITO RSP				AMBITO ACL			
			COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RP	COMUNI CON FASCE FLUVIALI PAI VIGENTI	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RSCM	COMUNI TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VIII/365/2001	AMBITO RSCM AREE ALLAGABILI DERIVANTI DA STUDI DI SOTTOBACINO IDROGRAFICO, EVENTI ALLUVIONALI RECENTI O SEGNALATE DA COMUNI (PARAGRAFO 3.2 DELLE DISPOSIZIONI)	AREE ALLAGABILI CORRISPONDENTI ALLE AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO DI TIPO IDRAULICO GIÀ PRESENTI NEL PAI (NORME TITOLO IV)	COMUNI APPARTENENTI NELL'AMBITO RSP (NON TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VIII/365/2001)	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RSP	AREE ALLAGABILI TRATTE DAI PGT DEI COMUNI (S - CARA DI SINTESI, P - CARTA PAI)	SEGNALAZIONI DI AREE ALLAGABILI DA CONSORZI DI BONIFICA	AREE ALLAGABILI DA STUDI SOVRACOMUNALI	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO ACL
NEMBRO	BG	16144	X	X	X	X								

Osservando la figura si vede in particolare che per Nembro sono stati riconosciuti due ambiti territoriali:

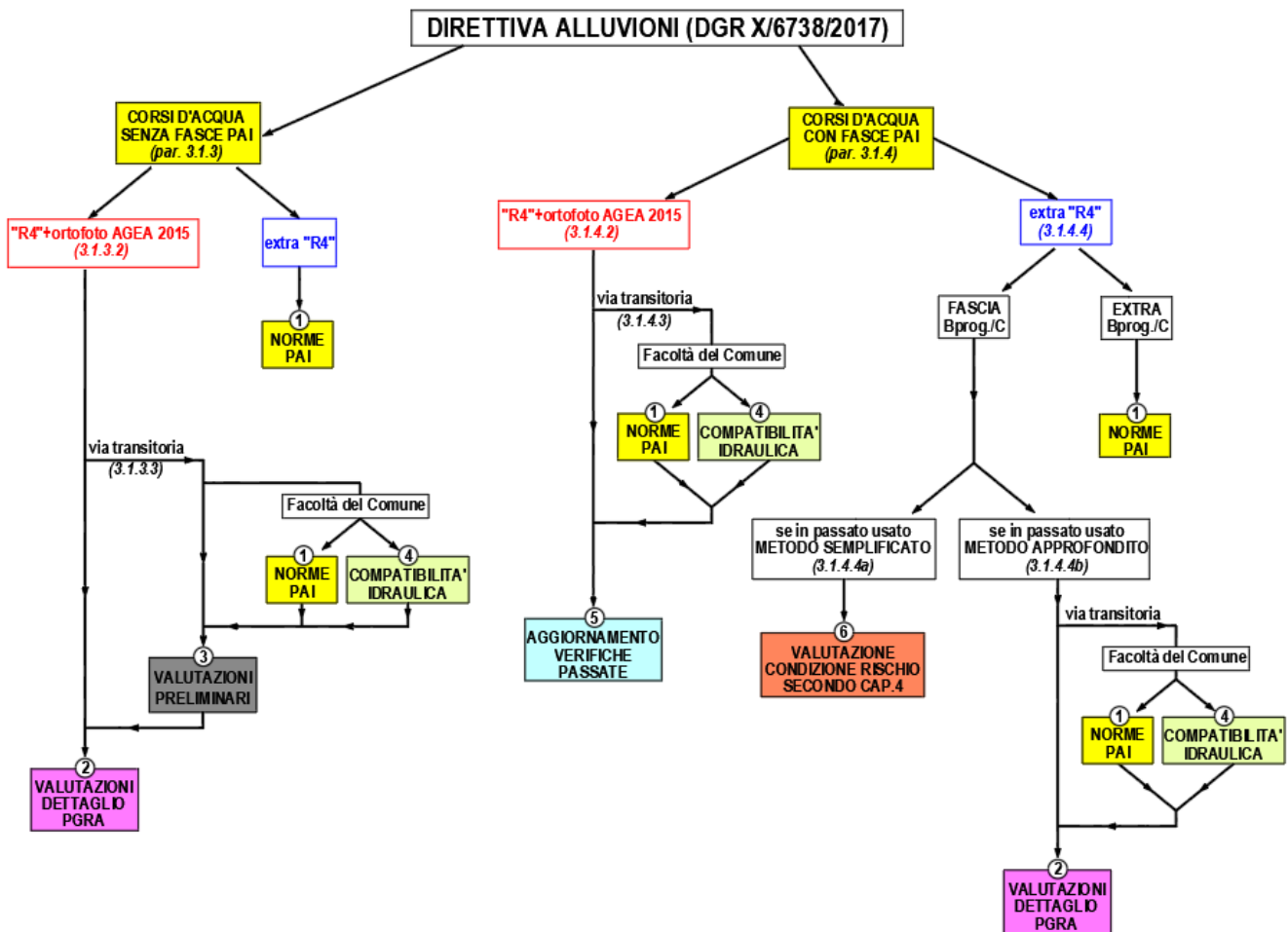
- **“AMBITO RP” corrispondente al fondovalle del fiume Serio** all'interno del quale è presente il settore con “FASCE FLUVIALI PAI VIGENTI (A, B, C)” (corrispondente al breve tratto compreso tra Alzano Lombardo/Villa di Serio ed il torrente Gavarnia) ed il settore con “AREE ALLAGABILI IN AMBITO RP” che riguarda il più ampio tratto di F.Serio a monte della confluenza con il T. Gavarnia ed in cui sono definite solo le fasce Ee, Eb ed Em perimetrate nell'ATLANTE DEI RISCHI IDRAULICI ED IDROGEOLOGICI del P.A.I.
- **“AMBITO RSCM” corrispondente alla parte montana e collinare del territorio comunale** riguardo al quale si segnala che il Comune di Nembro è soggetto all'aggiornamento dell'Elaborato 2 del PAI al fine di adeguare le valutazioni riguardanti le aree del Reticolo Secondario contrassegnate come Ee, Eb, Em nell'Atlante dei Rischi idraulici ed idrogeologici del PAI.

Al riguardo si precisa che il presente studio riguarda esclusivamente l' “AMBITO RP” , che corrisponde all'asta principale del Serio, in quanto i suoi affluenti (“AMBITO RSCM”) sono già stati oggetto di revisione nel corso del recente aggiornamento dello studio geologico comunale:

“AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO CON REVISIONE DELLA “CARTA DEI DISSESTI PAI” (AI SENSI DELLA DGR IX/2616/2011 E DELLA DGR X/6738/2017”, geol. Pecchio M. Nozza G. marzo 2018) [7]

sul quale Regione Lombardia (lettera del 17/05/2018, Rif. Nota n. 7938) ha espresso parere favorevole.

Per inquadrare l'ambito in cui si collocano le attività richieste per l'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali, si riporta nel seguito una schematizzazione dell'iter procedurale previsto dalla DGR X/6738/2017 per l'AMBITO RP. In buona sostanza la norma prevede, attraverso valutazioni di maggior dettaglio, la riclassificazione delle condizioni di rischio, secondo le modalità schematizzate nella figura seguente:



Come si può osservare dall'analisi della figura precedente, la recente normativa considera un diverso approccio a seconda che per il corso d'acqua in esame siano o meno già state definite le "FASCE FLUVIALI", prevedendo in particolare:

1. per i corsi d'acqua **SENZA FASCE PAI** (vedi par. 3.1.3 D.G.R. X/6738/2017)

1.1 All'interno delle aree a rischio R4 (se necessario aggiornate attraverso l'utilizzo delle Ortofoto AGEA2015), si dovrà procedere a valutazioni dettagliate delle condizioni di pericolosità e rischio locali; in via transitoria sono ammesse valutazioni preliminari sulla base degli eventi alluvionali più significativi. In assenza della valutazione preliminare e fino al recepimento dello strumento urbanistico comunale, è facoltà del

Comune o applicare le norme riguardanti le aree P3/H (Fascia A) e P2/M (Fascia B) o, in alternativa, richiedere che gli interventi edilizi siano supportati da uno studio di compatibilità idraulica.

1.2 All'esterno delle aree a rischio R4 dovranno essere invece applicate le norme contenute nel nuovo Titolo 5 delle Norme di Attuazione (N.D.A.) del PAI e descritte al Capitolo 2 della D.G.R. X/6738/2017.

2. per i corsi d'acqua CON FASCE PAI (vedi par. 3.1.4 D.G.R. X/6738/2017)

2.1 All'interno delle aree a rischio R4 (se necessario aggiornate attraverso l'utilizzo delle Ortofoto AGEA2015), si dovrà verifica e, ove necessario, aggiornare le valutazioni dettagliate delle condizioni di pericolosità e di rischio locali; in via transitoria è facoltà del Comune, o applicare le norme riguardanti le aree P3/H (Fascia A) e P2/M (Fascia B) o, in alternativa, richiedere che gli interventi edilizi siano supportati da uno studio di compatibilità idraulica.

2.2 All'esterno delle aree a rischio R4 ma comprese tra un limite B di progetto e un limite di fascia C delle fasce vigenti la normativa individua due diverse possibilità:

a. *se in passato si è utilizzato solo il metodo semplificato di cui all'Allegato 2 alla d.g.r. VII/7365/2001, che pertanto ha condotto ad un tracciamento dell'area allagabile a tergo del limite di progetto tra la fascia B e la fascia C, tale tracciamento deve essere sostituito con la nuova area allagabile tracciata nelle mappe PGRA, se diversa. Il Comune è tenuto a valutare le condizioni di rischio di eventuali edificati che ricadessero all'interno delle nuove aree allagabili con le finalità descritte al paragrafo 4. "Disposizioni relative all'edificato esistente esposto al rischio";*

b. *se in passato si è utilizzato il metodo approfondito di cui all'Allegato 3 alla d.g.r. VII/7365/2001 (ora Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/2011) occorre verificare e, se necessario, aggiornare tale valutazione considerando i nuovi dati di riferimento utilizzati nel PGRA (portate, livelli, topografia) ed estendendo la valutazione a tutta la nuova area allagabile). Nelle more di tale aggiornamento e del suo recepimento nello strumento urbanistico comunale è facoltà del Comune applicare le norme riguardanti le aree P3/H e P2/M (fasce A e B) o richiedere che gli interventi edilizi siano supportati da uno studio di compatibilità idraulica che, partendo dalla valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio già svolta (qualora presente) e recepita nel PGT, ne approfondisca gli esiti utilizzando come dati tecnici di input tutte le informazioni del PGRA. Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile, accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza).*

2.3 All'esterno delle aree a rischio R4 e dei limiti B di progetto e della fascia C delle fasce vigenti dovranno essere invece applicate le norme contenute nel nuovo Titolo 5 delle



Norme di Attuazione (N.D.A.) del PAI e descritte al Capitolo 2 della D.G.R. X/6738/2017.

Riepilogando le indicazioni contenute nella normativa riguardo al caso in esame, si evidenzia che per il comune di Nembro si è in presenza sia delle Fasce A, B e C del PAI (breve tratto compreso tra Alzano Lombardo/Villa di Serio ed il torrente Gavarnia), sia delle fasce Ee, Eb ed Em perimetrata nell'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici prodotto nell'ambito del P.A.I. stesso. La norma prevede che dove sono definite le fasce A, B, C si applichi la situazione più restrittiva tra "Fasce" e mappe di pericolosità del "PGRA", mentre sul resto si applichi quanto previsto dal "PGRA".

Per quanto riguarda le prescrizioni la normativa assimila in definitiva:

- le aree P3/H del "PGRA" alla Fascia A PAI
- le aree P2/M del "PGRA" alla Fascia B PAI
- le aree P1/L del "PGRA" alla Fascia C PAI

Infatti ai paragrafi 3.1.3. (per le aree NON INTERESSATE dalla delimitazione delle fasce fluviali) e 3.1.4 (per quelle GIA' INTERESSATE dalla delimitazione delle fasce fluviali), la D.G.R. X/6378 fornisce le seguenti indicazioni:

- a) nelle aree interessate da "alluvioni frequenti" (aree P3/H), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A dalle norme di cui al "Titolo II – Norme per le fasce fluviali", delle N.d.A. del PAI;
- b) nelle aree interessate da "alluvioni poco frequenti" (aree P2/M), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B dalle norme del "Titolo II – Norme per le fasce fluviali", delle N.d.A. del PAI;
- c) nelle aree interessate da "alluvioni rare" (aree P1/L), si applicano le disposizioni di cui all'art. 31 delle N.d.A. del PAI.

Riguardo alla perimetrazione di interesse per il Comune di Nembro, è opportuno evidenziare subito che le novità introdotte dal PGRA consistono sostanzialmente nel fatto che le aree classificate come P2/M (assimilabili alla Fascia B del PAI) risultano sensibilmente più ampie rispetto sia alle fasce Ee, Eb e Em contenute nell'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici del P.A.I, sia alle aree allagabili perimetrata nell'ambito dello "*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica di Adda, Brembo e Serio*" effettuato dall'Autorità di Bacino nel 2004 [3].

### 3. RIVALUTAZIONE PERICOLOSITÀ IDRAULICA PER I TERRITORI POTENZIALMENTE INTERESSABILI DA ESONDAZIONI DEL F.SERIO

Come anticipato in Premessa, la rivalutazione della pericolosità da esondazione dei territori limitrofi al F.Serio è già stata oggetto di uno studio precedente [6] che si è concluso con la proposta di ridelimitazione delle mappe di pericolosità PGRA. Tale studio è stato valutato dalla Direzione Competente di Regione Lombardia, che con il suo parere (vedi dettaglio al paragrafo 3.3) ha delineato le modalità da seguire per adeguare la componente geologica del PGT comunale, riclassificando opportunamente le diverse aree di interesse sulla Carta di Fattibilità geologica del PGT.

Per una miglior comprensione delle determinazioni cui si è giunti nel presente rapporto, pur rimandando per tutti i dettagli alla documentazione prodotta nell'ambito dello "Studio Pericolosità 2018", si riporta nel seguito una sintesi delle attività in esso effettuate e dei principali risultati ottenuti.

#### 3.1 Sintesi documentazione utilizzata per le valutazioni dello "Studio Pericolosità 2018"

Nell'ambito dello "Studio Pericolosità 2018" [6] si è in primo luogo proceduto alla definizione del quadro dell'assetto idraulico del F. Serio nel tratto di interesse, basato sostanzialmente sull'esame della documentazione ufficiale:

1. Direttiva sulla piena di progetto e relative "Fasce PAI 2001" [2] che costituisce il primo importante riferimento per le portate dei più importanti corsi d'acqua del bacino Padano, utilizzate per l'effettuazione di calcoli mirati alla definizione delle Fasce A, B, C nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) [1], ed in genere citate semplicemente come "Portate PAI". Nel tratto di interesse la sezione più significativa è quella di Alzano L.do:

	Q <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>100</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>500</sub> [m <sup>3</sup> /s]
Serio ad Alzano L.do	410	530	570	630

Le corrispondenti "Fasce Fluviali PAI (A, B, C)" interessano comunque solo il tratto più a valle del comune di Nembro, compreso tra Alzano Lombardo/Villa di Serio ed il torrente Gavarnia (fig. 1).

