

AUTORITA' di BACINO del RENO

**Piano Stralcio
per l'Assetto Idrogeologico**

art.1 c.1 L.3.08.98 n.267 e s.m.i.

II - RISCHIO IDRAULICO E ASSETTO RETE IDROGRAFICA

II.1 - BACINO DEL FIUME RENO

RELAZIONE

**Il Presidente
dell'Autorità di Bacino del Reno**

Prof. Marioluigi Bruschini

Il Progettista

Dott.Ing. Lorenza Zamboni

**Il Segretario Generale
dell'Autorità di Bacino del Reno**

Dott. Ferruccio Melloni

Bologna, 6 dicembre 2002

Alla redazione del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico – Rischio idraulico e assetto rete idrografica – Bacino del Fiume Reno hanno partecipato:

Progettista: Ing. Lorenza Zamboni, della Segreteria tecnica Autorità di Bacino Reno.

Coordinatore del Progetto di Piano: Dott. Stefano Ramazza, già componente della Segreteria tecnica Autorità di Bacino Reno.

Collaboratore: Ing. Enrico Garuti.

Le elaborazioni grafiche e dei dati sono state eseguite, mediante il sistema informativo geografico “MapInfo”, dai Geom. Antonio Montanari e Rosaria Pizzonia della Segreteria tecnica Autorità di Bacino Reno.

Gli studi idrologici ed idraulici svolti preliminarmente sono i seguenti:

Autorità di Bacino del Reno

“Studio idraulico del fiume Reno dalla Chiusa di Casalecchio a Ponte del Gallo e dei torrenti Samoggia da Bazzano allo sfocio in Reno e Lavino da Ponte Rivabella a sfocio in Samoggia. Verifica delle condizioni di deflusso in piena e proposte di intervento”.

a cura di Università degli Studi di Bologna. Facoltà di Ingegneria. DISTART
Bologna, febbraio 1997.

Autorità di Bacino del Reno

“Generazione di idrogrammi di piena nel bacino del Fiume Reno chiuso a Casalecchio”.

a cura di Ing. Rosa Vignoli
Bologna, 1998.

Autorità di Bacino del Reno

“Studio idraulico del Fiume Reno a valle del ponte del Gallo”.

a cura di Ing. Giuseppe Menna.
Bologna, giugno 1999

Autorità di Bacino del Reno

“Studio idraulico del fiume Reno da Ponte della Venturina alla Chiusa di Casalecchio”.

a cura dell’Ing. Lorenza Zamboni, Segreteria Tecnica Autorità di Bacino Reno.
Bologna, aprile 2001.

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	OBBIETTIVI	5
3	AMBITI TERRITORIALI NORMATI E METODO DI LORO DEFINIZIONE	6
3.1	Alveo attivo e reticolo idrografico	7
3.2	Aree ad alta probabilità di inondazione	8
3.3	Aree per la realizzazione degli interventi strutturali	9
3.4	Fasce di pertinenza fluviale montana e di pianura	9
3.5	Bacino imbrifero di pianura e pedecollinare	11
4	DEFINIZIONE DI RISCHIO IDRAULICO E METODO DI VALUTAZIONE	13
5	CLASSIFICAZIONE DEI CORSI D'ACQUA	15
6	CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E MORFOLOGICHE DEL SISTEMA	23
6.1	Bacino principale del fiume Reno	23
6.2	Tratto montano del fiume Reno	24
6.3	Tratto vallivo del fiume Reno	25
6.4	Eventi di piena significativi negli ultimi cento anni	26
6.5	Sistemi di monitoraggio idro-meteorologico	28
7	SINTESI DEGLI STUDI IDROLOGICI E IDRAULICI	29
7.1	Descrizione degli elementi conoscitivi di base	29
7.2	I modelli matematici utilizzati	30
7.3	Dettaglio e precisione	30
7.4	Territorio del bacino montano del fiume Reno	31
7.4.1	Studio idrologico: valutazione delle onde di piena a prefissato tempo di ritorno.	31
7.4.2	Studio idraulico: valutazione delle condizioni di deflusso di piena da Ponte della Venturina alla Chiesa di Casalecchio.	32
7.5	Asta valliva del fiume Reno	33
7.5.1	Studio idraulico valutazione delle condizioni di deflusso di piena nell'asta del Reno dalla Chiesa di Casalecchio a Ponte del Gallo.	33

7.5.2	Studio idraulico: valutazione delle condizioni di deflusso di piena nell'asta del Reno da Ponte del Gallo allo sbarramento di Volta scirocco (prossimità foce).	34
7.6	Risultati delle simulazioni idrauliche	35
8	INDIVIDUAZIONE DELLE SITUAZIONI A RISCHIO IDRAULICO	37
8.1	Comportamento idraulico	37
8.1.1	Da Ponte della Venturina alla confluenza con il torrente Setta	37
8.1.2	Dalla confluenza con il torrente Setta alla Chiusa di Casalecchio di Reno	38
8.1.3	Dalla Chiusa di Casalecchio di Reno a Trebbo	38
8.1.4	Da Trebbo al ponte di Bagno di Piano	38
8.1.5	Dal ponte di Bagno all'opera Reno di presa dello scolmatore in Po	39
8.1.6	Dall'opera Reno al ponte del Gallo	39
8.1.7	Dal ponte del Gallo allo sfocio in mare	40
8.2	Aree a rischio idraulico	40
8.2.1	Rischio idraulico elevato e molto elevato	40
8.2.2	Altre aree a rischio	41
8.2.3	Infrastrutture interferenti il corpo idrico ed opere idrauliche	42
9	AZIONI PROPOSITIVE	44
10	TAVOLE C: PROFILI LONGITUDINALI DEL FIUME RENO PER PIENE CON TEMPO DI RITORNO 30-25 E 100-200 ANNI	45

1 INTRODUZIONE

Nel passaggio dal "Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini del fiume Reno e dei torrenti Idice, Sillaro e Santerno" al Piano vero proprio, l'istruttoria di analisi delle osservazioni e il recepimento del parere delle Regioni Toscana ed Emilia-Romagna hanno portato all'introduzione di nuovi elaborati cartografici e alla ridefinizione di alcuni degli approcci adottati nella perimetrazione degli ambiti territoriali.

In particolare, si è proceduto all'individuazione cartografica delle situazioni di rischio elevato e molto elevato, dell'ambito di applicazione dell'articolo 20 delle Norme ("Controllo degli apporti d'acqua") all'indicazione areale del territorio in base alla suddivisione PF.M. e PF.V. (fasce di pertinenza fluviale di monte e di valle) e all'introduzione di alcune modifiche importanti nei criteri di individuazione degli ambiti territoriali normati denominati nel Piano "Alveo attivo" e "Aree ad alta probabilità di inondazione", per il fiume Reno e i suoi affluenti montani e per il torrente Idice e i suoi affluenti. Ciò si è reso necessario sia per rendere più omogeneo, fra i vari fiumi, l'approccio adottato nella definizione della parte "Rischio Idraulico e Assetto della Rete idrografica", sia per soddisfare l'esigenza di maggiore chiarezza nelle definizioni di rischio idraulico e alta probabilità di inondazione e nella loro individuazione cartografica.

La fase di revisione del Piano ha consentito di estendere le perimetrazioni a tutti i corsi d'acqua più importanti del bacino montano del Reno valutando, mediante analisi geomorfologica, gli ambiti di alveo e pertinenza fluviale e sottraendoli, così, dal regime del criterio basato sulla distanza che presenta molti limiti, in special modo se applicato ai corsi d'acqua di una certa rilevanza. Tutti i corsi d'acqua principali e secondari, quindi, dispongono ora dell'indicazione dell'alveo e della pertinenza fluviale presentata nella cartografia di Piano a scala 1:5000.

In aggiunta, in risposta alla manifestata esigenza, soprattutto da parte dei Comuni, di poter disporre dei risultati idraulici come strumenti tecnici per poter applicare in autonomia le Norme di Piano, la presente relazione è stata integrata con tabelle contenenti i risultati finali degli studi idraulici relativi alle piene ad alta (T_R 25-50 anni) e moderata (T_R 100-200 anni) probabilità di inondazione, in termini di livelli e portate e, in allegato, con le tavole alla scala 1:25'000 di tutti i tratti sottoposti allo studio idraulico, contenenti l'indicazione delle linee di esondazione e dei sormonti per piene a moderata probabilità di inondazione, delle aree ad alta probabilità di inondazione e delle tracce delle sezioni trasversali del corso d'acqua utilizzate negli studi.

Nel Progetto di Piano Stralcio, non erano presenti alcune perimetrazioni relative al fiume Reno perché precedentemente incluse nel Piano di Bacino del torrente Samoggia. Si trattava della fascia di pertinenza fluviale, delle aree ad alta probabilità di inondazione in sinistra idraulica da Lippo di Calderara di Reno a Cento e dell'area di localizzazione interventi, alla confluenza del Samoggia in Reno, da destinare alla cassa di espansione denominata di "Bagnetto". Dopo essere state riesaminate e modificate alla luce del PSAI del fiume Reno, le sopracitate perimetrazioni vengono inserite nel Piano definitivo e sottratte al regime del Piano di Bacino del Samoggia con atto contemporaneo di Variante.

L'area individuata come ad alta probabilità di inondazione da Bagno di Piano a Cento, sia in destra che in sinistra Reno nel Piano di bacino del Samoggia e nel Progetto di PSAI del Reno, è

ora in sicurezza rispetto agli eventi di riferimento (T_R 25 anni) grazie alla conclusione degli interventi di rialzo arginale eseguiti dal Servizio Tecnico Bacino Reno (ex SPDS) sulla base degli studi idraulici e della programmazione degli interventi dell'Autorità di Bacino. I rialzi arginali sono stati individuati con l'obiettivo di contenere le piene ad alta probabilità di inondazione con condizioni omogenee di sicurezza lungo il tratto per i prossimi 20-30 anni, cioè tenendo conto dei futuri effetti della subsidenza, e di garantire un franco di sicurezza rispetto alla piena con tempo di ritorno di 100 anni in condizioni di progetto, ossia in relazione all'attuazione di tutti gli interventi pianificati: la realizzazione delle cinque casse di espansione (di cui tre golenali) di Trebbo, Barleda, Bonconvento, Boschetto, Bagnetto, della cassa delle Budrie sul Samoggia e delle opere necessarie a portare ad un pieno e sicuro funzionamento lo Scolmatore di Reno.

Si riporta nel seguito una sintesi del contenuto dei capitoli in cui si articola la relazione.

Il capitolo, 'Obiettivi', espone in sintesi le finalità perseguite nello svolgimento del lavoro di preparazione e redazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico: "Rischio idraulico e Assetto rete idrografica".

Nel capitolo 'Ambiti territoriali normati e metodo di loro definizione' si descrive l'approccio adottato nella pianificazione, relativamente al rischio idraulico e all'assetto della rete idrografica ed in particolare si espongono i criteri di perimetrazione degli ambiti territoriali in relazione agli obiettivi e agli strumenti del Piano di cui le Norme di Piano sono espressione.

Nel quarto capitolo viene data una definizione di rischio idraulico e una descrizione delle procedure adottate per la sua valutazione ai fini del Piano.

Nel quinto capitolo si riporta la classificazione del reticolo idrografico valida ai fini dell'applicazione delle Norme e i criteri sulla quale è stata basata, si fornisce, inoltre, una descrizione guida per l'individuazione delle fasce di pertinenza fluviale, delle aree ad alta probabilità di inondazione e dell'alveo, per tutti i corsi d'acqua principali e secondari e per ogni tratto omogeneo.

Il sesto capitolo fornisce una caratterizzazione del bacino montano e del sistema idraulico del Reno riassumendo i principali dati morfoaltimetrici del bacino, descrivendo il corso del Reno per tratti e presentando una sintesi degli eventi di piena significativi degli ultimi cento anni.

Nel settimo capitolo si presentano gli studi idrologici ed idraulici e si forniscono in forma tabellare i risultati di sintesi delle simulazioni idrauliche effettuate sul Reno.

Nel capitolo successivo, 'Individuazione delle situazioni a rischio idraulico', si fornisce una valutazione del comportamento idraulico del Reno e si individuano le situazioni di rischio.

Infine, nell'ultimo capitolo si individuano le linee guida da seguire per giungere all'adempimento degli obiettivi del Piano (art.2, Norme di Piano).

2 OBIETTIVI

Durante l'attività di lavoro che ha portato alla redazione del presente Piano nel titolo "Rischio idraulico e Assetto della rete idrografica", sono stati perseguiti i seguenti obiettivi.

- ◆ Acquisire una buona conoscenza del sistema oggetto del Piano:
 - caratterizzazione idrologica e geomorfologica del bacino montano,
 - caratterizzazione ambientale,
 - caratterizzazione del comportamento idraulico del fiume Reno.
- ◆ Individuare gli ambiti fluviali in relazione alla geomorfologia e alle condizioni idrauliche.
- ◆ Determinare l'incidenza sul territorio delle piene ad alta e moderata probabilità di inondazione tramite studi idraulici, relativamente all'asta maggiore.
- ◆ Evidenziare le situazioni a rischio idraulico elevato e valutare le condizioni di rischio di classe inferiore.
- ◆ Definire l'insieme degli interventi strutturali da attuare per la riduzione del rischio idraulico, in particolare per garantire condizioni di sicurezza del territorio insediato almeno fino a tempi di ritorno di 200 anni.
- ◆ Stilare un programma degli interventi, ordinato per scala di priorità.
- ◆ Perimetrare gli ambiti da normare ai fini del miglioramento e della tutela dell'assetto fluviale e per la riduzione del rischio idraulico:
 - **Alveo Attivo e Reticolo Idrografico**, come insieme degli alvei attivi,
 - **Aree ad Alta Probabilità di Inondazione**, per il solo fiume Reno da Ponte della Venturina alla foce,
 - **Aree per la Realizzazione degli Interventi Strutturali**,
 - **Fasce di Pertinenza Fluviale di Montana e di Pianura (o di Valle)**.
 - Bacino imbrifero di pianura e pedecollinare per il **Controllo degli Apporti d'Acqua**
- ◆ Restituire le elaborazioni attuate, definendo graficamente gli ambiti individuati e le situazioni di rischio elevato sulla Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:5'000 o 1:25'000.

3 AMBITI TERRITORIALI NORMATI E METODO DI LORO DEFINIZIONE

Il sistema fluviale e il territorio sono stati suddivisi in ambiti distinti di applicazione di norme d'uso diverse, al fine di garantire la salvaguardia dei corsi d'acqua, un assetto fluviale e della rete idrografica che consenta un libero deflusso delle acque e la riduzione del rischio idraulico.