2. Componente geologica del PGT comunale (2002-2018). Nel corso degli ultimi anni l'amministrazione comunale di Nembro ha effettuato una serie di revisioni della componente geologica per attualizzarla rispetto alle normative vigenti. Facendo in particolare riferimento agli aspetti normativi riguardanti il F. Serio, l'elaborato di riferimento è sicuramente rappresentato dal "Quadro del dissesto con legenda uniformata PAI" contenuto nel documento prodotto nel giugno 2002 dal geol. S. Ghilardi "INDAGINI GEOLOGICHE DI SUPPORTO AL PIANO REGOLATORE GENERALE AI SENSI DELLA L.R. 41/97" [5] in

cui, sulla base delle indicazioni contenute nell'Allegato 1 della D.G.R. 7/7365/2001 (attuazione PAI in campo urbanistico), si era proceduto ad un "ritracciamento" delle "Fasce PAI 2001" sulla base " ... di elementi morfologici di maggior dettaglio individuabili a scala di fotogrammetrico comunale e non rilevabili invece a quella della cartografia del P.A.I. ...". Il risultato di tale operazione è riportato in fig. 2, ricavata come stralcio della "Carta del dissesto con legenda uniformata PAI" prodotta nell'ambito del succitato "aggiornamento" [5] e richiamata anche nella revisione della "COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT – AGGIORNAMENTO AI SENSI DELLA D.G.R. IX/2616" effettuata nell'ottobre 2018 a firma geol. Pecchio-Nozza [7].

3. "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica di Adda, Brembo e Serio (Autorità di Bacino Fiume PO, giugno 2003 – luglio 2005) [3]. Lo studio promosso dall'Autorità di Bacino, costituisce un importante riferimento almeno per quanto riguarda le analisi di base idrologico-idrauliche (vedi allegato 4 della DGR 30 novembre 2011, n. 9/2616 "Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di governo del Territorio" e delibera n. 12/2008 del Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino del F.Po "Indirizzi e modalità per la revisione del quadro conoscitivo del Piano Stralcio per l'Assetti Idrogeologico P.A.I"). In questo studio vengono ridefinite le portate di riferimento e, come si può osservare dalla tabella successiva dove si riporta una sintesi relativa al F. Serio contenuta nel rapporto "Definizione delle portate di piena di riferimento – Relazione di sintesi" [3], relativamente al tratto di interesse si nota un notevole incremento rispetto alle "portate P.A.I." descritte al precedente punto 1.

Corso d'acqua	Sezione	Q [m <sup>3</sup> /s]	Q [m <sup>3</sup> /s]	Q [m <sup>3</sup> /s]	Q [m <sup>3</sup> /s]
		Tr=20	Tr=100	Tr=200	Tr=500
SERIO	Parre	290	420	485	580
	Ponte Cene	430	620	720	870
	Nembro	460	660	760	910
	Seriate	460	670	770	930
	Romano di Lombardia	400	580	670	810
	Crema	340	490	560	680
	Confl. Adda	330	470	550	660

Nelle sezioni di confluenza in Adda di Brembo e di Serio, la portata si intende stimata a valle della confluenza medesima. Nella sezione di confluenza Adda in Po la portata si intende stimata immediatamente a monte della confluenza

Lo studio fornisce inoltre informazioni dettagliate relativamente a portate e livelli per vari tempi di ritorno. In Tab. 2 (fuori testo) sono riportate le informazioni relative al tratto di Serio a ridosso dell'area di interesse. Il quadro delle informazioni principali fornite dallo "Studio di fattibilità" dell'Autorità di bacino situazione è completato dalla fig.3 dove si riporta uno stralcio della "Carta delle aree allagabili" con l'ubicazione delle sezioni

utilizzate per i calcoli idraulici e la perimetrazione delle aree allagabili secondo i calcoli dello “Studio di Fattibilità”.

4. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – PGRA (2013-2015) [4]. Tale piano comprende, oltre ad una serie di relazioni descrittive, le “MAPPE DI PERICOLOSITÀ” e le “MAPPE DI RISCHIO ALLUVIONE”, redatte utilizzando tutte le conoscenze e gli studi idraulici disponibili presso gli enti territoriali competenti:

- Autorità di bacino del Po,
- Regioni del distretto idrografico padano,
- comuni che al momento di avvio dell’attività di mappatura (dicembre 2010) avevano già proceduto alla predisposizione degli Studi idrologici ed idraulici per l’adeguamento degli strumenti urbanistici ai preventivi strumenti della pianificazione di bacino per l’assetto idrogeologico (PAI).

Relativamente al Fiume Serio i criteri utilizzati per il tracciamento delle mappe di pericolosità sono illustrate nella SCHEDA DESCRITTIVA DELLE MAPPE DI PERICOLOSITÀ SUL RETICOLO PRINCIPALE” inserita all’Allegato 1 del documento “II A – MAPPATURA DELLA PERICOLOSITÀ E VALUTAZIONE DEL RISCHIO”) dove viene specificato che:

- 1) le valutazioni idrologico-idrauliche sono state effettuate a partire dallo “Studio di fattibilità degli interventi di sistemazione (2004)” (vedi precedente punto 3);
- 2) le mappe di soggiacenza derivano dall’intersezione GIS tra DTM liquido (superficie interpolante i livelli di piena dello “Studio di Fattibilità” e il DEM del terreno (derivante da rilievo Laser scanner effettuato dal MATTM nel 2008/2009);
- 3) il livello di confidenza è stato valutato alto per quanto riguarda i dati topografici utilizzati per la mappatura e medio per quelli idrologici e idraulici fornendo, in ultima analisi, un giudizio complessivo “medio” sulla qualità del processo di elaborazione e aggiornamento effettuato.

Facendo in particolare riferimento al tratto di fiume Serio ricadente nel comune di Nembro, dall’analisi della documentazione consultabile presso il Geoportale di Regione Lombardia (vedi fig. 4), risulta che:

- Le aree a pericolosità più elevata corrispondenti allo scenario frequente P3/H (T=50 anni) sono per buona parte comprese all’interno delle sponde dell’alveo principale, ad eccezione dell’area del “Centro sportivo Saletti” situato appena a monte della confluenza con il T. Carso.
- La fascia di pericolosità corrispondente allo scenario poco frequente P2/M (T=200 anni) si estende in sponda destra del F.Serio, tra la confluenza con il T. Carso ad ovest e la SP 39 a nord, includendo quindi buona parte dell’area industriale di Nembro. A valle del T. Carso sono invece segnalate due aree di limitata estensione: la prima adiacente a via Marconi e la seconda nella porzione più meridionale del territorio comunale, al limite con il sottostante comune di Alzano L.do.
- la fascia di pericolosità corrispondente allo scenario raro P1/L (T=500 anni) interessa sostanzialmente la porzione di fondovalle compresa tra la zona collinare ed il F. Serio.

### 3.2 Metodologie principali dello “Studio pericolosità 2018”

Nell’ambito dello “Studio Pericolosità 2018” [6] è stata innanzitutto effettuata una verifica preliminare delle condizioni di pericolosità e rischio dell’area in esame attraverso il confronto tra la documentazione prodotta nell’ambito del “PGRA” (mappe di pericolosità, rilievi LIDAR 2008/2009, valori di portate e livelli contenuti nello studio di Fattibilità dell’Autorità di Bacino) e risultanze di specifici sopralluoghi.

Da tale confronto risulta ragionevolmente che i rilievi LIDAR su cui si è basato il tracciamento delle “Mappe PGRA” non sono del tutto rappresentativi rispetto alle strutture locali realizzate negli ultimi anni (ad esempio muri e/o arginature per la realizzazione della TEB e della nuova superstrada), cui è associabile un significativo “effetto di contenimento” sull’andamento dell’eventuale flusso di piena fuori alveo.

A seguito di tale osservazione si è quindi proceduto all’esecuzione di uno specifico rilievo topografico di dettaglio (effettuato dal geom. S. Pierazzini di Nembro nel periodo aprile-maggio 2018) in cui sono stati rilevati gli elementi di maggior interesse per il tracciamento delle aree allagabili; per l’esecuzione del rilievo si è fatta particolare attenzione al suo aggancio con il sistema di riferimento altimetrico dello Studio di Fattibilità dell’Autorità di bacino (considerando le monografie dei capisaldi di tale studio).

Le risultanze del rilievo e la loro integrazione con le seguenti informazioni:

- risultati studio di Fattibilità dell’Autorità di Bacino inquadrati nel sistema altimetrico definito dai capisaldi di riferimento contenuti nello studio stesso;
- cartografie disponibili (fotogrammetrico Comunale e CTR Lombardia);
- modello digitale del terreno ottenuto con tecnologia Laser Scanning LiDAR (Light Detection And Ranging), messo a disposizione da Regione Lombardia.

hanno fornito un quadro dettagliato dell’assetto idraulico del fiume Serio nel tratto di interesse, che ha consentito il ritracciamento “ponderato” delle aree allagabili del F.Serio ed ha portato alla “PROPOSTA DI RIDELIMITAZIONE DELLE FASCE DI PERICOLOSITÀ” con riferimento ai 3 scenari di piena previsti dalla normativa (Tempi di ritorno T=20, 200 e 500 anni). (vedi Tav.1 in allegato, corrispondente alla Tav. 2 dello “Studio Pericolosità 2018” [6]).

### **3.3 Parere Regionale relativo alla Proposta di revisione delle mappe di pericolosità contenuta nello “Studio Pericolosità 2018”**

Con lettera del 17/8/2018 (prot. 13619, in atti regionali Z1.2018.0019496) la “Regione Lombardia – DIREZIONE GENERALE TERRITORIO E PROTEZIONE CIVILE URBANISTICA E ASSETTO DEL TERRITORIO, PIANIFICAZIONE DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO, RETICOLI E DEMANIO IDRICO”, prende atto della *Proposta di ridelimitazione delle Fasce di Pericolosità* inviata dal Comune di Nembro e conclude che:

*“...lo studio possa più opportunamente configurarsi come la prima fase di una analisi di dettaglio della pericolosità e del rischio alla scala locale finalizzata a ridefinire le norme d'uso del suolo nelle aree già edificate potenzialmente interessate da piene frequenti e poco frequenti (coincidenti con le aree che risultano classificate a rischio R4 nelle mappe di rischio del PGRA con l'aggiunta di quelle che, pur non essendo classificate come R4, risultano già edificate nell'ortofoto 2015). Tale analisi di dettaglio, partendo da quanto già contenuto nella documentazione prodotta, dovrà essere completata come indicato nelle metodologie di cui all'Allegato 4 alla d.g.r. 2616/2011. All'esterno delle aree già edificate, nelle aree libere allagabili per le piene frequenti e poco frequenti, come previsto al Titolo V delle N.d.A. del PAI e nella d.g.r. 6738/2017, devono essere applicate rispettivamente le norme di fascia A e di fascia B.*

*Tale valutazione di dettaglio della pericolosità e del rischio sulle aree già edificate sarà utilizzata, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.3. dell'Allegato A alla d.g.r. 6738/2017, per adeguare il PGT (componente geologica), che in questo momento non attua una sufficiente azione di prevenzione dei rischi nelle nuove (o differenti) aree esondabili individuate dal PGRA non già individuate nel PGT medesimo*

In buona sostanza la Regione delinea la seguente procedura per l'adeguamento della componente geologica del PGT:

1. Le Fasce Fluviali rimangono quelle del PGRA e sono da coordinarsi con il precedente PAI ai sensi del Titolo V delle Norme di Attuazione del PAI, dove all'art. 58 comma 2a, per il *Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP)* si specifica che:

- nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H), si applica l'art. 29 del PAI (fascia di deflusso della piena – FASCIA A);
- nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M), si applica l'art. 30 del PAI (fascia di esondazione – FASCIA B);
- nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L), si applica l'art. 31 del PAI (aree di inondazione per piene catastrofiche – FASCIA C)

2. Lo studio presentato dal Comune nel luglio 2018 [6] può più opportunamente configurarsi come la “...*prima fase di una analisi di dettaglio della pericolosità e del rischio alla scala locale finalizzata a ridefinire le norme d’uso del suolo nelle aree già edificate potenzialmente interessate da piene frequenti e poco frequenti (coincidenti con le aree che risultano classificate a rischio R4 nelle mappe di rischio del PGRA con l’aggiunta di quelle che, pur non essendo classificate come R4, risultano già edificate nell’ortofoto 2015).*”
3. Ai fini dell’aggiornamento dello studio geologico del PGT comunale secondo quanto definito dal par. 3.1.3 Allegato A DGR 67387/2017, l’analisi di dettaglio di cui al precedente punto 2 è da completarsi come indicato nell’allegato 4 della DGR 2616/2011, così da individuare le classi di fattibilità geologica aggiornate per le aree classificate con rischio R4 nel PGRA e per quelle già edificate nell’ortofoto AGEA 2015.
4. All’interno delle aree specificate al precedente punto 3 e che risultano interessate da piene frequenti (P3/H) e poco frequenti (P2/M), si applica quanto previsto dal Titolo V delle N.d.A. del PAI (vedi precedente punto 1).

#### 4 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IN AREE “R4” FINALIZZATA ALL’AGGIORNAMENTO DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Come indicato dalla DGR 67387/2017 “DIRETTIVA ALLUVIONI”, e ribadito anche dal parere di Regione Lombardia di cui al paragrafo 3.3, per la valutazione della pericolosità e del rischio in aree “R4” si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nell’Allegato 4 alla D.G.R 2616/2011. In tale allegato si evidenzia in particolare l’importanza nella scelta dei seguenti elementi:

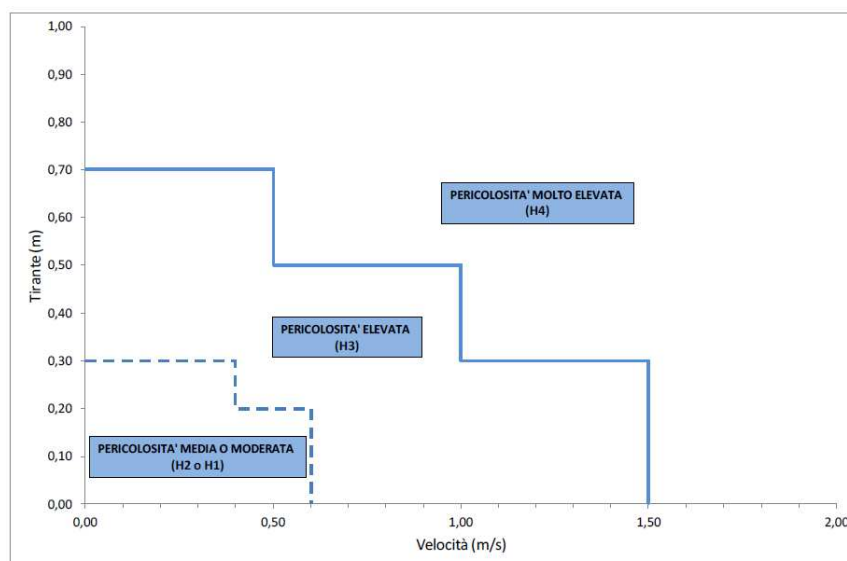
1. Scenario idraulico di riferimento. Secondo le indicazioni contenute nell’allegato 4, per i corsi d’acqua con Fasce fluviali il tempo di ritorno da considerare è quello della piena utilizzata per il tracciamento della fascia B. Sulla base delle indicazioni contenute nell’ALLEGATO 3 DELLA DGR 67387/2017 “DIRETTIVA ALLUVIONI” (di cui nel seguito si riporta uno stralcio relativo al F.Serio),

**ALLEGATO 3 – AMBITO TERRITORIALE RP - RETICOLO PRINCIPALE - ELENCO CORSI D’ACQUA FACENTI PARTE DELL’AMBITO CON L’INDICAZIONE DELLA PRESENZA DI FASCE FLUVIALI NEL PAI**

Fiume	Fasce fluviali PAI	Aree allagabili	Tempi di ritorno associati alle frequenze previste dalla Direttiva Alluvioni		
			P3/H	P2/M (piena di riferimento)	P1/L
Serio	X	X con estensione verso monte nel tratto da Nembro a Parre	20	200	500

la piena di riferimento da considerare per il F.Serio è  $T_r = 200$  anni.