Gli ambiti individuati sono i seguenti:

- **Alveo Attivo e Reticolo Idrografico**, come insieme degli alvei attivi,
- **Aree ad Alta Probabilità di Inondazione**, per il solo fiume Reno da Ponte della Venturina alla foce,
- **Aree per la Realizzazione degli Interventi Strutturali**,
- **Fasce di Pertinenza Fluviale Montana (PF.M.) e di Pianura (PF.V.)**,
- Bacino imbrifero di pianura e pedecollinare per il **Controllo degli Apporti d'Acqua**.

L'individuazione degli alvei attivi e delle fasce di pertinenza fluviale riveste una grande importanza per l'attuazione di politiche volte a garantire la sicurezza idraulica del territorio e il mantenimento o, ove necessario, il miglioramento di tutte le funzioni connesse al corso d'acqua; in ragione di ciò gli alvei attivi e le pertinenze fluviali sono stati definiti su tutto il reticolo idrografico montano e di pianura.

In aggiunta, lungo l'asta del fiume Reno si sono individuate le situazioni di rischio elevato e molto elevato, si sono perimetrate tutte le aree esposte a inondazioni per tempi di ritorno di 25-30 anni e si è indicata l'esondazione relativa a piene con T_R 100-200 anni (vedi tavole "B1"- "B6" in allegato). È dal Reno, infatti, che dipendono le condizioni di sicurezza idraulica di una vasta porzione del territorio di pianura compresa nei Comuni di Casalecchio di Reno, Bologna, Calderara di Reno, Castel Maggiore, Sala Bolognese, Argelato, S.Giorgio di Piano, S.Pietro in Casale, Castello d'Argile, S.Giovanni in Persiceto, Cento, Pieve di Cento, S. Agostino, Galliera, Poggio Renatico, Malalbergo, Baricella, Molinella, Argenta, Conselice, Alfonsine e Ravenna; anche nella zona montana il Reno solca la valle maggiormente insediata interessando gli abitati di Porretta, Vergato, Marzabotto e Sasso Marconi.

La perimetrazione, lungo il Reno da Ponte della Venturina al mare, delle aree ad alta probabilità di inondazione e delle pertinenze fluviali montane (PF.M.) è stata basata sui risultati di studi idrologici¹ ed idraulici² che hanno consentito di determinare i livelli idrici associati a piene con tempi di ritorno 25-30 anni e 100-200 anni (vedi cap. 7).

¹ Si hanno in realtà due studi idrologici, il primo per lo studio delle portate al colmo in alcune sezioni del torrente Samoggia, lavino e del fiume Reno per $T_R=25, 100$ anni, il secondo dello stesso tipo che prende in esame un maggiore numero di sezioni e $T_R= 30, 100, 200, 500$ anni.

Gli studi idraulici hanno portato alla determinazione dei livelli idrici in prefissate sezioni del fiume, per ognuna delle onde di piena associate allo stesso tempo di ritorno e per entrambi i tempi di ritorno considerati (25 e 100; 30 e 200 anni). Tali studi si sono avvalsi di un modello idraulico di calcolo che ha consentito di determinare portate e livelli idrici sulla base della propagazione dell'onda di piena imposta, utilizzando informazioni di carattere geometrico quali la descrizione numerica di sezioni trasversali, delle infrastrutture di attraversamento (i.e. ponti) e delle opere idrauliche (es. briglie) e parametri di caratterizzazione del comportamento idraulico (coef. di scabrezza).

Infine, l'inviluppo delle condizioni idrauliche più gravose in termini di livelli idrici, relative allo stesso tempo di ritorno ha fornito i valori idrici finali sulla base dei quali sono stati individuate:

- per $T_R=25-30$ anni, le aree ad alta probabilità di inondazione e possibili situazioni di rischio elevato;
- per $T_R=100-200$ anni, il limite minimo della pertinenza fluviale nei tratti non arginati, le condizioni a moderata probabilità di inondazione per sormonto arginale in pianura.

3.1 Alveo attivo e reticolo idrografico

L'alveo attivo è l'ambito territoriale di maggiore tutela, è normato dall'articolo 15 delle norme di Piano ed è definito come l'insieme degli spazi normalmente occupati dalle acque per tempi di ritorno di 5-10 anni, del volume di terreno che circonda tali spazi e che interagisce con le masse d'acqua e di ogni elemento che partecipa alla determinazione del regime idraulico così come definito all'articolo 4. Le aree comprese fra argini continui su entrambi i lati del corso d'acqua sono, in ogni caso, sottoposte all'art. 15.

L'alveo attivo è stato individuato arealmente con perimetrazione rappresentata sulle tavole di Piano a scala 1:5000 (Tav. 2.1-2.84) per tutti i corsi d'acqua principali e secondari, nei tratti in cui assume dimensioni significative alla scala di rappresentazione. Per i tratti rimanenti e i corsi d'acqua minori e minuti il criterio di individuazione dell'alveo attivo è lasciato all'evidenza morfologica da valutare in sito e, in sua mancanza, dal criterio della distanza dall'asse, così come enunciato nel comma 9 dell'articolo 15 delle Norme.

Il reticolo idrografico è costituito dall'insieme degli alvei attivi ed è classificato in primario, secondario, minore e minuto a seconda dell'importanza del corso d'acqua, così come descritto nel capitolo 5.

L'individuazione degli alvei attivi perimetrati in cartografia è avvenuta tramite l'analisi della morfologia fluviale attuale e della sua dinamica negli ultimi 50 anni. Tale analisi è stata operata mediante fotointerpretazione del volo AIMA del 1996 e del volo IGM (GAI) del 1954 e sulla base di sopralluoghi specifici effettuati per chiarire i casi di incerta interpretazione.

² Nel 1997 è stato eseguito un primo studio per il tratto dalla Chiusa di Casalecchio al ponte del Gallo; nel 1999 un secondo per il tratto da ponte del Gallo a Volta Scirocco, nel 2000-01 un ultimo studio da Ponte della Venturina alla Chiusa di Casalecchio.

I risultati della fotointerpretazione sono stati riportati sulle CTR 1:5000 e modificati in relazione a interventi idraulici o infrastrutturali recenti.

La scelta del metodo ha mirato ad ottenere un'individuazione morfologica dei corsi d'acqua nella loro dinamica, rilevandone la tendenza evolutiva. L'orizzonte temporale di 50 anni è sembrato sufficiente per elaborare valutazioni in merito all'evoluzione morfologica, il riferimento alle foto del 1954 ha consentito di valutare il comportamento fluviale in uno stato pressoché indisturbato dall'azione dell'uomo, le foto del 1996 hanno fornito una visione delle modificazioni intervenute naturalmente e a seguito dell'attività dell'uomo, in 42 anni di attività fluviale.

In alcuni punti, la perimetrazione dell'alveo attivo potrebbe apparire poco rispondente alle condizioni attuali, si tratta dei casi in cui l'alveo individuato può essere definito "di progetto" e riguarda aree di cava, aree degradate o in abbandono dopo un'intensa attività umana o, ancora, tratti in cui si sono venute a creare condizioni idrauliche critiche a seguito di modificazioni del letto e delle sponde dovute ad una scarsa manutenzione idraulica o all'attività erosiva e di deposizione delle acque. Nei tratti descritti, tutti gli interventi di sistemazione e bonifica dei siti e di manutenzione idraulica devono adottare l'alveo pianificato come elemento progettuale dell'area, con l'obbiettivo di favorirne la funzionalità idraulica e l'attività ecologica.

3.2 Aree ad alta probabilità di inondazione

Per giungere all'individuazione delle situazioni a rischio idraulico elevato e molto elevato e delle altre situazioni a rischio e per definire, in relazione a tempi di ritorno di 25-50 anni, la dimensione fluviale nei tratti non arginati e le aree soggette a inondazione con effetti idrodinamici rilevanti nei tratti arginati, si sono individuate le **Aree ad alta probabilità di inondazione**.

La definizione delle aree ad alta probabilità di inondazione si basa sulla determinazione delle condizioni idrauliche (portata, livelli idrici, velocità) con le quali avviene il moto nel corso d'acqua, imponendo una sollecitazione (onda di piena) con le caratteristiche di ricorrenza (probabilità di accadimento) imposte.

Valutati i livelli idrici che si verificano per la piena con tempo di ritorno 25-50 anni, nelle aree montane fino all'inizio degli argini continui (ponte FS MI-BO) si è delimitata la porzione di territorio che può essere inondata dalle acque utilizzando rilievi topografici diretti e le carte tecniche regionali a scala 1:5000 e nel Reno arginato, dal ponte FS fino alla foce, si sono individuati i tratti arginali passibili di sormonto e si è definita come area ad alta probabilità di inondazione una fascia esterna all'argine di larghezza pari a 250-300 metri circa.

Si sottolinea che i metodi di calcolo adottati si basano su modelli monodimensionali di propagazione dell'onda di piena e quindi non sono in grado di valutare la propagazione dei deflussi dopo l'esondazione, valutazione possibile con modelli idraulici a schema bidimensionale. Per la perimetrazione delle aree passibili di inondazione si è applicato il criterio della distanza dall'argine soggetto a sormonto, considerando lecita l'assunzione che il maggiore impatto della piena esondata è a carico del territorio e dei beni più prossimi al fiume. Evidentemente il fenomeno dell'allagamento investe porzioni di territorio più estese che possono essere invase dalle acque con tiranti intorno a 0.5 metri o inferiori e velocità idriche inferiori ad 1 m/s, nelle fasce

adiacenti al corso d'acqua, invece, all'allagamento con tiranti anche superiori al metro si associa l'azione distruttiva della corrente determinata da velocità dell'acqua molto elevate.

È importante ricordare che il campo di validità dei risultati ottenuti è strettamente legato al livello di dettaglio utilizzato nella rappresentazione del fiume, mediante modello idraulico, e nel tracciamento delle linee di perimetrazione. In particolare, il modello si basa su sezioni trasversali rilevate mediamente ogni 500-800 metri e le perimetrazioni sulle informazioni fornite dalle Carte Tecniche Regionali a scala 1:5000 integrate dai rilievi topografici disponibili.

3.3 Aree per la realizzazione degli interventi strutturali

Le aree per la realizzazione degli interventi strutturali di riduzione del rischio idraulico sono normate dall'articolo 17 e si suddividono in aree di intervento, aree di localizzazione interventi e aree di potenziale localizzazione degli interventi. Tali aree sono individuate nel primo caso sulla base di un progetto preliminare già approvato, nel secondo tramite una verifica preliminare di fattibilità e nel terzo in base alla predisposizione ad accogliere interventi non pianificati ma che si potrebbero rendere necessari a causa dell'insufficienza, o della riscontrata non idoneità, delle aree già programmate per gli interventi.

L'obiettivo assunto nella pianificazione degli interventi è stato quello di raggiungere condizioni di sicurezza idraulica nei territori insediati per tempi di ritorno fino a 200 anni.

La prima fase degli studi idraulici ha consentito l'individuazione delle situazioni di rischio dovute a esondazioni o sormonti arginali per piene con tempo di ritorno di 25-50 anni e di 100-200 anni, mentre nella seconda fase si è provveduto a valutare gli interventi da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza idraulica.

Gli interventi strutturali individuati per il fiume Reno, presentati nel "Programma degli Interventi", sono un sistema di cinque casse di espansione di cui tre golenali e due laterali, posizionate in un tratto di Reno da Trebbo alla confluenza del Samoggia in Reno. La prima cassa di espansione laterale si trova in località Trebbo nel Comune di Castel Maggiore e Calderara di Reno, la seconda si trova in località Bagnetto (nei Comuni di Sala Bolognese e Castello d'Argile), le tre casse golenali, due in destra ed una in sinistra, si trovano a valle di Trebbo nelle località di Barleda, Bonconvento e Boschetto, nei Comuni di Castel Maggiore, Argelato e Sala Bolognese. Le casse fanno parte di un unico intervento studiato per garantire condizioni di sicurezza per piene con T_R fino a 200 anni nei territori di pianura esposti a potenziali esondazioni di Reno fino all'Opera di scolmo nel "Cavo Napoleonico".

3.4 Fasce di pertinenza fluviale montana e di pianura

I sistemi fluviali coinvolgono le aree normalmente occupate dal corso d'acqua ma non solo queste, le porzioni di territorio latitanti, occupate solo saltuariamente dalle acque o mai occupate superficialmente ma soggette a scambi idrici sub superficiali o sotterranei con il corso d'acqua sono parte integrante di tali sistemi. Su tale constatazione si basa l'individuazione della pertinenza fluviale nei tratti montani e pedecollinari. In pianura dove la forte artificializzazione del territorio e degli ambienti fluviali ha ristretto i corsi d'acqua all'interno di argini anche molto elevati

confinando così al loro interno anche il sistema fluviale, l'individuazione della pertinenza fluviale assume una forte connotazione pianificatoria, viene indicata come l'area da dedicare alle azioni di recupero dei sistemi fluviali nella loro funzione idraulica ed ecologica.

Al concetto di pertinenza fluviale come area facente parte, attualmente o in potenza, del sistema fluviale si associa necessariamente quello di sicurezza idraulica. In montagna, i terrazzi fluviali, sulla cui base sono state tracciate le fasce di pertinenza fluviale, generalmente contengono le piene con tempo di ritorno 100-200 anni, lungo i tratti arginati le fasce di pertinenza fluviale costituiscono la porzione di territorio più esposta al rischio idraulico sia diretto, nei casi di sormonto arginale, che residuo per la potenziale compromissione della funzione di contenimento dovuta a sifonamenti, scalzamenti o sfiancamenti degli argini.

Un approccio strettamente legato alla natura del territorio per l'individuazione delle fasce di pertinenza fluviale ha portato alla definizione di tre metodi diversi di perimetrazione, rispettivamente per il bacino idrografico montano chiuso a Casalecchio, per il tratto non arginato dalla Chiusa al ponte ferroviario della linea Milano-Bologna ed infine per i tratti arginati in tutto il territorio di pianura.

In montagna si sono valutati i terrazzi idrologicamente connessi³ e, nelle valli più elevate e strette del bacino, quelli non connessi, qualora il valore elevato della qualità idrica da tutelare fosse sensibile all'impatto della veicolazione di inquinanti nel corso d'acqua tramite ruscellamento superficiale, per effetto anche delle ridotte distanze dal corso d'acqua. Infatti, gli acquiferi contenuti nei terrazzi idrologicamente connessi rappresentano un'importante risorsa come riserva idrica per gli ecosistemi fluviali e svolgono l'importante funzione di ammorbidimento delle portate di magra e di depurazione delle acque.

L'individuazione delle fasce di pertinenza fluviale montana si basa sull'interpretazione della cartografia tecnica regionale a scala 1:5000, coadiuvata dalla sovrapposizione di mappe che individuano le conoidi e i terrazzi alluvionali e dall'utilizzo di ortofoto aeree. Sopralluoghi, segnalazioni e informazioni puntuali hanno integrato il quadro di conoscenze di base.