2. Riguardo alla zonazione della pericolosità nell’Allegato 4 si precisa che essa deve derivare dalla considerazione di tiranti idrici e velocità per l’evento di “*riferimento*” secondo la classificazione evidenziata nel grafico seguente, che consente di individuare le classi di pericolosità H1÷H4 dall’incrocio dei due parametri sopra indicati.





Prima di procedere all'illustrazione delle attività che hanno portato all'individuazione delle classi di pericolosità per il Comune di Nembro, si ritiene inoltre opportuno evidenziare innanzitutto che tra DGR 2616/2011 - Allegato 4 e DGR 67387/2017 "DIRETTIVA ALLUVIONI" si presenta una difformità di approccio nella definizione del grado di pericolosità:

- nella DIRETTIVA ALLUVIONI si considerano infatti VARI EVENTI, ciascuno con un proprio tempo di ritorno:
  - PERICOLOSITÀ ELEVATA (P3/High) = piena frequente (Tr=20-50 anni);
  - PERICOLOSITÀ MEDIA (P2/Medium) = piena poco frequente (Tr=200 anni);
  - PERICOLOSITÀ RARA (P1/Low) = piena rara (Tr=500 anni);
  
- mentre la DGR 2616/2011 - ALLEGATO 4 si concentra invece su un EVENTO DI RIFERIMENTO, con un tempo di ritorno definito (Tr=200 anni per il caso in esame), differenziando le pericolosità in funzione di tiranti e velocità ed individuando le seguenti classi (vedi grafico precedente):
  - PERICOLOSITÀ MOLTO ELEVATA (H4)
  - PERICOLOSITÀ ELEVATA (H3)
  - PERICOLOSITÀ MEDIA O MODERATA (H1 o H2)

Come verrà descritto nel dettaglio nel seguito, per la valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio sull'intero territorio comunale di Nembro, si è quindi operato adottando criteri differenti e riconducibili alle 2 DGR sopracitate a seconda che le aree in esame risultino all'interno o all'esterno delle aree allagabili dalla piena di riferimento (Tr=200 anni per il F.Serio).

#### **4.1 Determinazione della CARTA DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA del F. Serio nel COMUNE DI NEMBRO**

Per caratterizzare la pericolosità nelle aree potenzialmente interessabili dall'evento di riferimento (Tr=200 anni) si è innanzitutto proceduto alla stima dei corrispondenti valori dei tiranti idrici e delle velocità.

Per valutare tali parametri per ciascuna delle aree di interesse sono state in particolare adottate due diverse metodologie a seconda del diverso meccanismo con cui le corrispondenti aree risultano interessabili dalla piena duecentennale, distinguendo:

- le aree allagabili in modo “diretto”, cioè quelle direttamente interessabili dalla corrente di piena (alveo principale ed aree golenali);
- le aree allagabili in modo “indiretto”, cioè quelle “defilate” rispetto al percorso principale della piena, ma che risultano comunque a quote inferiori ai livelli idrici valutati nelle sezioni del modello numerico di calcolo.

La distinzione, per quanto non netta e caratterizzata da una certa approssimazione, è da ritenersi ragionevole se si considera che i livelli di piena in questione (cioè quelli forniti dallo “*Studio di Fattibilità dell’Autorità di Bacino*” [3]) derivano da un modello di calcolo monodimensionale, basato sulla geometria delle sole sezioni di calcolo, che certamente rappresenta solo approssimativamente quello che può accedere nelle aree “defilate” rispetto alla corrente principale. (Bisogna peraltro sottolineare che tale schema può considerarsi in generale “cautelativo”).

Nel caso in esame sono state considerate come allagabili in modo “indiretto” dalla piena duecentennale le aree indicate in colore giallo tenue in Tav. 1 e sostanzialmente corrispondenti:

- alle aree in corrispondenza ed oltre lo svincolo di uscita verso Nembro della SP exSS671, raggiungibili solo per superamento del punto di colmo della stradina di collegamento tra lo svincolo stesso e la passerella Honnegher;
- alle aree a valle della sezione 126, dove i livelli duecentennali di calcolo dell’Autorità di Bacino (vedi Tab. 2 e 3) sono inferiori alla quota del piano campagna, ma che risultano allagabili per correnti fuori alveo provenienti da monte. Per queste ultime è ragionevole ipotizzare che le correnti che potrebbero produrre l’allagamento siano caratterizzate da basse velocità e tiranti, non rappresentate dai valori forniti dalle tabelle per l’alveo principale.

I risultati ottenuti per tiranti, velocità ed attribuzione di classi di pericolosità sono illustrati in dettaglio nelle seguenti tavole:

- Tavv. 2a÷b TIRANTI per Tr = 200 anni (valori adottati per calcolo Pericolosità)
- Tavv. 3a÷b VELOCITÀ per Tr = 200 anni (valori adottati per calcolo Pericolosità)
- Tav. 4 Valutazione pericolosità idraulica per esondazione F. Serio

mentre nei successivi paragrafi sono riportate le principali informazioni sulle ipotesi adottate e sui metodi utilizzati.

#### 4.1.1 Tiranti e velocità per le aree caratterizzate da allagamento “diretto”

Per le aree interessate da allagamenti “diretti” si sono considerati valori di tiranti e velocità direttamente desumibili dallo “Studio di Fattibilità dell’Autorità di Bacino” [3], che fornisce nell’elaborato: “3.2.2.2/1/IR: *Relazione descrittiva del modello e di analisi dell’attività*” sono fornite varie tabelle con il dettaglio dei risultati della modellazione matematica per la determinazione dei livelli di piena del Serio. Le informazioni più significative per il tratto in esame sono sintetizzate:

- in Tab. 1 dov’è riportato uno stralcio dei risultati complessivi dei calcoli con portate e tiranti corrispondenti ai principali tempi di ritorno considerati nello Studio di Fattibilità;
- in Tab. 2 dove sono presentati i valori di portata, livello e velocità per  $Tr=200$  (l’evento di riferimento), con una differenziazione almeno schematica delle velocità in diverse porzioni della sezione di calcolo.

In particolare, per le aree ad allagamento “diretto” la stima dei tiranti ( $t_{avv.2a÷b}$ ), è stata effettuata con l’ausilio di tecnica GIS, intersecando:

- la superficie ricavabile raccordando i livelli di piena nelle sezioni di calcolo relativi alla portata duecentennale, così come calcolati nello “Studio di Fattibilità dell’Autorità di Bacino” [3] (vedi Tab. 2);
- il modello digitale del terreno ottenuto con tecnologia Laser Scanning LiDAR (Light Detection And Ranging), messo a disposizione da Regione Lombardia.

La distribuzione spaziale delle velocità è stata poi valutata con modalità analoghe, in pratica costruendo delle superfici raccordanti i valori di velocità disponibili per le sezioni di calcolo.

Per la verità in alcune zone (ad es. Impianti sportivi "Saletti" ed area verde al confine con Alzano L.do), pur essendo il fenomeno ancora classificabile tra gli allagamenti “diretti”, l’adozione di una velocità strettamente derivata dai valori calcolati nelle sezioni dell’Autorità di Bacino è da ritenersi particolarmente cautelativa, visto che le aree stesse risultano ai margini delle aree allagabili. Considerando però che in tali aree i tiranti sono tali da comportare comunque una "Pericolosità" elevata e volendo evitare ulteriori arbitrarietà si è scelto di non introdurre correzioni della velocità.

#### 4.1.2 Tiranti e velocità per le aree classificate con allagamento “indiretto”

A seguito delle caratteristiche precedentemente definite per le situazioni classificate come ad allagamento “indiretto”, per le corrispondenti aree si è quindi ritenuto di poter procedere a stime “qualitative”, comunque con riferimento alle caratteristiche generali del fenomeno.

Operativamente, mediante l'utilizzo di strumenti GIS, si è proceduto:

- 1) alla stima della scabrezza: per ogni cella del DTM la scabrezza di calcolo è stata valutata a partire dall'uso del suolo fornito dal DUSAF 2015, assegnando i valori di scabrezza più idonei a ciascuna delle categorie tipologiche dell'uso del suolo stesso;
- 2) alla valutazione della pendenza caratteristica di ogni cella: essa è stata calcolata a partire dalle quote del modello digitale del terreno ottenuto con tecnologia Laser Scanning LiDAR (Light Detection And Ranging), messo a disposizione da Regione Lombardia;
- 3) alla stima del tirante “H”: per gli allagamenti “indiretti”, come già detto in precedenza, si è tenuto conto della presenza di correnti “fuori alveo” nel tratto appena a monte della sezione 126 dell'Autorità di Bacino (passerella Honnegher) il cui tirante risulta fortemente condizionato dalla morfologia della zona. Si può infatti osservare che la strada di collegamento tra la passerella Honnegher (sez. 126 Autorità di Bacino) e lo svincolo della superstrada di via Case Sparse, presenta un punto di colmo morfologicamente più elevato rispetto alle aree circostanti, che condiziona di fatto il possibile deflusso delle acque fuori alveo verso Nord-Est. Per valutare nel dettaglio l'andamento plano-altimetrico di tale zona si è proceduto alla ricostruzione di una serie di sezioni (linea tratto punto in fig. 5) fino ad individuare il “colmo” tra le sezioni “T” ed H” e a valutare che il tirante in quel punto può essere stimato in 25-30 cm (fig. 6), misurati considerando il livello di calcolo fornito nella sezione 126 (vedi tabb. 1 e 2).

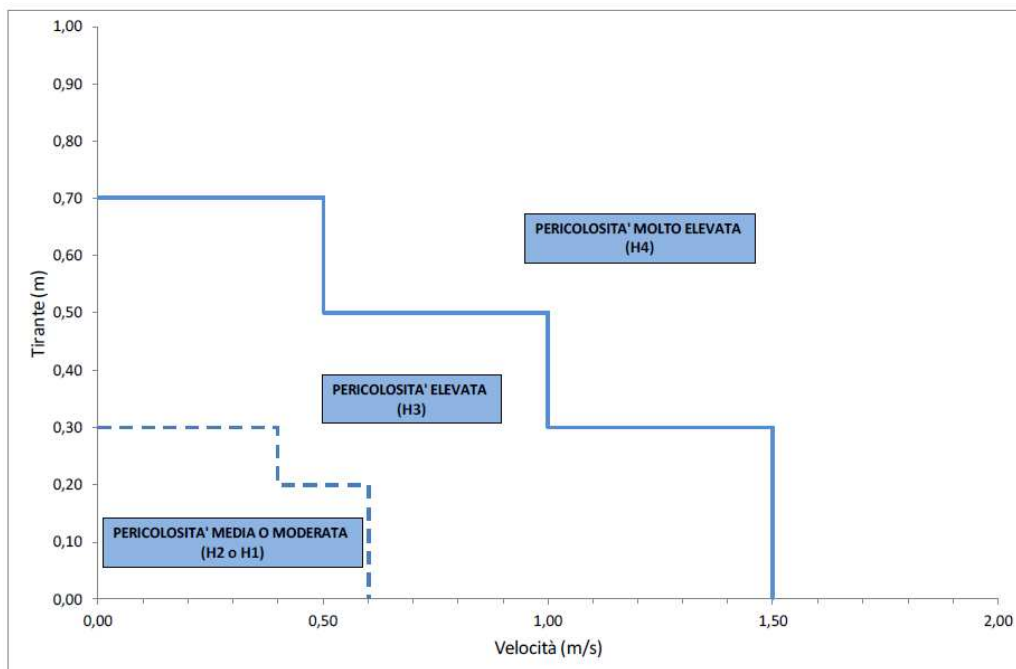
Per le successive valutazioni sul calcolo delle velocità si è quindi deciso di utilizzare un valore di tirante omogeneo pari a 0.4 m per tutte le aree indicate con colore giallo tenue in Tav. 1), sia per quelle in corrispondenza ed oltre lo svincolo della SP ex SS671 (controllate dal suddetto “colmo della stradina di accesso alla passerella Honnegher), sia per quelle limitrofe al F.Serio ed a valle della sezione 126 che risulterebbero più elevate rispetto ai livelli di piena delle sezioni di calcolo (124, 125 e 126V in tabb. 1 e 2), ma che sono state considerate allagabili per possibili flussi provenienti da monte.

- 4) alla stima della velocità: pur adottando un approccio “qualitativo” si è comunque fatto riferimento alla formula di Chezy-Strickler per condizioni di moto uniforme, approssimata considerando il raggio idraulico di calcolo pari al tirante (in generale accettabile per correnti di larghezza significativamente superiore rispetto al tirante).

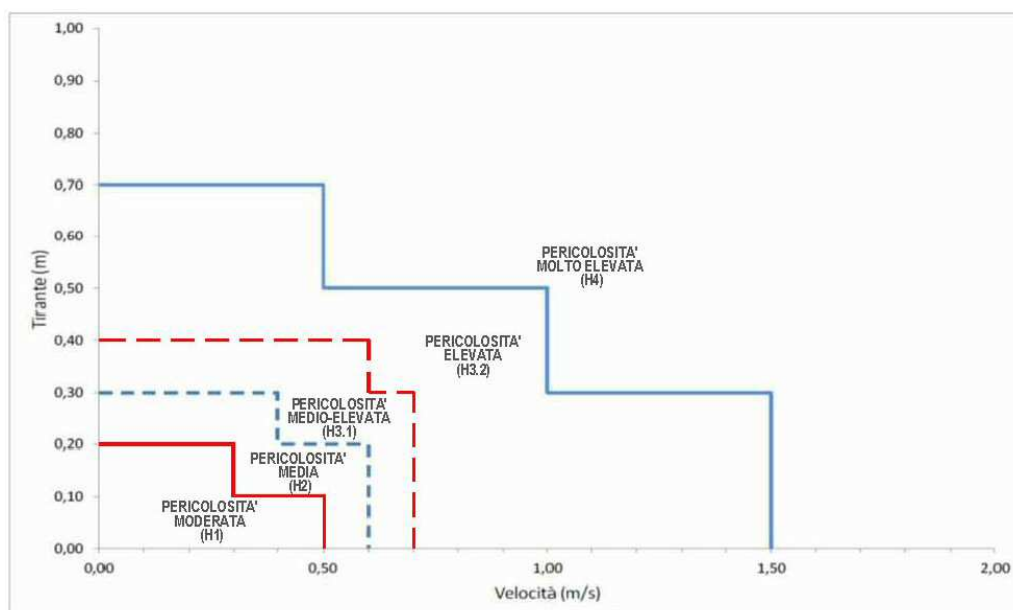
#### 4.1.3 Valutazione della pericolosità

Anche per la stima della pericolosità si è proceduto in modo diverso a seconda che le aree allagabili per  $T_r=200$  anni dipendessero da modalità di tipo “diretto” o “indiretto”, come definite in precedenza.