Nei tratti montani incassati si è mantenuta sempre una pertinenza fluviale continua costituita da una ridotta fascia di rispetto fluviale lungo la scarpata, per tenere conto sia della vulnerabilità data dalla vicinanza al corso d'acqua, sia della dinamica spondale fortemente connessa all'azione delle correnti.

A valle della confluenza del Setta la valle del Reno si allarga molto e i terrazzi idrologicamente connessi sono molto estesi (fino a 1.5 chilometri dall'asse del fiume). Valutando che il ruscellamento superficiale è ostacolato dalla presenza del rilevato autostradale e quello profondo copre distanze tali da consentire lo stabilirsi di processi di abbattimento degli inquinanti, la fascia di pertinenza fluviale è stata interrotta al rilevato autostradale.

Per il solo tratto di Reno indagato tramite studio idraulico, la pertinenza è stata individuata in modo da contenere sempre la piena calcolata con tempo di ritorno di 200 anni.

³ Terrazzi i cui depositi alluvionali di fondovalle organizzati in superfici terrazzate, separate fra loro e dall'asta fluviale da scarpate di modesta entità, contengono acquiferi direttamente o indirettamente alimentati dai corsi d'acqua che li solcano.

I tratti fluviali di pianura non arginati presentano caratteristiche miste, non solcano terrazzi fluviali connessi facilmente individuabili, il sistema fluviale non è confinato e il corso d'acqua non è pensile rispetto alla pianura circostante. Con lo scopo di valorizzare il più possibile il sistema fluviale e tutelare la sicurezza idraulica la pertinenza fluviale è stata tracciata sulla base di tre criteri:

- Inclusione delle aree esposte ad inondazioni per piene con tempo di ritorno di 100-200 anni;
- Inclusione delle aree destinate a verde prospicienti il fiume, appartenenti al sistema fluviale o di suo potenziale arricchimento;
- Inclusione delle aree costituenti una fascia minima di rispetto dall'alveo (almeno 30 m).

La pertinenza fluviale lungo i tratti arginati è una fascia regolare con larghezza valutata dal piede esterno dell'argine in base alla larghezza dell'alveo (area interna ai due argini), all'altezza degli argini sul piano di campagna e ai livelli idrici raggiunti dal corso d'acqua per piene con T_R di 100-200 anni.

Per quanto riguarda il Reno, le fasce di pertinenza fluviale si stabilizzano su di una larghezza, sia in destra che in sinistra, di 150 metri circa a valle di Bologna fino all'altezza dell'abitato di Trebbo (Castel Maggiore) per poi passare a 250 metri fino all'inizio del drizzagno di Bagno di Piano (Comune di Sala Bolognese) e da qui procedere con un'estensione di 600 metri fino all'abitato di Cento. Da Cento al mare la pertinenza fluviale procede con una larghezza di 250 metri circa da ambo i lati.

Il primo tratto si presenta più ristretto per la presenza di un alveo abbastanza esteso e di argini di altezze ridotte; il tratto più ampio riguarda il Reno a monte e a valle della confluenza del Samoggia a causa delle sezioni idrauliche molto ridotte, degli argini elevati e delle condizioni di rischio idraulico determinate da sormonti arginali per piene di Reno e Samoggia con tempi di ritorno di 100 anni.

La fascia di pertinenza fluviale dello scolmatore di Reno (detto "Cavo Napoleonico") ha una larghezza di 100 metri da entrambi i lati.

Una classificazione delle fasce di pertinenza fluviale è quella di PF.V.RU., pertinenza fluviale di valle di ristrutturazione urbana. Le PF.V.RU. sono aree nelle quali gli aggregati edilizi possono costituire fattori di rischio per la loro collocazione ad esempio in adiacenza a opere idrauliche. Esse sono sottoposte all'art. 18 comma 8 che limita gli interventi possibili ai fabbricati esistenti senza aumento di superfici e volumi utili e prevede che i Comuni dettino norme ed emanino atti per consentire e promuovere la rilocalizzazione dei fabbricati esistenti al fine di perseguire un assetto urbanistico compatibile con gli obiettivi del piano. I Comuni che attuano interventi di ristrutturazione urbana in compatibilità con gli obiettivi del piano possono richiedere la modifica della zonizzazione da PF.V.RU. a PF.V.

Nelle zonizzazioni del Reno non sono presenti aree classificate come PF.V.RU.

3.5 Bacino imbrifero di pianura e pedecollinare

Lo scolo del territorio di pianura e pedecollinare del bacino del fiume Reno è quasi interamente garantito da una complessa rete di fossi e canali artificiali. La sicurezza idraulica dei centri abitati

di pianura e, in parte, di pedecollina dipende dalla capacità di smaltimento delle acque meteoriche e dal buon funzionamento della rete di scolo.

I canali di pianura sono stati in larga parte dimensionati per apporti inferiori agli attuali, incrementatisi a causa del consistente aumento del territorio urbanizzato e delle superfici impermeabili che recapitano direttamente o indirettamente nella rete superficiale di scolo.

Al fine di non aggravare ulteriormente le condizioni di rischio connesse all'insufficienza idraulica della rete di scolo, il Piano disciplina gli apporti d'acqua, stabilendo che i Comuni prevedano la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane nelle aree di nuova trasformazione edilizia e che l'adozione in agricoltura di sistemi di drenaggio che riducano sensibilmente la capacità di invaso dei terreni, sia subordinata alla realizzazione di interventi compensativi e al parere favorevole dell'Autorità Idraulica competente, (art. 20 delle Norme di Piano).

L'ambito territoriale di applicazione dell'articolo delle Norme di Piano sul controllo degli apporti d'acqua (art. 20) è stato individuato includendo tutto il bacino imbrifero di pianura del fiume Reno e parte di quello pedecollinare. Nella fascia pedecollinare è presente una condizione mista di immissione in corsi d'acqua principali e in fossi o canali, quindi si sono incluse nell'applicazione dell'art. 20 tutte quelle porzioni di territorio apparentemente scolanti nella rete minore o di bonifica lasciando ai Comuni, detentori di tutte le conoscenze relative al sistema fognario del proprio territorio, la facoltà di proporre l'esclusione delle porzioni recapitanti nei corsi d'acqua principali (Reno, Idice, Savena, Zena, Quaderna, Santerno e Sillaro).

Un ulteriore indicazione volta al controllo del rischio idraulico è contenuta nel comma 4 dell'articolo 21, essa prevede che ogni modificazione delle portate immesse nel reticolo idrografico sia sottoposta al parere favorevole dell'Autorità idraulica competente.

Inoltre, ai fini della gestione del sistema di fossi e canali e del controllo delle sue prestazioni complessive, le norme di Piano (art. 21) prevedono che i Consorzi di bonifica competenti per territorio eseguano una valutazione dei rischi idraulici connessi alla propria rete in riferimento ad eventi di pioggia con tempi di ritorno di 30 e 100 anni e definiscano le linee di intervento per la loro riduzione.

L'indicazione d'insieme dell'ambito territoriale sottoposto all'art. 20 delle Norme di Piano è contenuta nella tavola "B0" mentre il dettaglio è contenuto nelle tavole del Piano 1.1-1.11

4 DEFINIZIONE DI RISCHIO IDRAULICO E METODO DI VALUTAZIONE

Il rischio idraulico (R), per ciò che concerne i danni dovuti all'inondazione di una data area, può essere definito mediante la seguente espressione: $R = P \bullet W \bullet V$ dove:

P (pericolosità) è la probabilità di accadimento del fenomeno d'inondazione caratterizzata da una data *intensità* (quota raggiunta dall'acqua, tempi di inondazione, tempi di permanenza dell'acqua, ecc.);

W (valore degli elementi a rischio) è il parametro che definisce quantitativamente, in modi diversi a seconda della tipologia del danno presa in considerazione, gli elementi presenti all'interno dell'area inondata;

V (vulnerabilità) è la percentuale prevista di perdita degli elementi esposti al rischio per il verificarsi dell'evento critico considerato.