Per le aree con allagamento “diretto” è stato utilizzato lo schema conseguente all’applicazione del grafico originale dell’Allegato 4 della DGR 2616/2011:



mentre per le aree interessate da allagamento “indiretto” si è deciso di differenziare la classe H1 dalla H2 e suddividere la classe H3 in due sottoclassi H3.1 e H3.2 come illustrato nella figura riportata nel seguito:



Nella tabella successiva è riportato un quadro schematico riepilogativo dei criteri complessivamente utilizzati per la classificazione della Pericolosità:

AREE ALLAGABILI PER VARI TEMPI DI RITORNO		PERICOLOSITA'					
		SECONDO PGRA	SECONDO DGR 2616 alleg. 4	SECONDO VALUTAZIONE COMPLESSIVA CONSIDERATA NEL PRESENTE STUDIO			
1)	T= 20 anni rivista studio luglio 2018 (circa T= 20-50 anni PGRA)	P3		a prescindere da tiranti e velocità	H4.1		
2)	T= 200 anni rivista studio luglio 2018	P2/Medium	MOLTO ELEVATA	H4	sulla base di tiranti e velocità (grafico "originale" Allegato 4 per "allagamento diretto" grafico "modificato" per "allagamento indiretto")	H4	
			ELEVATA	H3		H3	H3.2
			MEDIA	H2		H2	H3.1
			MODERATA	H1		H1	
3)	T= 200 anni PGRA extra studio luglio 2019			a prescindere da tiranti e velocità	H1		
4)	T= 500 anni rivista studio luglio 2018	P1/Low		a prescindere da tiranti e velocità	H1		
5)	T= 500 anni PGRA extra studio luglio 2019				H1		

In definitiva si è operato:

- considerando 5 classi di ingresso in funzione delle diverse condizioni di allagabilità dell'area:
  - 1) aree allagabili per  $T_r=20$  anni "Studio Pericolosità 2018" (P3/H);
  - 2) aree allagabili per  $T_r=200$  anni "Studio Pericolosità 2018" (P2/M);
  - 3) aree allagabili per  $T_r=200$  anni PGRA ("Studio Pericolosità 2018") (P2/M);
  - 4) aree allagabili per  $T_r=500$  anni "Studio Pericolosità 2018" (P1/L);
  - 5) aree allagabili per  $T_r=500$  anni PGRA ("Studio Pericolosità 2018") (P1/L);

- inserendo in classe di pericolosità molto elevata “H4.1” le aree individuate come allagabili per Tr=20 anni secondo lo “*Studio Pericolosità 2018*”, a prescindere da valutazioni su tiranti e velocità;
- effettuando un’analisi di dettaglio secondo l’allegato 4 alla DGR 2616/2011 per le aree individuate come allagabili per Tr=200 anni nello “*Studio Pericolosità 2018*”; in questo caso, per le aree con allagamento “diretto” si è utilizzata la matrice Velocità-Tiranti originale dell’Allegato 4 della DGR IX/2616/2011, mentre per le aree allagabili in modo “indiretto”, la classe H3 è stata suddivisa in due sottoclassi H3.1 e H3.2 (come illustrato in precedenza);
- attribuendo una classe di pericolosità “H1” a prescindere da valutazioni su tiranti e velocità:
  - alle aree non allagabili per Tr=200 anni secondo lo “*Studio Pericolosità 2018*”, ma ricadenti in fascia P2/Medium del PRGA;
  - alle aree non allagabili per Tr=200 anni né per valutazione “*Studio Pericolosità 2018*”, né per il PGRA, ma allagabili per Tr=500 anni o comunque in fascia P1/Low del PGRA.

Dall’applicazione dei criteri descritti, realizzata ricorrendo ai classici strumenti messi a disposizione dai GIS si è in definitiva ottenuta la carta della pericolosità riportata in Tav. 4.

#### 4.2 CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO del F. Serio nel COMUNE DI NEMBRO

A partire dalla PERICOLOSITÀ determinata come descritto nel precedente paragrafo 4.1 si è proceduto alla valutazione delle condizioni di rischio locali mettendo in relazione la pericolosità “H” e il danno potenziale “D”, con quest’ultimo aggiornato secondo i valori aggiornati forniti dalla Regione Lombardia con il DUSAF 2015 (vedi Tav. 5).

Operativamente, per le aree interessate da allagamenti “diretti” si è utilizzata la matrice originale della DGR 2616/2011-allegato 4, mentre per quelle interessate da allagamenti “indiretti” se n’è considerata una “*modificata*” per tener conto di ulteriori suddivisioni per le classi di pericolosità (vedi figure nel seguito):

MATRICE DEL RISCHIO PER ALLAGAMENTI "DIRETTI"  
"ORIGINALE" Allegato 4 DGR 2616/20114

DANNO	H4	H3	H2	H1
D4	R4	R4	R2	R2
D3	R3	R3	R2	R1
D2	R2	R2	R1	R1
D1	R1	R1	R1	R1

MATRICE DEL RISCHIO PER ALLAGAMENTI "INDIRETTI"  
"MODIFICATA" rispetto Allegato 4 DGR 2616/2011  
con ulteriori suddivisioni introdotte nella carta della pericolosità

DANNO	H4		H3			H2	H1			
	H41	H4	H3	H32	H31	H2	H13	H12	H11	H1
D4	R4	R4	R4	R4	R3	R2	R2	R2	R2	R2
D3	R4	R3	R3	R3	R2	R2	R1	R1	R1	R1
D2	R3	R2	R2	R2	R1	R1	R1	R1	R1	R1
D1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1	R1

Per applicare i criteri di definizione del rischio descritti in precedenza a ciascuna cella del DTM, si è predisposta un'apposita procedura in ambito GIS basata sulla tabella riepilogativa riportata nel seguito; essa ha in definitiva consentito di produrre la "CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO PER ESONDAZIONI DEL SERIO" illustrata in Tav.6).

AREE ALLAGABILI PER VARI TEMPI DI RITORNO		PERICOLOSITA'			DANNO	RISCHIO PGT				
		SECONDO PGRA	SECONDO DGR 2616 alleg. 4	SECONDO VALUTAZIONE COMPLESSIVA CONSIDERATA NEL PRESENTE STUDIO						
1)	T= 20 anni rivista "studio Pericolosità 2018" (circa T= 20-50 anni PGRA)	P3		a prescindere da tiranti e velocità	H4.1	D4 D3 D2 D1 R4 R4 R3 R1				
2)	T= 200 anni rivista da "studio Pericolosità 2018"	P2/Medium	MOLTO ELEVATA	H4	sulla base di tiranti e velocità (grafico "originale" Allegato 4 per "allagamento diretto" grafico "modificato" per "allagamento indiretto")	H4	D4 D3 D2 D1 R4 R3 R2 R1			
			ELEVATA	H3		H3	D4 D3 D2 D1 R4 R3 R2 R1			
						H3.2	D4 D3 D2 D1 R4 R3 R2 R1			
						H3.1	D4 D3 D2 D1 R4 R3 R2 R1			
						H2	D4 D3 D2 D1 R2 R2 R1 R1			
			MEDIA	H2		H2	D4 D3 D2 D1 R2 R2 R1 R1			
			MODERATA	H1		H1	D4 D3 D2 D1 R2 R1 R1 R1			
						H1	D4 D3 D2 D1 R2 R1 R1 R1			
			3)	T= 200 anni PGRA extra "studio Pericolosità 2018"				a prescindere da tiranti e velocità	H1	D4 D3 D2 D1 R2 R1 R1 R1
			4)	T= 500 anni rivista "studio Pericolosità 2018"		P1/Low		a prescindere da tiranti e velocità	H1	D4 D3 D2 D1 R2 R1 R1 R1
			5)	T= 500 anni PGRA extra "studio Pericolosità 2018"					H1	D4 D3 D2 D1 R2 R1 R1 R1



## 5. AGGIORNAMENTO DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA RELATIVE ALLE AREE INTERESSATE DA POTENZIALI ESONDAZIONI DEL F.SERIO

La logica di attribuzione delle classi di Fattibilità in funzione delle diverse problematiche idrauliche è stata definita nel rispetto delle indicazioni contenute nella Tab. 1bis della DGR 2616/2011.

Per una miglior comprensione del meccanismo si è proceduto alla costruzione della rappresentazione grafica di fig. 7, che sintetizza i criteri di attribuzione in funzione delle diverse situazioni che si possono presentare e delle determinazioni cui si è giunti riguardo a pericolosità e rischio delle varie aree considerate.

Nella tabella successiva si riporta poi il riferimento alle Norme di Attuazione che sono associate a ciascuna delle classe di fattibilità relative al rischio idraulico.

CLASSI FATTIBILITÀ GEOLOGICA RELATIVE AL RISCHIO IDRAULICO		RIFERIMENTO NORMATIVO
2	<b>Classe 2idr</b> aree di fattibilità' con modeste limitazioni per la presenza di problematiche idrauliche	<b>Art. 31 Norme Attuazione PAI</b>
	<b>Classe 2idr/2</b> aree di fattibilità' con modeste limitazioni per la presenza di problematiche idrauliche con prescrizioni aggiuntive	<b>Art. 31 Norme Attuazione PAI con prescrizioni aggiuntive:</b> - disposizione degli ingressi in modo tale che non siano perpendicolari alla presumibile direzione di un eventuale flusso di corrente fuori alveo; - disposizione dei fabbricati in modo tale da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla presumibile direzione di un eventuale flusso di corrente fuori alveo; - divieto di sagomature del terreno o di realizzazione di strutture che comportino l'accumulo delle acque di esondazione.
3	<b>Classe 3idr</b> aree di fattibilità' con consistenti limitazioni per la presenza di problematiche idrauliche	<b>Art. 30 Norme Attuazione PAI</b>
	<b>Classe 3idr/2</b> aree di fattibilità' con modeste limitazioni per la presenza di problematiche idrauliche con prescrizioni aggiuntive	<b>Art. 30 Norme Attuazione PAI con prescrizioni aggiuntive:</b> - totale divieto di realizzazione di piani interrati; - disposizione degli ingressi in modo tale che non siano perpendicolari alla presumibile direzione di un eventuale flusso di corrente fuori alveo; - disposizione dei fabbricati in modo tale da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla presumibile direzione di un eventuale flusso di corrente fuori alveo; - divieto di sagomature del terreno o di realizzazione di strutture che comportino l'accumulo delle acque di esondazione. - impiego di accorgimenti per sovralzare gli ingressi rispetto al piano stradale, anche valutando la possibilità sugli ingressi stessi di dispositivi anti allagamento ad azionamento automatico
4	<b>Classe 4idr</b> aree di fattibilità' con modeste limitazioni per la presenza di problematiche idrauliche	<b>Art. 29 Norme Attuazione PAI</b>

Come si può osservare dall'analisi sia della fig. 7 che della tabella precedente, al fine di meglio caratterizzare il territorio comunale, le classi 2 e 3 sono state suddivise in 2 sottoclassi (2idr/2) e (3idr/2) in modo da poter differenziare con maggior dettaglio le prescrizioni aggiuntive rispetto a quelle dell'articolo delle NTA del PAI di riferimento per la classe principale.

Applicando i criteri descritti in fig. 7, sintetizzabili con la tabella seguente, si è infine arrivati a produrre la CARTA DI FATTIBILITÀ DA PERICOLOSITÀ/RISCHIO IDRAULICO riportata in Tav.7.

AREE ALLAGABILI PER VARI TEMPI DI RITORNO		PERICOLOSITA'			DANNO	RISCHIO PGT	CLASSI FATTIBILITA' IDRAULICA					
		SECONDO PGRA	SECONDO DGR 2616 alleg. 4	SECONDO VALUTAZIONE COMPLESSIVA CONSIDERATA NEL PRESENTE STUDIO								
1)	T= 20 anni rivista "studio Pericolosità 2018" (circa T= 20-50 anni PGRA)	P3		a prescindere da tiranti e velocità	H4.1	D4 R4 D3 R4 D2 R3 D1 R1	C4id C4id C4id C4id					
2)	T= 200 anni rivista da "studio Pericolosità 2018"	P2/Medium	MOLTO ELEVATA	H4	sulla base di tiranti e velocità (grafico "originale" Allegato 4 per "allagamento diretto" grafico "modificato" per "allagamento indiretto")	H4	D4 R4 D3 R3 D2 R2 D1 R1	C4id C3id/2 C3id/2 C3id/2				
			ELEVATA	H3		H3	H3	D4 R4 D3 R3 D2 R2 D1 R1	C4id C3id C3id C3id			
							H3.2	H3.2	D4 R4 D3 R3 D2 R2 D1 R1	C4id C3id C3id C3id		
								H3.1	H3.1	D4 R3 D3 R2 D2 R1 D1 R1	C3id/2 C3id C3id C3id	
			MEDIA	H2		H2	H2		D4 R2 D3 R2 D2 R1 D1 R1	C3id C3id C3id C3id		
							MODERATA	H1	H1	H1	D4 R2 D3 R1 D2 R1 D1 R1	C2id/2 C3id C3id C3id
			3)	T= 200 anni PGRA extra "studio Pericolosità 2018"				a prescindere da tiranti e velocità	H1	D4 R2 D3 R1 D2 R1 D1 R1	C2id/2 C3id C3id C3id	
			4)	T= 500 anni rivista "studio Pericolosità 2018"		P1/Low		a prescindere da tiranti e velocità	H1	D4 R2 D3 R1 D2 R1 D1 R1	C2id C2id C2id C2id	
			5)	T= 500 anni PGRA extra "studio Pericolosità 2018"							H1	D4 R2 D3 R1 D2 R1 D1 R1

Va in conclusione ricordato che tale Carta, come peraltro anticipato fin dalla Premessa, riguarda esclusivamente le problematiche idrauliche connesse alle potenziali esondazioni del F.Serio e pertanto, ai fini della redazione della carta di fattibilità geologica complessiva del PGT comunale, essa va integrata con tutte le altre informazioni disponibili, sia di carattere idraulico (per l'Ambito RSCM), sia di carattere più generalmente geologico (per l'intero territorio comunale).