E' facilmente dimostrabile (basti pensare anche solo alla mole di dati necessari) che non è oggi praticamente possibile, nell'ambito della elaborazione dei piani di bacino, valutare il rischio idraulico nei termini sopra indicati. E' risultato pertanto necessario procedere ad una drastica semplificazione nella valutazione del rischio idraulico.

Le semplificazioni adottate, anche se non permettono l'individuazione del rischio come esattamente definito, consentono comunque di acquisire le conoscenze necessarie per procedere alla predisposizione dei piani dove la valutazione del rischio è finalizzata all'individuazione degli interventi strutturali necessari per la mitigazione del rischio stesso e della loro priorità di realizzazione.

Nella valutazione del rischio idraulico, i fattori da prendere in considerazione, oltre alla "pericolosità" della rete idrografica, sono il valore degli elementi esposti a rischio e della loro vulnerabilità il cui prodotto costituisce il "danno atteso". Il danno atteso è stato qualitativamente articolato in tre categorie in funzione anche della tipologia del danno:

- danno moderato, dove sono assenti o non apprezzabili i danni all'incolumità delle persone e dove i danni economici o ambientali non sono gravi;
- danno medio, dove sono moderati i danni all'incolumità delle persone e i danni economici o ambientali non sono gravi;
- danno grave, quando sono gravi i danni all'incolumità delle persone o quelli economici e ambientali.

Per quanto riguarda l'individuazione del danno atteso riferito alle aree passibili di inondazione, si è proceduto prendendo in considerazione gli aggregati di fabbricati ed edifici, visti anche come contenitori di possibili attività e beni, valutando complessivamente la loro vulnerabilità rispetto all'intensità dei fenomeni di inondazione che, in prima approssimazione, è stata articolata in due classi (corsi d'acqua arginati o non arginati).

In funzione della categoria del danno e della probabilità che esso si verifichi e congruentemente con le finalità dei piani di bacino, il rischio idraulico è stato articolato, sulla base di criteri prevalentemente qualitativi, in cinque categorie:

rischio *irrilevante* a livello di bacino (**R0**) che rappresenta la situazione da raggiungere mediante gli interventi strutturali previsti;

rischio *moderato* (**R1**), dove il danno atteso (prodotto del valore degli elementi esposti a rischio per la loro vulnerabilità) non comprende mai gravi danni all'incolumità delle persone, economici e ambientali;

rischio *medio* (**R2**), dove il danno atteso grave è previsto solo in riferimento ad aree a moderata probabilità d'inondazione;

rischio *elevato* (**R3**), dove il danno atteso comprende anche danni gravi, riferiti solo ad aree inondabili per eventi con tempi di ritorno di 50 anni;

rischio *molto elevato* (**R4**), dove il danno atteso è sempre grave e solo in riferimento ad aree inondabili per eventi con tempi di ritorno inferiori od uguali a 30 anni

A livello di sistema idrografico, il rischio idraulico è rappresentato dalla prestazione "capacità di smaltimento", definita come "*il tempo di ritorno minimo⁴ dell'insieme degli eventi di pioggia che inducono un'onda di piena tale da causare gravi danni a persone o beni, supponendo indeformabile la rete idrografica del sistema in esame*". Tale prestazione risulta utile anche come parametro in base al quale individuare le priorità d'intervento rispetto ai bacini in cui è stato suddiviso, nella predisposizione dei piani stralcio, il bacino del Reno.

L'insieme delle attività svolte per la valutazione del rischio idraulico può essere così schematizzato:

- individuazione delle aree passibili di inondazione per eventi con tempi di ritorno di 25-50 e 100-200 anni;
- individuazione degli elementi esposti a rischio e stima del danno atteso considerando anche i possibili effetti di esondazioni laterali quando i volumi esondati non rientrano in alveo;
- valutazione del rischio idraulico con particolare riferimento a quelle situazioni di possibile rischio elevato e molto elevato;

Per quanto riguarda la valutazione del valore degli elementi esposti al rischio, sono stati presi in considerazione solo quelli rispetto ai quali possono verificarsi danni particolarmente gravi in termini di incolumità delle persone, ambientali ed economici.

In tal senso sono stati considerati soltanto i centri, i nuclei abitati e gli insediamenti industriali contenuti nelle aree ad alta probabilità di inondazione. Tale valutazione "semplificata" del rischio ha comunque permesso l'individuazione delle situazioni di rischio "rilevante" (da medio a molto elevato) rispetto ai quali sono stati programmati gli interventi strutturali.

⁴ Il tempo di ritorno T è definito come la durata media, in anni, del periodo in cui il valore X_T della variabile idrologica (portata al colmo di piena nella sezione di progetto, altezza di pioggia o altro) viene superato una sola volta; la probabilità annuale che esso si verifichi è l'inverso del tempo di ritorno.

5 CLASSIFICAZIONE DEI CORSI D'ACQUA

Ai fini dell'applicazione delle Norme di Piano si sono classificati i corsi d'acqua del bacino montano del fiume Reno in base all'estensione di ciascun sottobacino. A tale grandezza è infatti correlata l'entità media dei massimi valori di piena.

Si sono classificati come "**principali**" i corsi d'acqua con bacino di superficie maggiore o uguale a 40 km², come "**secondari**" quelli con area compresa fra 40 e 13 km², e come **minori e minuti** tutti i torrenti e rii non ricadenti nei due gruppi precedenti e rappresentati con una linea nelle tavole di Piano o comunque indicati nella Cartografia Tecnica Regionale a scala 1:5000.

Lo scolmatore di Reno è stato classificato "**principale**" per l'elevata officiosità idraulica e per l'importanza strategica che riveste per il raggiungimento della sicurezza idraulica del territorio di pianura a valle dell'opera Reno.

Si riporta di seguito l'elenco dei corsi d'acqua principali e secondari suddivisi secondo i criteri sopra esposti.

Reticolo idrografico Principale

- torrente Brasimone dalle sorgenti alla confluenza in Setta
- torrente Gambellato dalle sorgenti alla confluenza in Setta
- fiume Reno dalle sorgenti allo sfocio in mare
- torrente Limentra di Sambuca dalle sorgenti (confluenza del fosso del Forlano) alla confluenza in Reno
- torrente Limentra di Treppio dalla confluenza del torrente Limentrino e del fosso Limentrello alla confluenza in Reno
- torrente Setta dalle sorgenti alla confluenza in Reno
- torrente Silla dalla confluenza del torrente Causso con il rio del Casellino alla confluenza in Reno
- torrente Vergatello dalle sorgenti (confluenza del rio Lusigna e del rio dei Fornelli) alla confluenza in Reno
- scolmatore di Reno denominato Cavo Napoleonico

Reticolo idrografico Secondario

- torrente Aneva dalle sorgenti (immissione del rio delle Sponge) alla confluenza in Vergatello
- rio Croara dalle sorgenti alla confluenza in Reno
- torrente Limentrella dalle sorgenti alla confluenza in Limentra di Treppio
- rio Maggiore dalle sorgenti alla confluenza in Reno
- torrente Marano dalle sorgenti (confluenza del fosso dei Poggioli) alla confluenza in Reno
- torrente Maresca dalle sorgenti (confluenza del rio Forconale con il fosso delle Mandriacce) alla confluenza in Reno
- torrente Orsigna dalle sorgenti alla confluenza in Reno

- torrente Randaragna dalle sorgenti (confluenza fosso del Poggio Grande) alla confluenza in Reno
- torrente Sambro dalle sorgenti alla confluenza in Setta
- rio Sasso dalle sorgenti alla confluenza in Silla
- torrente Venola dalle sorgenti alla confluenza in Reno
- torrente Vezzano dalle sorgenti alla confluenza in Brasimone

Il reticolo minore è composto da 594 fra rii e fossi rappresentati sulle tavole di piano 1.1 - 1.11.

Segue una descrizione delle zonizzazioni di ogni corso d'acqua principale e secondario e dei corsi minori rio delle Ganzole e rio Bardalone zonizzati nelle tavole a scala 1:5000 perché ricadenti su depositi alluvionali connessi a quelli di corsi di principali e secondari.

Fiume Reno – reticolo idrografico principale

Dalla sorgente alla confluenza del fosso Rupini: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 20 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 30 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11)

Dalla confluenza del fosso Rupini in Reno di Prunetta alla località di Ponte della Venturina in Comune di Granaglione: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Dalla località di Ponte della Venturina (inizio rilievo sezioni trasversali utilizzate nel modello idraulico) alla Chiusa di Casalecchio: alveo attivo (art. 15) individuato su base geomorfologica, aree ad alta probabilità di inondazione (art. 16) ovvero aree esondabili con T_R 30 anni e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) su base geomorfologica e idraulica, la pertinenza contiene sempre la massima esondazione per T_R 200 anni.

Dalla Chiusa di Casalecchio (chiusura bacino montano) al Ponte FS della linea Milano-Bologna (inizio arginature continue): alveo attivo (art. 15) individuato su base geomorfologica, aree ad alta probabilità di inondazione (art. 16) ovvero aree esondabili con T_R 25 anni e pertinenza fluviale di valle PF.V. (art. 18) in base alle aree esondabili con T_R 100 anni e/o connesse ambientalmente al corso d'acqua.

Dal Ponte FS della linea Milano-Bologna (inizio arginature continue) all'abitato di Trebbo (Castel Maggiore): alveo attivo (art. 15) come area compresa fra i piedi esterni degli argini sinistro e destro e pertinenza fluviale di valle PF.V. (art. 18) come fascia di 150 metri dall'alveo in destra e sinistra.

Dall'abitato di Trebbo all'inizio del drizzagno di Bagno di Piano: alveo attivo (art. 15) come area compresa fra i piedi esterni degli argini sinistro e destro e pertinenza fluviale di valle PF.V. (art. 18) come fascia di 250 metri dall'alveo in destra e in sinistra.

Da Bagno di Piano all'abitato di Cento: alveo attivo (art. 15) come area compresa fra i piedi esterni degli argini sinistro e destro e pertinenza fluviale di valle PF.V. (art. 18) come fascia di 600 metri dall'alveo in destra e in sinistra.

Dall'abitato di Cento allo sfocio in Mare Adriatico: alveo attivo (art. 15) come area compresa fra i piedi esterni degli argini sinistro e destro e pertinenza fluviale di valle PF.V. (art. 18) come fascia di 250 metri dall'alveo in destra e sinistra.

Dall'attraversamento del Canale Emiliano Romagnolo (CER) a valle dell'opera Reno alla Panfilia fino al ponte della SS. N° 64 Porrettana in località Gallo di Malalbergo, aree ad alta probabilità di inondazione (art. 16) sovrapposte alla pertinenza fluviale.

Scolmatore di Reno in Po denominato “Cavo Napoleonico” – reticolo idrografico principale

Dall'Opera di presa a Reno in località Panfilia (Comune di S. Agostino) alla Opera di scarico in Po in località Salvatonica in Comune di Bondeno: alveo attivo (art. 15) come area compresa fra i piedi esterni degli argini sinistro e destro e di valle PF.V. (art. 18) come fascia di 100 metri dall'alveo in destra e in sinistra.

Torrente Brasimone - reticolo idrografico principale

Dalla sorgente alla confluenza del fosso Lavaccioni di Sopra: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 20 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 30 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla confluenza del fosso Lavaccioni di Sopra alla confluenza in Setta: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Torrente Gambellato - reticolo idrografico principale

Dalla sorgente alla confluenza in Setta: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 20 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 30 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Torrente Limentra di Sambuca - reticolo idrografico principale

Dalla sorgente (confluenza fosso del Forlano) alla confluenza del fosso della Ripa: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 20 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 30 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla confluenza del fosso della Ripa allo sbocco in Reno: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Torrente Limentra di Treppio - reticolo idrografico principale

Dalla confluenza del torrente Limentrino e del fosso Limentrello alla località Cà Mosca: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 20 metri sia in destra che in sinistra (art.4 – definizione alveo attivo- e art. 15) e di 30 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla località Cà Mosca all confluenza in Reno: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Torrente Setta - reticolo idrografico principale

Dalla sorgente alla località Setta di Sopra (posta circa 1,5 Km a monte della confluenza del torrente Gambellato): alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 20 metri sia in destra che in sinistra (art.4 – definizione alveo attivo- e art. 15) e di 30 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla località Setta di Sopra alla confluenza in Reno: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Torrente Silla - reticolo idrografico principale

Dalla confluenza del torrente Causso e del rio dei Casellino alla confluenza del rio Fantina: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 20 metri sia in destra che in sinistra (art.4 – definizione alveo attivo- e art. 15) e di 30 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla confluenza del rio Fantina allo sbocco in Reno: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Torrente Vergatello – reticolo idrografico principale

Dalla sorgente (confluenza del rio Lusigna e del rio dei Fornelli) alla confluenza del rio Acqua Salata: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 20 metri sia in destra che in sinistra (art.4 – definizione alveo attivo- e art. 15) e di 30 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla confluenza del rio Acqua Salata allo sbocco in Reno: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Torrente Aneva - reticolo idrografico secondario

Dalla sorgente (immissione del rio delle Sponge) alla località Molino del Grillo: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 15 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 20 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla località Molino del Grillo alla confluenza in Vergatello: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Rio Croara - reticolo idrografico secondario

Dalla sorgente alla confluenza in Reno: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 15 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 20 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Torrente Limentrella - reticolo idrografico secondario

Dalla sorgente alla confluenza in Limentra di Treppio: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 15 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 20 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Torrente Marano - reticolo idrografico secondario

Dalla sorgente (confluenza del fosso dei Poggioli) alla confluenza in Reno: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 15 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 20 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Torrente Maresca - reticolo idrografico secondario

Dalla sorgente (confluenza del rio Forconale e del fosso delle Mandriacce) alla confluenza in Reno: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Torrente Orsigna - reticolo idrografico secondario

Dalla sorgente alla località Case Corrieri: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 15 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 20 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla località Case Corrieri alla confluenza in Reno: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Torrente Randaragna - reticolo idrografico secondario

Dalla sorgente (confluenza fosso del Poggio Grande) fino circa 500 metri a valle della località Lazzaroni: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 15 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 20 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla località Lazzaroni alla confluenza in Reno: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Torrente Rio Maggiore - reticolo idrografico secondario

Dalla sorgente alla confluenza del rio Rampajo: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 15 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 20 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla confluenza del rio Rampajo alla confluenza in Reno: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Rio Sasso – reticolo idrografico secondario

Dalla sorgente alla confluenza in Silla: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 15 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 20 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Torrente Sambro - reticolo idrografico secondario

Dalla sorgente alla località Molino Giovannino: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 15 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 20 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla località Molino Giovannino alla confluenza in Setta: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Torrente Venola - reticolo idrografico secondario

Dalla sorgente alla confluenza del fosso Sirena Ronchesano: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze

planimetriche di 15 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 20 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla confluenza del fosso Sirena Ronchesano alla confluenza in Reno: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Torrente Vezzano - reticolo idrografico secondario

Dalla sorgente alla località Burzanella: alveo attivo individuato, qualora il limite dell'alveo non sia univocamente determinabile dall'osservazione della morfologia del terreno, con una linea al centro del corso d'acqua dalla quale vanno considerate le distanze planimetriche di 15 metri sia in destra che in sinistra (art.4 –definizione alveo attivo- e art. 15) e di 20 metri sia in destra che in sinistra per la fascia di pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18. Comma 11).