Bergamo, marzo 2019

Dr.ing. Pier Giuseppe Fenaroli



Dr.Geol. Michela Pecchio



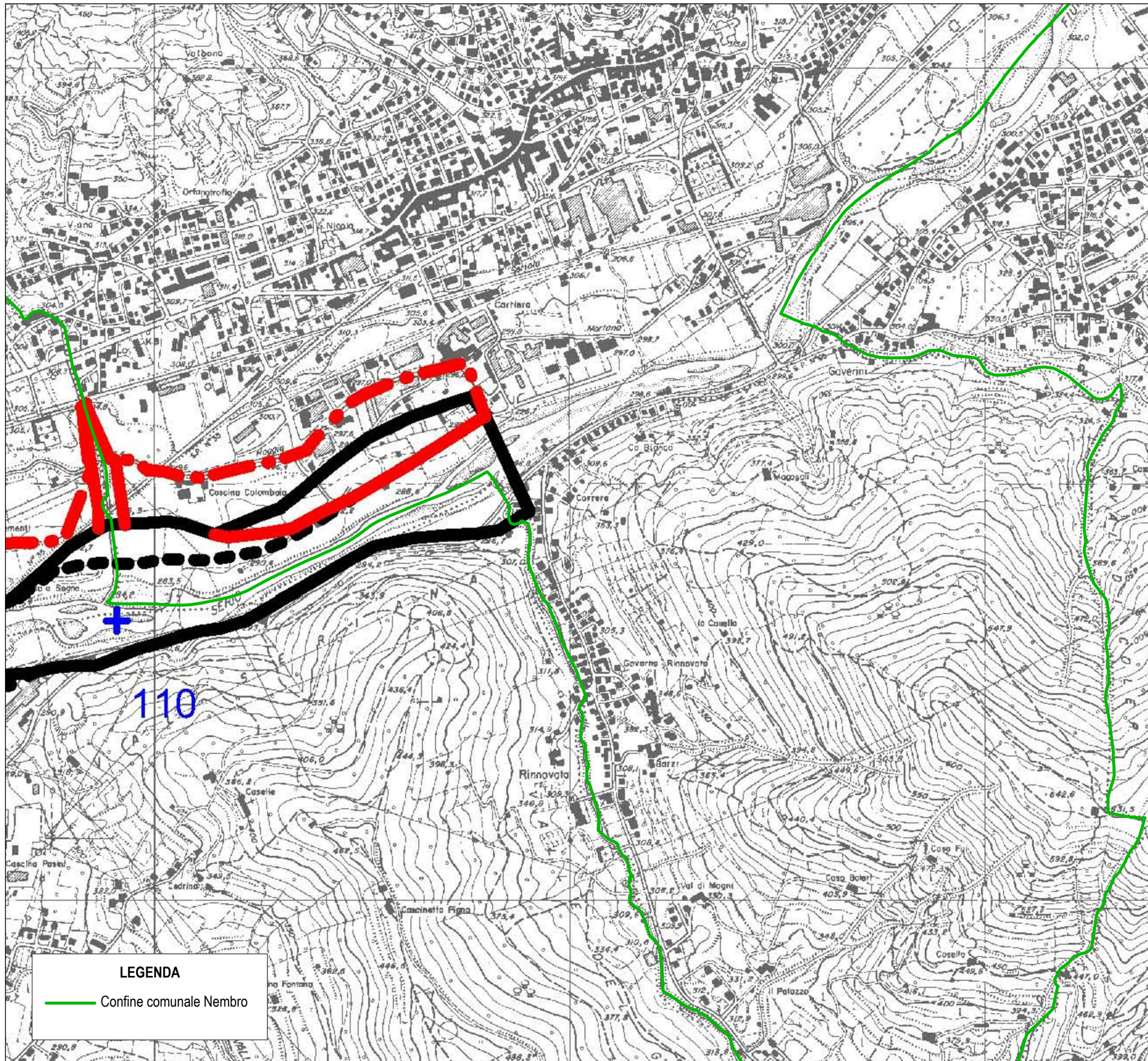
*Michela Pecchio*

## 6. BIBLIOGRAFIA


- [1] AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO: Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), 2001.
- [2] AUTORITA' DI BACINO DEL F.PO – *Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica* - Allegato alla deliberazione n.18/01, 26/04/01.
- [3] AUTORITA' DI BACINO DEL F.PO – *Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po; del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda; del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda.*”:
- *Elaborato 3.3.2.1/1/1R: DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO – Relazione descrittiva e di analisi*
  - *Elaborato 3.3.3.3/1/1R: ANALISI IDRAULICA- Relazione descrittiva del modello e analisi attività*
  - *Elaborato 3.3.2.2/2/1C: Cartografia delle aree allagabili con diverso tempo di ritorno (luglio 2004)*
  - *Elaborato 3.3.4.1/2/2C: Atlante cartografico delle Fasce Fluviali (aprile 2005)*
- [4] AUTORITA' DI BACINO DEL F.PO – *Piano per la valutazione e la gestione del rischio alluvioni* Allegato alla deliberazione n.2/2016, 03/03/2016
- [5] GHILARDI S. –INDAGINI GEOLOGICHE DI SUPPORTO AL PIANO REGOLATORE GENERALE AI SENSI DELLA L.R. 41/97, giugno 2002
- [6] FENAROLI P.G., - PECCHIO M.- *Studio di valutazione dell'assetto idraulico del tratto di F.Serio in comune di Nembro, finalizzato alla revisione delle MAPPE DI PERICOLOSITÀ alla luce delle indicazioni contenute nella D.G.R. x/6738 del 19/06/2017 “DIRETTIVA ALLUVIONI”, luglio 2018*
- [7] PECCHIO M.- NOZZA G. - *AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO CON REVISIONE DELLA “CARTA DEI DISSESTI PAI” AI SENSI DELLA DGR IX/2616/2011 E DELLA DGR X/6738/2017, marzo 2018*

## **FIGURE**

- Fig. 1: Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI): Stralcio delimitazione delle fasce fluviali relative al comune di Nembro
- Fig. 2: Componente geologica comunale: Stralcio "Tav.6: Carta del dissesto con legenda uniformata PAI"
- Fig. 3: Studio di fattibilità per la sistemazione idraulica di Adda, Brembo, Serio:  
a - Carta delle aree allagabili  
b - Atlante cartografico delle Fasce Fluviali
- Fig. 4: PGRA - Direttiva Alluvioni: Stralcio della Mappa di pericolosità
- Fig. 5: Carta dei tiranti idrici per  $Tr=200$  anni relativa alla zona interessata da allagamento "indiretto"
- Fig. 6: Ricostruzione dell'andamento plano-altimetrico in corrispondenza della strada di collegamento tra passerella Honnegger e svincolo superstrada (sezioni I ed H)
- Fig. 7: Schema metodologico utilizzato per l'attribuzione delle classi di fattibilità geologica nelle aree potenzialmente interessate dalle esondazioni del F.Serio




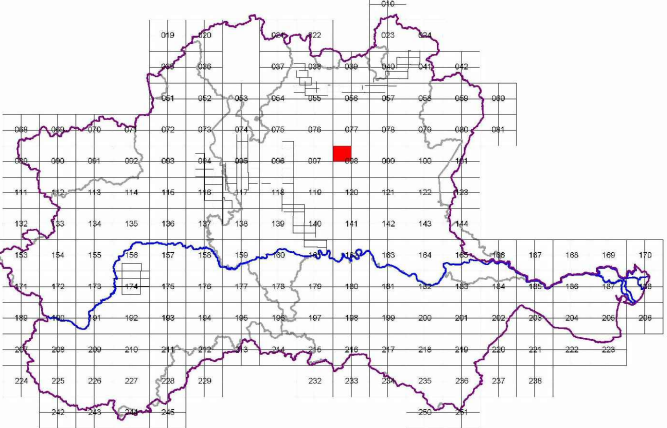
**LEGENDA**  
 — Confine comunale Nembro

  
 AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO  
 PARMA

**Modifiche e integrazioni al Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**  
 Interventi sulla rete idrografica e sui versanti  
 Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter

**Tavole di delimitazione delle fasce fluviali**  
 FOGLIO 098 SEZ. IV - Alzano Lombardo  
 BREMBO - 04 SERIO - 06

Scala 1:25.000  


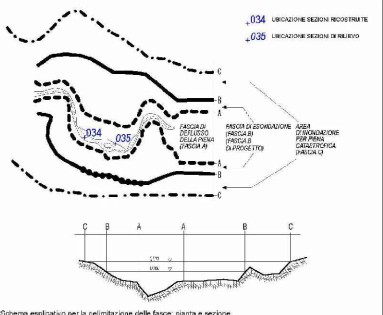


**LEGENDA**  
 Delimitazione delle fasce fluviali relative al "Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)"

Delimitazione del Progetto PAI	Modifiche e integrazioni
— (*) tra la Fascia A e la Fascia B	—
— (*) tra la Fascia B e la Fascia C	—
— (*) esterno della Fascia C	—
— (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C	—
— (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C	—
— (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C	—

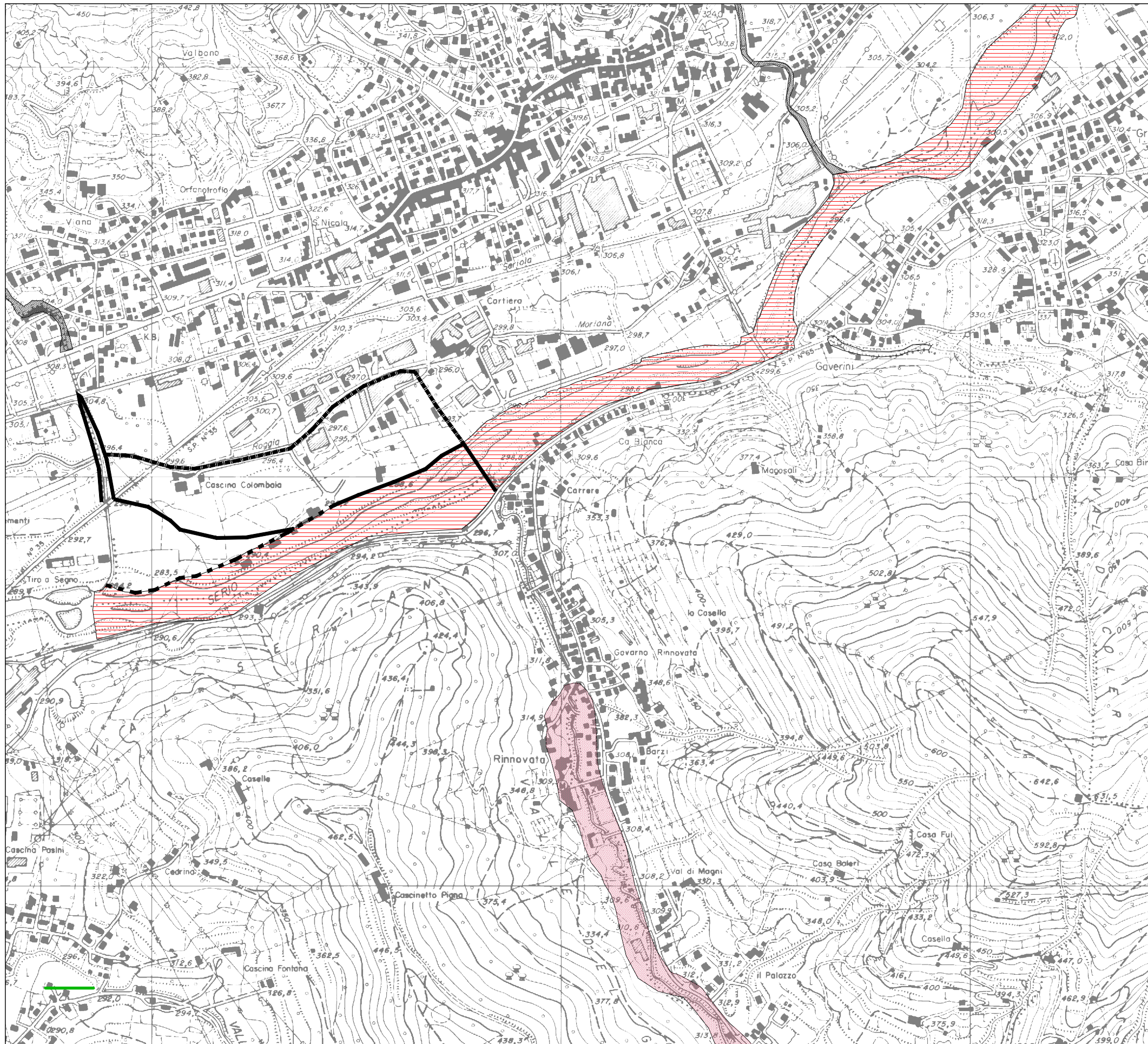
Delimitazione del "Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSSF)"

Delimitazione del PSSF	Modifiche
— (*) tra la Fascia A e la Fascia B	—
— (*) tra la Fascia B e la Fascia C	—
— (*) esterno della Fascia C	—
— (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C	—



(\*) il limite è individuato dal bordo interno del graficismo

**Fig. 1:**  
 "Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI)" :  
 Stralcio delimitazione delle fasce fluviali relative al comune di Nembro



**COMUNE DI NEMBRO**  
**PROVINCIA DI BERGAMO**

**COMPONENTE GEOLOGICA,  
 IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL P.G.T.**

**Aggiornamento dello studio geologico,  
 idrogeologico e sismico con revisione della  
 "CARTA DEI DISSESTI PAI"**  
 (D.G.R. IX/2616/2011 - D.G.R. X/6738/2017)

**TAV. 6 - QUADRO DEL DISSESTO  
 CON LEGENDA UNIFORMATA  
 A QUELLA DEL PAI**

marzo 2018 SCALA: 1: 10.000

Dr. Geologo  
**GIANLUIGI NOZZA**  
 n. 984

Dr. Geologo  
**MICHELA PECCHIO**  
 n. 1075

Redatto da:  
 Dott. Geol. Gianluigi Nozza - OGL 984  
 Dott. Geol. Michela Pecchio - OGL 1075

Gianluigi Dr. Nozza  
 Geologo  
 Via Crocefisso 37/F - 24123 Bergamo (BG)  
 Telefono: 035-683195  
 email: gianluigi.nozza@terraqua.it  
 email: michela.pecchio@terraqua.it

Michela Dr. Pecchio  
 Geologa

**LEGENDA**

**FASCE FLUVIALI - ELABORATO 8 PAI**

- Limite tra fascia A e B
- Limite tra fascia B e C
- - - Limite esterno fascia C

**AREE ALLAGABILI PGRA - Ambito territoriale RSCM  
 (proposta di modifica)**

- "Aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H)"
- "Aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L)"

**DISSESTI CARATTERIZZANTI IL TERRITORIO MONTANO  
 ELABORATO 2 PAI E AMBITO RSCM (PGRA)  
 (proposta di modifica)**

- Area di frana attiva (Fa)

**ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE  
 TORRENTIZIO LUNGO L'ASTA DEL SERIO  
 (perimetrazioni previgenti, non modificate, in fase di revisione)**

- Area a pericolosità molto elevata (Ee)

Avvertenza  
 Questo elaborato riporta la proposta di modifica delle aree esondabili Ee ed Em di pertinenza del solo reticolo secondario collinare e montano (RSCM). Le corrispondenti aree esondabili di pertinenza del F. Serio, sono ancora quelle previgenti a partire dal 2002. E' in corso uno studio idraulico di dettaglio dell'asta del F. Serio, le cui risultanze, una volta approvate da Regione Lombardia, saranno recepite in un nuovo elaborato.

- Confine comunale

**Fig. 2:**  
**Componente geologica comunale:**  
**Stralcio "Tav.6: Carta del dissesto con legenda uniformata PAI"**

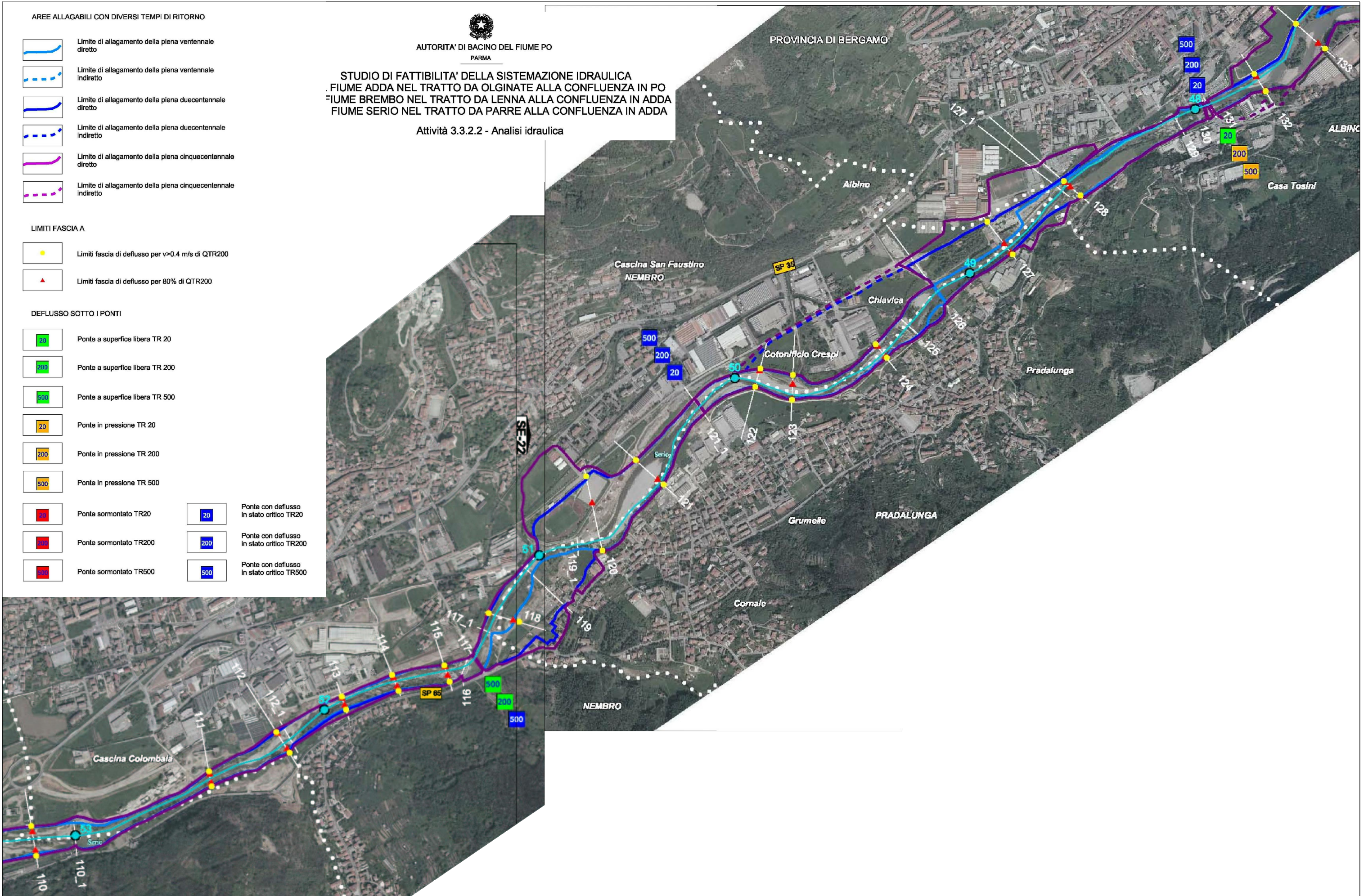


Fig. 3:  
 "Studio Fattibilità sistemazione idraulica Adda, Brembo, Serio":  
 Stralcio della Carta delle aree allagabili

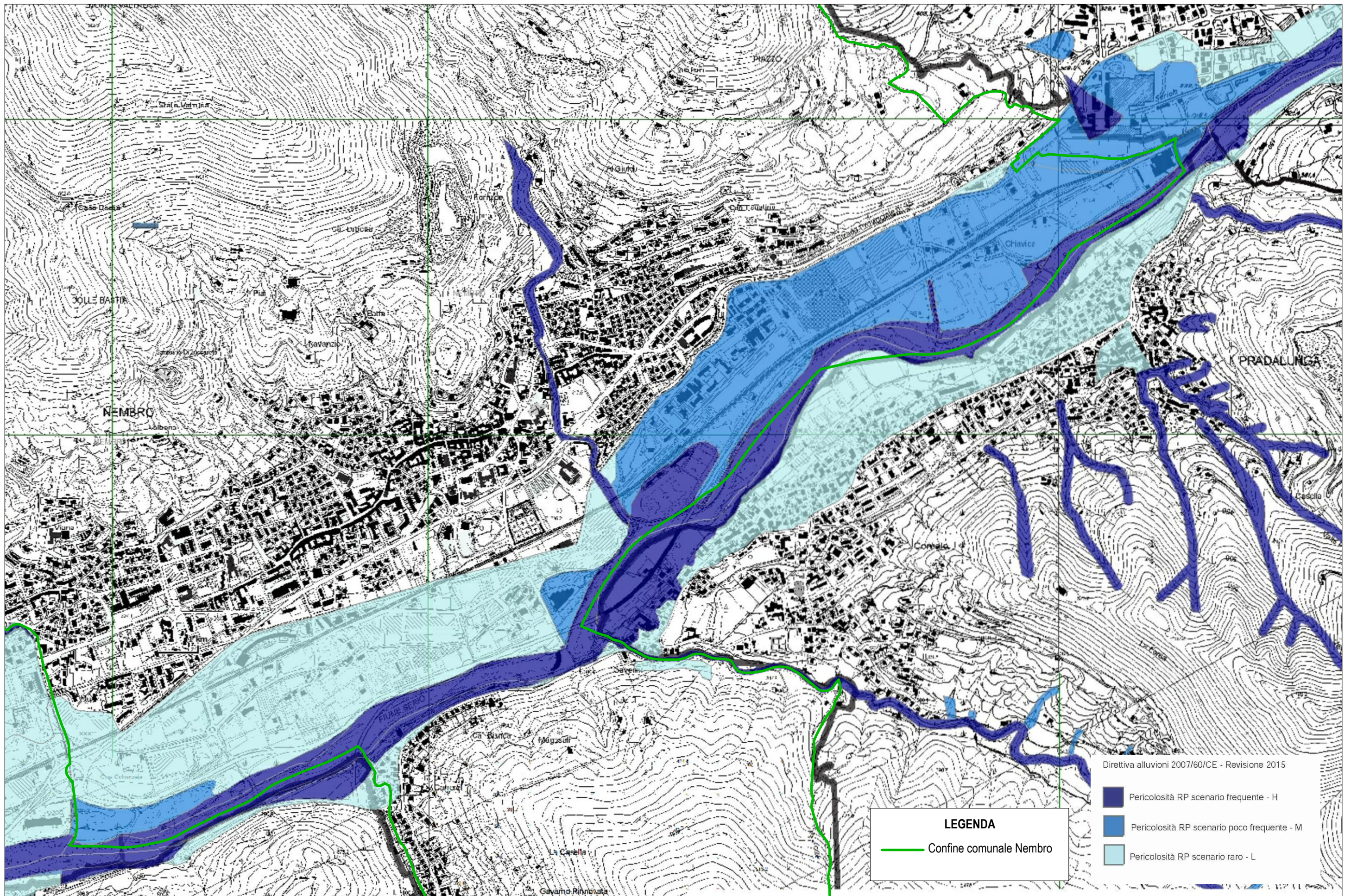


Fig. 4:  
 "PGRA - Direttiva Alluvioni":  
 Stralcio della Mappa di pericolosità



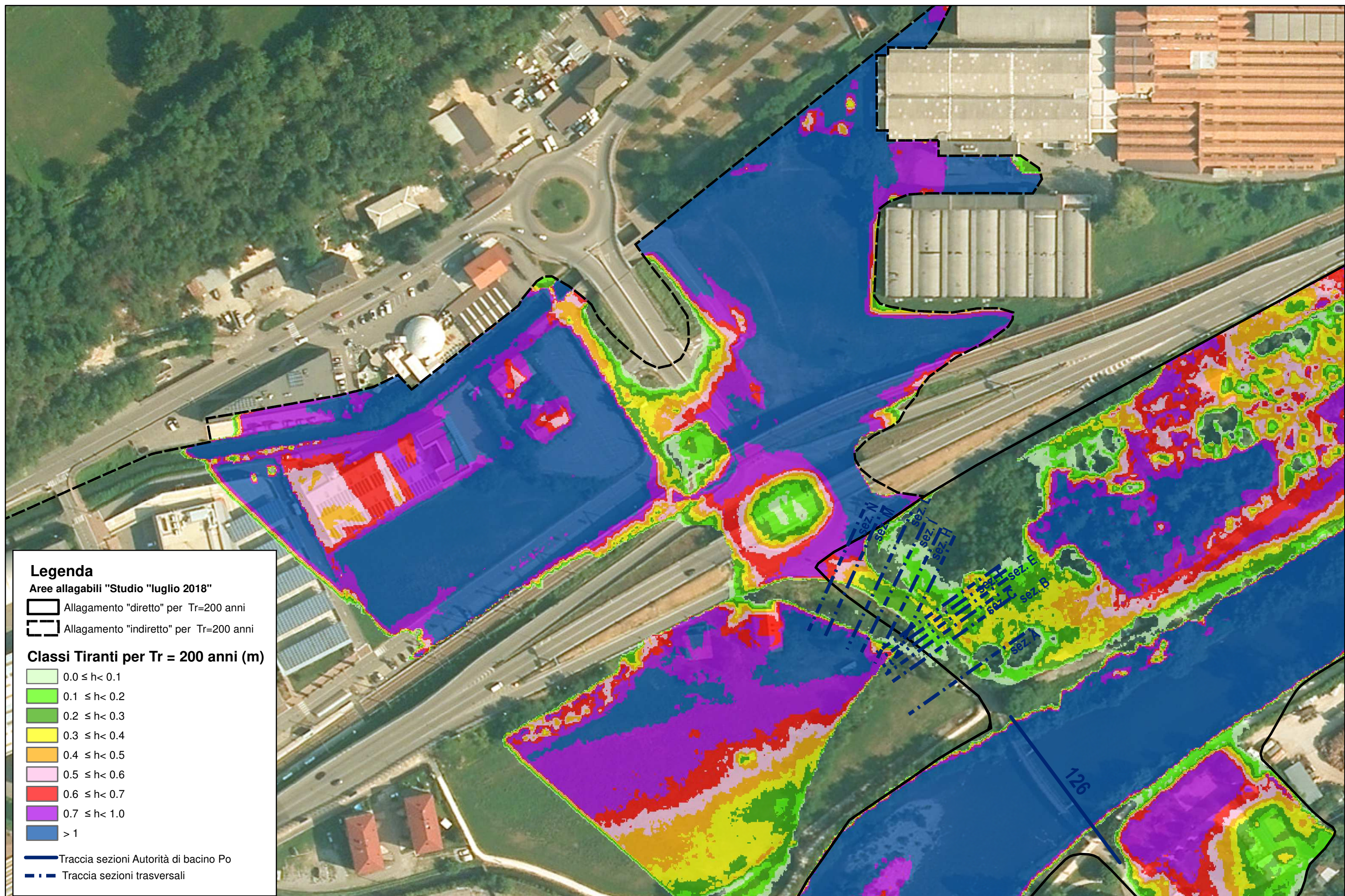
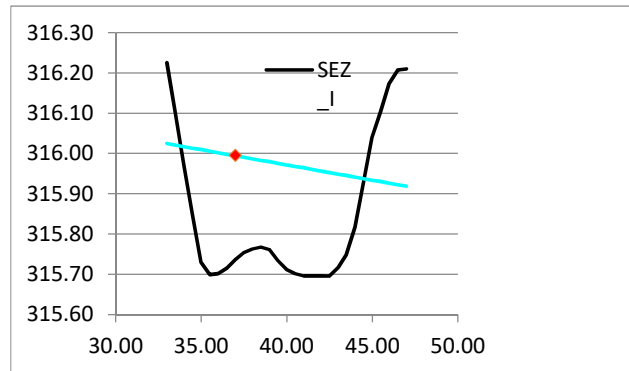
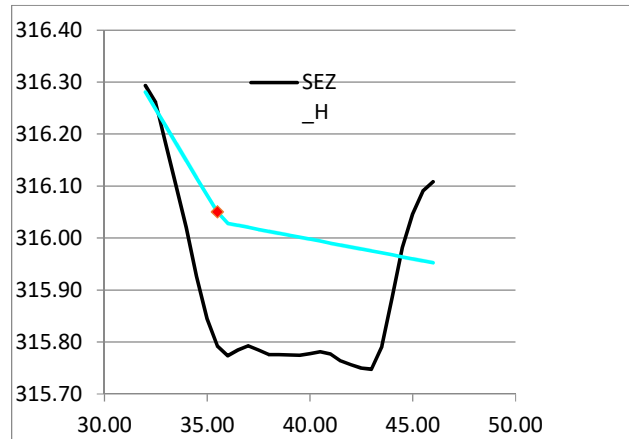


Fig. 5:  
 Carta dei tiranti idrici per  $Tr=200$  anni relativa  
 alla zona interessata da allagamento "indiretto"

SEZIONE TERRENO		Z <sub>w</sub> 200		H200
SEZ_H	0.000	sez_H	0.000	0.26
31.99	316.29	31.99	316.28	---
32.49	316.26	32.49	316.25	---
32.99	316.18	32.99	316.21	0.03
33.49	316.10	33.49	316.18	0.08
33.99	316.02	33.99	316.15	0.13
34.49	315.93	34.49	316.12	0.19
34.99	315.84	34.99	316.08	0.24
35.49	315.79	35.49	316.05	0.26
35.99	315.77	35.99	316.03	0.25
36.49	315.78	36.49	316.02	0.24
36.99	315.79	36.99	316.02	0.23
37.49	315.78	37.49	316.02	0.23
37.99	315.78	37.99	316.01	0.24
38.49	315.78	38.49	316.01	0.23
38.99	315.78	38.99	316.01	0.23
39.49	315.77	39.49	316.00	0.23
39.99	315.78	39.99	316.00	0.22
40.49	315.78	40.49	315.99	0.21
40.99	315.78	40.99	315.99	0.21
41.49	315.76	41.49	315.99	0.22
41.99	315.76	41.99	315.98	0.23
42.49	315.75	42.49	315.98	0.23
42.99	315.75	42.99	315.98	0.23
43.49	315.79	43.49	315.97	0.18
43.99	315.89	43.99	315.97	0.08
44.49	315.98	44.49	315.96	---
44.99	316.05	44.99	315.96	---
45.49	316.09	45.49	315.96	---
45.99	316.11	45.99	315.95	---



H200 = ALTEZZA CRITICA

	L <sub>STRAM</sub>	H200	VK	Q
	[m]	[m]	[m/s]	[m <sup>3</sup> /s]
H	11.00	0.26	1.59	4.506
I	10.50	0.31	1.73	5.574

SEZIONE TERRENO		Z <sub>w</sub> 200		H200
SEZ_I	0.000	sez_I	0.000	0.31
32.99	316.23	32.99	316.02	---
33.49	316.10	33.49	316.02	---
33.99	315.97	33.99	316.02	0.04
34.49	315.85	34.49	316.01	0.16
34.99	315.73	34.99	316.01	0.28
35.49	315.70	35.49	316.01	0.31
35.99	315.70	35.99	316.00	0.30
36.49	315.72	36.49	316.00	0.28
36.99	315.74	36.99	315.99	0.26
37.49	315.75	37.49	315.99	0.24
37.99	315.76	37.99	315.99	0.22
38.49	315.77	38.49	315.98	0.22
38.99	315.76	38.99	315.98	0.22
39.49	315.73	39.49	315.98	0.24
39.99	315.71	39.99	315.97	0.26
40.49	315.70	40.49	315.97	0.27
40.99	315.70	40.99	315.96	0.27
41.49	315.70	41.49	315.96	0.26
41.99	315.70	41.99	315.96	0.26
42.49	315.70	42.49	315.95	0.26
42.99	315.72	42.99	315.95	0.23
43.49	315.75	43.49	315.95	0.20
43.99	315.82	43.99	315.94	0.12
44.49	315.93	44.49	315.94	0.01
44.99	316.04	44.99	315.93	---
45.49	316.10	45.49	315.93	---
45.99	316.17	45.99	315.93	---
46.49	316.21	46.49	315.92	---
46.99	316.21	46.99	315.92	---

Fig.6: Ricostruzione dell'andamento plano-altimetrico in corrispondenza della strada di collegamento tra passerella Honnegger e svincolo superstrada (sezioni I ed H)

**RICOSTRUZIONE MECCANISMO ASSEGNAZIONE CLASSI DA DGR IX/2616/2011**

RICOSTRUZIONE MECCANISMO ASSEGNAZIONE CLASSI DA DGR IX/2616/2011											
AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO	CORSI D'ACQUA PRINCIPALI (RP definizione PGRA) FASCIATI e NON FASCIATI (TAB.1bis pag.25 - DGR IX/2616/2011) N.B. Dopo PGRA si applicano Norme per FASCIATI anche a NON FASCIATI										
<p><b>Aree allagabili Tr=20-50 anni</b> Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido</p>	<p style="text-align: center;"><b>FASCIA A (P3/H)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">ESTERNO CENTRO EDIFICATO</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">=&gt;</td> <td style="width: 10%; text-align: center;"><b>C4id</b></td> <td style="width: 15%;">art 29 PAI fascia A</td> <td style="width: 55%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">INTERNO CENTRO EDIFICATO</td> <td style="text-align: center;">=&gt;</td> <td style="text-align: center;">STUDI IDRAULICI secondo Allegato 4</td> <td></td> <td> <p>NOTA: Sempre C4 perché la FREQUENZA dell'EVENTO è tale che si può pensare ad ALTA</p> <p>=&gt; SE ALLAGAB. T20-T50 <b>H4 H3.2</b> =&gt; <b>R4</b> =&gt; <b>C4id</b> art 29 PAI fascia A</p> <p>=&gt; SE <b>NON</b> ALLAGAB. T20-T50 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">DA TRATTARE COME FASCIA B (vedi sotto)</span></p> </td> </tr> </table>	ESTERNO CENTRO EDIFICATO	=>	<b>C4id</b>	art 29 PAI fascia A		INTERNO CENTRO EDIFICATO	=>	STUDI IDRAULICI secondo Allegato 4		<p>NOTA: Sempre C4 perché la FREQUENZA dell'EVENTO è tale che si può pensare ad ALTA</p> <p>=&gt; SE ALLAGAB. T20-T50 <b>H4 H3.2</b> =&gt; <b>R4</b> =&gt; <b>C4id</b> art 29 PAI fascia A</p> <p>=&gt; SE <b>NON</b> ALLAGAB. T20-T50 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">DA TRATTARE COME FASCIA B (vedi sotto)</span></p>
ESTERNO CENTRO EDIFICATO	=>	<b>C4id</b>	art 29 PAI fascia A								
INTERNO CENTRO EDIFICATO	=>	STUDI IDRAULICI secondo Allegato 4		<p>NOTA: Sempre C4 perché la FREQUENZA dell'EVENTO è tale che si può pensare ad ALTA</p> <p>=&gt; SE ALLAGAB. T20-T50 <b>H4 H3.2</b> =&gt; <b>R4</b> =&gt; <b>C4id</b> art 29 PAI fascia A</p> <p>=&gt; SE <b>NON</b> ALLAGAB. T20-T50 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">DA TRATTARE COME FASCIA B (vedi sotto)</span></p>							
<p><b>Aree allagabili Tr=100-200 anni</b> Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche</p>	<p style="text-align: center;"><b>FASCIA B (P2/M)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">ESTERNO CENTRO EDIFICATO</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">=&gt;</td> <td style="width: 10%; text-align: center;"><b>C3id</b></td> <td style="width: 15%;">art 30 PAI fascia B</td> <td style="width: 55%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">INTERNO CENTRO EDIFICATO</td> <td style="text-align: center;">=&gt;</td> <td style="text-align: center;">STUDI IDRAULICI secondo Allegato 4</td> <td></td> <td> <p>=&gt; DANNO POTENZIALE D4 <b>H4 H3.2</b> =&gt; <b>R4</b> =&gt; <b>C4id</b> art 29 PAI fascia A <b>H31</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id/2</b> art 30 PAI fascia B <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B</p> <p>=&gt; DANNO POTENZIALE D3 <b>H4</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id/2</b> art 30 PAI fascia B <b>H3</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2 R1</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B</p> </td> </tr> </table>	ESTERNO CENTRO EDIFICATO	=>	<b>C3id</b>	art 30 PAI fascia B		INTERNO CENTRO EDIFICATO	=>	STUDI IDRAULICI secondo Allegato 4		<p>=&gt; DANNO POTENZIALE D4 <b>H4 H3.2</b> =&gt; <b>R4</b> =&gt; <b>C4id</b> art 29 PAI fascia A <b>H31</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id/2</b> art 30 PAI fascia B <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B</p> <p>=&gt; DANNO POTENZIALE D3 <b>H4</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id/2</b> art 30 PAI fascia B <b>H3</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2 R1</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B</p>
ESTERNO CENTRO EDIFICATO	=>	<b>C3id</b>	art 30 PAI fascia B								
INTERNO CENTRO EDIFICATO	=>	STUDI IDRAULICI secondo Allegato 4		<p>=&gt; DANNO POTENZIALE D4 <b>H4 H3.2</b> =&gt; <b>R4</b> =&gt; <b>C4id</b> art 29 PAI fascia A <b>H31</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id/2</b> art 30 PAI fascia B <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B</p> <p>=&gt; DANNO POTENZIALE D3 <b>H4</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id/2</b> art 30 PAI fascia B <b>H3</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2 R1</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B</p>							
<p><b>Aree allagabili Tr=500 anni</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>FASCIA C (P1/L)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">ESTERNO CENTRO EDIFICATO</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">=&gt;</td> <td style="width: 10%; text-align: center;"><b>C2id</b> o <b>C2id/2</b></td> <td style="width: 15%;">art 31 PAI fascia C</td> <td style="width: 55%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">INTERNO CENTRO EDIFICATO</td> <td style="text-align: center;">=&gt;</td> <td style="text-align: center;">STUDI IDRAULICI secondo Allegato 4</td> <td></td> <td> <p>=&gt; ATTUALM. <b>NON</b> ALLAGAB. T200 <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2 R1</b> =&gt; <b>C2id</b> art 31 PAI fascia C</p> <p>=&gt; ATTUALM. ALLAGAB. T200 (IDEM FASCIA B) =&gt; DANNO POTENZIALE D4 <b>H4 H3.2</b> =&gt; <b>R4</b> =&gt; <b>C4id</b> art 29 PAI fascia A <b>H31</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id/2</b> art 30 PAI fascia B <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B</p> <p>=&gt; DANNO POTENZIALE D3 <b>H4</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id/2</b> art 30 PAI fascia B <b>H3</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2 R1</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B</p> </td> </tr> </table>	ESTERNO CENTRO EDIFICATO	=>	<b>C2id</b> o <b>C2id/2</b>	art 31 PAI fascia C		INTERNO CENTRO EDIFICATO	=>	STUDI IDRAULICI secondo Allegato 4		<p>=&gt; ATTUALM. <b>NON</b> ALLAGAB. T200 <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2 R1</b> =&gt; <b>C2id</b> art 31 PAI fascia C</p> <p>=&gt; ATTUALM. ALLAGAB. T200 (IDEM FASCIA B) =&gt; DANNO POTENZIALE D4 <b>H4 H3.2</b> =&gt; <b>R4</b> =&gt; <b>C4id</b> art 29 PAI fascia A <b>H31</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id/2</b> art 30 PAI fascia B <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B</p> <p>=&gt; DANNO POTENZIALE D3 <b>H4</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id/2</b> art 30 PAI fascia B <b>H3</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2 R1</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B</p>
ESTERNO CENTRO EDIFICATO	=>	<b>C2id</b> o <b>C2id/2</b>	art 31 PAI fascia C								
INTERNO CENTRO EDIFICATO	=>	STUDI IDRAULICI secondo Allegato 4		<p>=&gt; ATTUALM. <b>NON</b> ALLAGAB. T200 <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2 R1</b> =&gt; <b>C2id</b> art 31 PAI fascia C</p> <p>=&gt; ATTUALM. ALLAGAB. T200 (IDEM FASCIA B) =&gt; DANNO POTENZIALE D4 <b>H4 H3.2</b> =&gt; <b>R4</b> =&gt; <b>C4id</b> art 29 PAI fascia A <b>H31</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id/2</b> art 30 PAI fascia B <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B</p> <p>=&gt; DANNO POTENZIALE D3 <b>H4</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id/2</b> art 30 PAI fascia B <b>H3</b> =&gt; <b>R3</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B <b>H2 H1</b> =&gt; <b>R2 R1</b> =&gt; <b>C3id</b> art 30 PAI fascia B</p>							

Fig. 7: Schema metodologico utilizzato per l'attribuzione delle classi di fattibilità geologica nelle aree potenzialmente interessate dalle esondazioni del F.Serio

## **TABELLE**

Tab. 1: Studio Autorità di bacino: Livelli di piena nel tratto di interesse (stralcio tabelle elaborato 3.3.3.3/1/1R: ANALISI IDRAULICA- Relazione descrittiva)

Tab. 2: Studio Autorità di bacino: Caratteristiche idrauliche della corrente del F: Serio per Tr=200 anni nel tratto di interesse (stralcio tabelle elaborato 3.3.2.2/1/1R: ANALISI IDRAULICA - Relazione descrittiva e di analisi)

	Stato attuale T=20-500 anni									assetto di progetto	
	Codice	Progressiva	Quota del fondo	Z20	Q20	Z200	Q200	Z500	Q500	Z200	Z500
	Sezione	[m]	[m slm]	[m slm]	[m <sup>3</sup> /s]	[m slm]	[m <sup>3</sup> /s]	[m slm]	[m <sup>3</sup> /s]	[m slm]	[m slm]
133	133	47313.68	325.10	327.41	443.5	328.33	740.8	328.8	889.4	328.33	328.79
132	132	47565.04	322.20	326.03	444.0	327.26	741.7	327.83	890.6	327.26	327.82
131	131M	47757.33	-	325.37	444.4	326.75	742.5	327.34	891.5	326.74	327.34
	131	47762.33	321.39	325.14	444.4	326.45	742.5	326.99	891.5	326.45	327
	131V	47767.33	-	325.27	444.5	326.62	742.5	327.2	891.5	326.62	327.2
130	130M	47774.34	-	325.25	444.5	326.57	742.6	327.14	891.6	326.57	327.14
	130	47779.34	320.31	324.25	444.5	325.3	742.6	325.72	891.6	325.3	325.72
	130V	47784.34	-	324.77	444.5	323.87	742.6	324.16	891.7	323.87	324.16
129	129M	47887.00	-	323.97	445.0	324.69	743.4	325.01	892.6	324.69	325.01
	129	47888.15	322.20	323.91	445.0	324.62	743.4	324.94	892.6	324.62	324.94
	129S	47890.00	-	318.46	445.0	318.86	743.4	319.05	892.6	318.86	319.05
	129V	47891.00	-	320.65	445.0	318.21	743.4	318.4	892.6	318.21	318.4
128	128	48339.95	313.87	319.63	445.7	319.77	744.7	320.15	894.2	319.77	320.11
127_1	127_1	48365.64	-	319.61	445.7	320.01	744.8	320.19	894.2	320.01	320.19
127_I	127_I1	48437.03	-	319.36	445.9	319.78	745.1	319.97	894.6	319.78	319.97
	127_I2	48508.41	-	318.97	446.1	319.42	745.4	319.64	895.0	319.42	319.63
	127_I3	48579.80	-	318.21	446.3	318.85	745.8	319.12	895.4	318.85	319.08
127	127	48651.19	313.31	317.43	446.5	318.25	746.1	318.22	895.8	318.25	318.57
126	126M	48941.44	-	315.78	447.0	316.6	747.0	317.35	897.0	316.59	316.89
	126	48946.44	313.04	315.34	447.0	316.42	747.0	316.77	897.0	316.42	316.77
	126V	48951.44	-	315.21	447.1	316.03	747.0	316.43	897.1	316.03	316.43
125	125M	49101.00	-	314.12	447.4	314.49	747.7	314.65	897.9	314.49	314.65
	125	49102.36	312.80	314.14	447.5	314.5	747.7	314.66	897.9	314.5	314.66
	125S	49117.00	-	308.15	447.5	308.41	747.8	308.56	898.0	308.41	308.54
	125SO	49120.00	-	308.16	447.5	308.43	747.8	308.57	898.0	308.43	308.55
	125S2	49122.00	-	308.17	447.5	308.43	747.9	308.58	898.1	308.43	308.56
	125S2V	49125.00	-	309.26	447.5	310.35	747.9	310.59	898.1	310.35	310.59
	125V	49127.00	-	309.26	447.5	310.35	747.9	310.59	898.1	310.35	310.59
124	124	49235.77	304.95	308.31	447.9	309.04	748.5	309.13	898.8	309.04	309.13
123	123	49599.51	303.17	306.77	448.4	307.61	749.5	307.98	900.0	307.61	307.98
122	122	49733.35	302.26	305.61	448.9	306.35	750.3	306.69	901.0	306.35	306.69
121_1	121_1M	49972.65	-	304.38	449.4	305.44	751.2	305.86	902.1	305.43	305.86
	121_1	49977.65	301.48	303.88	449.4	304.66	751.2	305.05	902.2	304.66	305.05
	121_1V	49982.65	-	304.09	449.4	304.1	751.2	304.41	902.2	304.11	304.41
121	121	50281.50	300.44	303.01	450.0	303.93	752.3	304.38	903.5	303.93	304.38
120	120	50584.78	298.00	302.51	450.5	303.74	753.2	304.26	904.5	303.74	304.26
119_1	119_1	50661.94	297.52	301.15	450.8	302.35	753.8	302.69	905.2	302.35	302.69
119	119	50877.40	294.99	299.87	451.2	301.2	754.2	301.72	905.8	301.18	301.7
118	118	51073.76	295.12	299.55	451.6	301.07	754.7	301.59	906.3	300.94	301.44
117_1	117_1	51145.00	294.65	298.24	451.8	299.73	755.0	300.07	906.8	299.73	300.08
117	117M	51238.62	-	298.42	452.0	299.45	755.3	299.99	907.2	299.46	299.98
	117	51243.62	293.56	298.03	452.0	298.55	755.3	298.58	907.2	298.55	298.71
	117V	51248.62	-	298.28	452.0	299.12	755.4	297.34	907.2	299.12	299.49
116	116M	51287.00	-	297.74	452.1	298.43	755.5	298.62	907.4	298.43	298.74
	116	51288.53	296.00	297.67	452.1	298.35	755.5	298.53	907.4	298.35	298.66
	116_1	51294.78	-	295.64	452.1	296.12	755.5	296.40	907.4	296.12	296.34
	116_2	51301.03	-	294.20	452.1	294.61	755.5	294.84	907.4	294.62	294.81
	116_3	51307.28	-	292.84	452.1	293.21	755.5	293.41	907.4	293.21	293.39
	116_4	51313.53	-	294.73	452.1	291.84	755.5	292.02	907.4	291.84	292.01
	116V	51314.00	-	294.72	452.1	291.85	755.5	292.02	907.4	291.85	292.01
115	115	51357.11	290.98	294.01	452.2	293.63	755.7	293.89	907.6	293.63	293.84
114	114	51542.23	289.32	292.46	452.4	293.39	756.0	293.75	908.0	293.39	293.75
113	113	51737.92	287.43	290.92	452.6	291.70	756.4	292.02	908.5	291.70	292.01
112_1	112_1	51982.64	285.99	289.11	452.9	289.90	756.8	290.51	908.9	289.90	290.51
112	112	51998.38	286.12	289.36	452.9	290.43	756.8	290.96	908.9	290.43	290.96
111	111	52288.54	284.29	288.33	453.2	289.20	757.5	289.56	909.7	289.20	289.56
110_1	110_1M	52811.00	-	286.66	453.7	287.28	758.2	287.55	910.5	287.28	287.54
	110_1	52812.30	285.06	286.60	453.7	287.21	758.2	287.47	910.5	287.21	287.47
	110_1S	52814.00	-	281.20	453.7	281.54	758.2	281.70	910.5	281.54	281.70
	110_1V	52815.00	-	281.20	453.7	281.54	758.2	281.70	910.5	281.55	281.70
	110_1I	52863.46	-	280.81	453.8	281.06	758.4	281.18	910.7	281.06	281.19
110_I2	110_I2	52911.92	-	281.22	453.9	281.87	758.5	282.12	911.0	281.87	282.12
110	110	52960.38	278.43	281.03	454.0	281.69	758.7	281.96	911.2	281.69	281.96

Tab.1 - Studio Autorità Bacino: Livelli di piena del F.Serio nel tratto di interesse  
(stralcio tabelle elaborato 3.3.3.3/1R: ANALISI IDRAULICA- Relazione descrittiva)

Codice	ProgR.	Quota di pelo libero	Carico Totale	Tirante	Quota del fondo	Vel. media	Num. di Froude	Cadente	Portata al colmo	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Sezione	X (m)	Y (m slm)	H (m slm)	h (m)	z (m slm)	U (m/s)	F	Sf	Q (m3/s)	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
133	47313.68	<b>328.33</b>	328.55	3.23	325.10	2.11	0.42	0.00329	740.80	<b>0.12</b>	<b>2.11</b>	<b>0.17</b>				
132	47565.04	<b>327.26</b>	327.72	5.06	322.20	3.01	0.52	0.00332	741.70	<b>3.01</b>						
131M	47757.33	<b>326.75</b>	327.17	5.36	321.39	2.88	0.45	0.00244	742.50	<b>2.88</b>						
131	47762.33	<b>326.45</b>	327.09	5.06	321.39	3.54	0.00	0.00090	742.50	<b>3.29</b>	<b>3.08</b>	<b>3.93</b>				
131V	47767.33	<b>326.62</b>	327.07	5.23	321.39	2.97	0.47	0.00268	742.50	<b>2.97</b>						
130M	47774.34	<b>326.57</b>	327.05	6.26	320.31	3.06	0.47	0.00284	742.60	<b>3.06</b>						
130	47779.34	<b>325.30</b>	326.87	4.99	320.31	5.48	1.00	0.00275	742.60	<b>1.81</b>	<b>4.76</b>	<b>4.58</b>	<b>6.22</b>			
130V	47784.34	<b>323.87</b>	326.71	3.56	320.31	7.47	1.64	0.04091	742.60	<b>7.47</b>						
129M	47887.00	<b>324.69</b>	325.85	2.56	322.13	4.77	0.96	0.00238	743.40	<b>4.77</b>						
129	47888.15	<b>324.62</b>	325.85	2.49	322.13	4.90	1.00	0.00261	743.40	<b>4.90</b>						
129S	47890.00	<b>318.86</b>	324.04	1.23	317.63	10.08	2.95	0.02734	743.40	<b>10.08</b>						
129V	47891.00	<b>318.21</b>	324.01	1.90	316.31	10.66	3.10	0.03034	743.40	<b>10.66</b>						
128	48339.95	<b>319.77</b>	320.87	5.90	313.87	4.32	1.00	0.00754	744.70	<b>4.32</b>	<b>4.32</b>	<b>4.32</b>				
127_1	48365.64	<b>320.01</b>	320.23	5.27	314.74	1.82	0.64	0.00368	744.80	<b>2.04</b>	<b>0.04</b>	<b>3.61</b>	<b>0.05</b>	<b>1.23</b>		
127_I1	48437.03	<b>319.78</b>	319.94	5.27	314.51	1.78	0.52	0.00434	745.10	<b>1.78</b>						
127_I2	48508.41	<b>319.42</b>	319.62	5.14	314.28	2.01	0.54	0.00450	745.40	<b>2.01</b>						
127_I3	48579.80	<b>318.85</b>	319.20	4.81	314.04	2.64	0.69	0.00728	745.80	<b>2.64</b>						
127	48651.19	<b>318.25</b>	318.77	4.94	313.31	3.12	0.81	0.00418	746.10	<b>0.54</b>	<b>3.56</b>	<b>2.04</b>				
126M	48941.44	<b>316.60</b>	317.20	3.56	313.04	3.39	0.75	0.00666	747.00	<b>0.45</b>	<b>3.49</b>					
126	48946.44	<b>316.42</b>	317.15	3.38	313.04	3.80	0.87	0.01109	747.00	<b>3.80</b>						
126V	48951.44	<b>316.03</b>	317.07	2.99	313.04	4.51	1.00	0.01393	747.00	<b>0.20</b>	<b>4.51</b>					
125M	49101.00	<b>314.49</b>	315.94	1.71	312.78	5.35	1.37	0.00548	747.70	<b>5.35</b>						
125	49102.36	<b>314.50</b>	315.94	1.72	312.78	5.32	1.36	0.00538	747.70	<b>5.32</b>						
125S	49117.00	<b>308.41</b>	314.28	0.91	307.50	10.73	3.83	0.05229	747.80	<b>10.73</b>						
125SO	49120.00	<b>308.43</b>	314.13	0.93	307.50	10.58	3.75	0.04990	747.80	<b>10.58</b>						
125S2	49122.00	<b>308.43</b>	314.03	0.93	307.50	10.48	3.70	0.04838	747.90	<b>10.48</b>						
125S2V	49125.00	<b>310.35</b>	310.45	5.75	304.60	1.40	0.19	0.00008	747.90	<b>1.40</b>						
125V	49127.00	<b>310.35</b>	310.45	5.75	304.60	1.40	0.19	0.00008	747.90	<b>1.40</b>						
124	49235.77	<b>309.04</b>	310.07	4.10	304.95	4.50	0.87	0.00684	748.50	<b>0.16</b>	<b>4.50</b>	<b>0.13</b>				
123	49599.51	<b>307.61</b>	308.15	4.44	303.17	3.24	0.63	0.00352	749.50	<b>3.24</b>						
122	49733.35	<b>306.35</b>	307.52	4.09	302.26	4.79	1.00	0.00938	750.30	<b>4.79</b>						
121_1M	49972.65	<b>305.44</b>	306.03	3.95	301.48	3.42	0.63	0.00354	751.20	<b>0.03</b>	<b>3.42</b>	<b>0.06</b>				
121_1	49977.65	<b>304.66</b>	305.89	3.18	301.48	4.84	1.00	0.00265	751.20	<b>4.84</b>	<b>4.84</b>	<b>4.84</b>	<b>4.84</b>	<b>4.84</b>		
121_1V	49982.65	<b>304.10</b>	305.83	2.62	301.48	5.82	1.27	0.01576	751.20	<b>5.82</b>	<b>5.82</b>	<b>5.82</b>				
121	50281.50	<b>303.93</b>	304.23	3.49	300.44	2.40	0.49	0.00220	752.30	<b>0.54</b>	<b>2.40</b>	<b>0.18</b>				
120	50584.78	<b>303.74</b>	303.81	5.74	298.00	1.11	0.23	0.00026	753.20	<b>0.78</b>	<b>1.31</b>	<b>0.93</b>				
119_1	50661.94	<b>302.35</b>	303.68	4.83	297.52	4.95	1.00	0.00623	753.80	<b>2.11</b>	<b>0.24</b>	<b>5.50</b>	<b>0.20</b>	<b>2.21</b>		
119	50877.40	<b>301.20</b>	301.53	6.21	294.99	2.09	0.61	0.00209	754.20	<b>0.43</b>	<b>3.43</b>					
118	51073.76	<b>301.07</b>	301.21	5.96	295.11	1.32	0.32	0.00103	754.70	<b>0.48</b>	<b>2.41</b>	<b>0.02</b>				
117_1	51145.00	<b>299.73</b>	301.06	5.08	294.65	4.95	1.00	0.00610	755.00	<b>4.95</b>	<b>4.95</b>	<b>4.95</b>	<b>4.95</b>	<b>4.95</b>		
117M	51238.62	<b>299.45</b>	299.87	5.89	293.56	2.86	0.47	0.00186	755.30	<b>0.14</b>	<b>2.86</b>	<b>0.08</b>				
117	51243.62	<b>298.55</b>	299.74	4.99	293.56	4.77	0.84	0.00196	755.30	<b>3.66</b>	<b>4.21</b>	<b>4.39</b>	<b>5.60</b>			
117V	51248.62	<b>299.12</b>	299.62	5.56	293.56	3.14	0.54	0.00247	755.40	<b>0.14</b>	<b>3.14</b>	<b>0.15</b>				
116M	51287.00	<b>298.43</b>	299.53	2.43	296.00	4.64	0.95	0.00236	755.50	<b>4.64</b>						
116	51288.53	<b>298.35</b>	299.52	2.35	296.00	4.80	1.00	0.00262	755.50	<b>4.80</b>						
116_1	51294.78	<b>296.12</b>	299.45	1.40	294.72	8.09	2.19	0.01442	755.50	<b>8.09</b>						
116_2	51301.03	<b>294.61</b>	299.33	1.17	293.44	9.61	2.84	0.02543	755.50	<b>9.61</b>						
116_3	51307.28	<b>293.21</b>	299.13	1.05	292.16	10.78	3.37	0.03705	755.50	<b>10.78</b>						
116_4	51313.53	<b>291.84</b>	298.86	0.96	290.88	11.73	3.83	0.04901	755.50	<b>11.73</b>						
116V	51314.00	<b>291.85</b>	298.84	0.97	290.88	11.71	3.82	0.04873	755.50	<b>11.71</b>						
115	51357.11	<b>293.63</b>	296.52	2.65	290.98	7.42	1.89	0.03043	755.70	<b>7.42</b>	<b>7.42</b>	<b>7.42</b>				
114	51542.23	<b>293.39</b>	294.64	4.07	289.32	4.95	1.00	0.00828	756.00	<b>0.06</b>	<b>4.96</b>	<b>0.16</b>	<b>0.03</b>			
113	51737.92	<b>291.70</b>	293.00	4.27	287.43	5.06	0.95	0.00791	756.40	<b>0.04</b>	<b>5.06</b>	<b>0.23</b>				
112_1	51982.64	<b>289.90</b>	291.02	3.91	285.99	4.65	0.95	0.00864	756.80	<b>4.46</b>	<b>3.32</b>	<b>5.19</b>	<b>0.08</b>	<b>4.13</b>		
112	51998.38	<b>290.43</b>	290.89	4.32	286.12	2.97	0.55	0.00264	756.80	<b>2.97</b>						

Tab.2: caratteristiche idrauliche della corrente del F.Serio per Tr=200 anni nel tratto di interesse (stralcio Studio Autorità Bacino elaborato 3.3.2.2/1R: ANALISI IDRAULICA- Relazione descrittiva e di analisi)

Codice	ProgR.	Quota di pelo libero	Carico Totale	Tirante	Quota del fondo	Vel. media	Num. di Froude	Cadente	Portata al colmo	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Sezione	X (m)	Y (m slm)	H (m slm)	h (m)	z (m slm)	U (m/s)	F	Sf	Q (m3/s)	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
111	52288.54	<b>289.20</b>	289.98	4.91	284.29	3.93	0.66	0.00357	757.50	<b>3.93</b>	<b>0.03</b>					
110_1M	52811.00	<b>287.28</b>	288.22	2.25	285.03	4.28	0.95	0.00237	758.20	<b>4.28</b>						
110_1	52812.30	<b>287.21</b>	288.21	2.18	285.03	4.43	1.00	0.00264	758.20	<b>4.43</b>						
110_1S	52814.00	<b>281.54</b>	286.32	1.05	280.49	9.68	3.09	0.03084	758.20	<b>9.68</b>						
110_1V	52815.00	<b>281.54</b>	286.29	1.05	280.49	9.64	3.07	0.03049	758.20	<b>9.64</b>						
110_1I	52863.46	<b>281.06</b>	283.90	1.34	279.72	7.46	2.31	0.06300	758.40	<b>7.46</b>	<b>7.46</b>	<b>7.46</b>				
110_12	52911.92	<b>281.87</b>	282.53	2.75	279.12	3.59	0.80	0.00600	758.50	<b>0.05</b>	<b>3.59</b>	<b>0.16</b>				
110	52960.38	<b>281.69</b>	282.26	3.26	278.43	3.34	0.73	0.00472	758.70	<b>0.11</b>	<b>3.34</b>	<b>0.30</b>				
109_1M	53271.79	<b>280.86</b>	281.18	4.11	276.75	2.47	0.50	0.00214	759.20	<b>0.05</b>	<b>2.47</b>	<b>0.02</b>				
109_1	53276.79	<b>280.17</b>	281.07	3.42	276.75	4.10	1.00	0.00308	759.20	<b>24.27</b>	<b>32.03</b>	<b>64.30</b>	<b>83.27</b>	<b>4.10</b>	<b>4.10</b>	<b>4.10</b>
109_1V	53281.79	<b>280.54</b>	280.95	3.79	276.75	2.85	0.62	0.00342	759.20	<b>0.05</b>	<b>2.85</b>	<b>0.02</b>				
109	53589.59	<b>279.19</b>	279.79	4.33	274.86	3.45	0.68	0.00411	759.80	<b>0.08</b>	<b>3.45</b>	<b>0.18</b>				
108_2M	53940.00	<b>277.66</b>	278.43	2.03	275.63	3.83	0.99	0.00250	760.50	<b>3.95</b>	<b>0.27</b>					
108_2	53940.81	<b>277.65</b>	278.43	2.02	275.63	3.84	1.00	0.00254	760.50	<b>3.84</b>	<b>3.84</b>					
108_2S	53942.00	<b>274.05</b>	277.81	1.10	272.95	8.59	3.00	0.03051	760.50	<b>8.59</b>	<b>8.59</b>					
108_2V	53943.00	<b>274.05</b>	277.78	1.10	272.95	8.55	2.99	0.03044	760.50	<b>8.55</b>	<b>8.55</b>					
108_1M	54224.08	<b>274.96</b>	275.30	4.42	270.54	2.56	0.46	0.00171	760.90	<b>0.08</b>	<b>2.56</b>	<b>0.05</b>				
108_1	54229.08	<b>274.83</b>	275.25	4.29	270.54	2.84	0.52	0.00072	761.00	<b>2.44</b>	<b>3.06</b>	<b>2.89</b>				
108_1V	54234.08	<b>274.89</b>	275.24	4.35	270.54	2.64	0.48	0.00187	761.00	<b>0.25</b>	<b>0.07</b>	<b>2.64</b>	<b>0.04</b>			
108M	54311.15	<b>274.30</b>	275.05	6.12	268.18	3.83	0.63	0.00312	761.30	<b>3.83</b>						
108	54316.15	<b>273.33</b>	274.88	5.15	268.18	5.41	1.00	0.00290	761.30	<b>5.41</b>	<b>5.41</b>	<b>5.41</b>				
108V	54321.15	<b>272.70</b>	274.82	4.52	268.18	6.44	1.31	0.01519	761.30	<b>6.44</b>						
107	54525.81	<b>272.76</b>	273.46	3.48	269.28	3.69	0.73	0.00661	761.70	<b>0.61</b>	<b>3.69</b>					
106_1M	54777.40	<b>271.66</b>	272.15	4.69	266.97	3.08	0.55	0.00375	762.00	<b>3.08</b>						
106_1	54782.40	<b>270.80</b>	272.01	3.83	266.97	4.77	1.00	0.00299	762.00	<b>5.54</b>	<b>3.06</b>	<b>2.87</b>	<b>3.61</b>	<b>4.92</b>		
106_1V	54787.40	<b>271.16</b>	271.84	4.19	266.97	3.65	0.70	0.00647	762.10	<b>3.65</b>						
106	54867.52	<b>270.64</b>	271.34	4.21	266.43	3.70	0.70	0.00592	762.50	<b>0.02</b>	<b>3.70</b>	<b>0.18</b>				
105	55345.13	<b>268.56</b>	269.16	4.51	264.05	3.43	0.62	0.00320	763.00	<b>0.35</b>	<b>3.43</b>					
104_1	55509.49	<b>268.36</b>	268.76	5.38	262.98	2.83	0.44	0.00151	763.60	<b>2.83</b>						
104	55896.54	<b>266.71</b>	267.70	5.99	260.72	4.40	0.71	0.00399	764.30	<b>4.40</b>	<b>0.73</b>					

Tab.2: caratteristiche idrauliche della corrente del F.Serio per Tr=200 anni nel tratto di interesse (stralcio Studio Autorità Bacino elaborato 3.3.2.2/11R: ANALISI IDRAULICA- Relazione descrittiva e di analisi)