Dalla località Burzanella alla confluenza in Reno: alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Rio delle Ganzole -reticolo minore

Tratto denominato rio Molinello si applica il comma 9 dell'art. 15 qualora le condizioni morfologiche non ne consentano la delimitazione per l'alveo attivo e l'art. 18 comma 11 per la pertinenza fluviale.

Dal rio Molinello alla confluenza in Reno alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Rio Bardalone - reticolo minore

Dalla sorgente all'abitato di Bardalone si applica il comma 9 dell'art. 15 qualora le condizioni morfologiche non ne consentano la delimitazione per l'alveo attivo e l'art. 18 comma 11 per la pertinenza fluviale.

Da Bardalone alla confluenza in Maresca alveo attivo (art. 15) e pertinenza fluviale montana PF.M. (art. 18) continua individuati su base geomorfologica.

Nella Tabella 1 sono riportate sinteticamente le caratteristiche dei corsi d'acqua sopracitati con indicazione della lunghezza dell'asta fluviale e del bacino idrografico montano scolante in esso.

Tabella 1. Elenco dei corsi d'acqua del bacino del fiume Reno.

NOME CORSO D'ACQUA	AREA BACINO IDROGRAFICO [km²]	LUNGHEZZA ASTA [km]	TIPO
Fiume Reno	1061.0	211.8	Principale
Torrente Setta	318.6	47.2	Principale
Torrente Limentra di Treppio	145.1	31.0	Principale
Torrente Silla	85.1	18.0	Principale
Torrente Brasimone	73.7	22.2	Principale
Torrente Vergatello	52.4	8.6	Principale
Torrente Limentra di Sambuca	44.5	19.4	Principale
Torrente Gambellato	42.8	11.4	Principale
Torrente Sambro	38.4	14.3	Secondario
Rio Sasso	32.0	3.6	Secondario
Torrente Limentrella	24.8	7.4	Secondario
Torrente Venola	23.9	13.2	Secondario
Torrente Aneva	19.9	6.7	Secondario
Torrente Maresca	19.8	6.7	Secondario
Torrente Marano	19.3	11.9	Secondario
Torrente Vezzano	18.7	6.0	Secondario
Rio Maggiore	16.4	8.0	Secondario
Torrente Orsigna	15.6	7.7	Secondario
Rio Croara	15.3	9.0	Secondario
Torrente Randaragna	13.5	5.7	Secondario

6 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E MORFOLOGICHE DEL SISTEMA

6.1 Bacino principale del fiume Reno

Il bacino del Reno si estende per un'area totale di 5040 km², dall'Appennino emiliano-romagnolo alla pianura fino alla costa adriatica, di questi, 2540 km² formano il bacino montano, ossia il territorio in cui le acque di pioggia scorrono sui versanti e si raccolgono in rii e fossi, lungo tutta la rete di drenaggio fino a formare i deflussi dei corsi d'acqua più importanti.

Il bacino montano del solo Reno, all'opera della Chiusa di Casalecchio, si estende per 1061 km², in direzione sud sud-ovest, nord nord-est, con una quota massima di 1945 m. s.l.m. e minima di 60.35 m alla soglia della chiusa di Casalecchio.

Il reticolo idrografico montano del Reno, piuttosto ramificato e denso, è composto da 8 corsi d'acqua maggiori (classificati principali), 12 secondari (classificati secondari) e da 600 fra torrentelli e rii (classificati minori) e ancora altre centinaia di piccoli rii e fossi (classificati minuti). I corsi d'acqua principali e secondari, seguendo gli affluenti del Reno da monte verso valle, in sinistra sono: il Maresca e l'Orsigna (in territorio toscano), il Randaragna, il rio Maggiore, il Silla con il sub-affluente di sinistra rio Sasso, il Marano, il Vergatello con il sub-affluente di destra Aneva, il Croara, il Venola; in destra sono: il Limentra di Sambuca, il Limentra di Treppio, con il sub-affluente di sinistra Limentrella, il Setta -con i subaffluenti Brasimone in sinistra (e il suo sub-affluente di sinistra Vezzano) e Gambellato e Sambro in destra idraulica.

La porzione più alta ed estrema del bacino montano del Reno chiuso a Casalecchio si trova in territorio toscano e riguarda: le sorgenti del Reno e l'affluente Maresca, la quasi totalità del sottobacino del Limentra di Sambuca, la metà superiore del sottobacino del Limentra di Treppio e le estremità montane dei sottobacini del Setta e del suo affluente Gambellato. La Tabella 2 riporta l'elenco dei Comuni ricadenti nel bacino montano del fiume Reno e la percentuale di territorio compresa rispetto all'intero territorio comunale.

Nel tratto d'alveo a monte di Casalecchio, 83 km circa, le opere idrauliche sono "non classificate", anche se assimilabili a quelle di 4° e 5° categoria; nel tratto compreso fra la Chiusa di Casalecchio ed il ponte della via Emilia, lungo circa 5.5 km, sono presenti opere classificate di 3° categoria, cui seguono, dal ponte ferroviario della linea Milano-Bologna fino allo sbocco in mare, le arginature continue classificate opere idrauliche di 2^a categoria, con uno sviluppo complessivo di circa 124 km.

Tabella 2. Comuni il cui territorio ricade nel bacino montano del Reno chiuso a Casalecchio

COMUNE	Percentuale di territorio interno al bacino (%)	COMUNE	Percentuale di territorio interno al bacino (%)
Castel di Casio	100.0	Casalecchio di Reno	42.3
Castiglione dei Pepoli	100.0	Savigno	32.7
Granaglione	100.0	Vernio	29.7
Sambuca Pistoiese	100.0	S.Marcello Pistoiese	29.4
Porretta Terme	100.0	Cantagallo	21.4
Camugnano	100.0	Pistoia	20.7
Grizzana	100.0	Firenzuola	7.9
Gaggio Montano	100.0	Montese	6.7
Marzabotto	99.5	Barberino del Mugello	5.7
Vergato	92.5	Pianoro	4.8
Monzuno	75.3	Bologna	4.7
S. Benedetto Val di Sambro	74.3	Monte S.Pietro	2.5
Sasso Marconi	71.8	Piteglio	0.7
Castel D'Aiano	63.0	Loiano	0.1
Lizzano in Belvedere	50.9		

6.2 Tratto montano del fiume Reno

Il Reno nasce alla confluenza di due rami (Reno di Prunetta e Reno di Campolungo) a 745 m di quota, per i primi 10 km si presenta come un piccolo torrente montano in perfetto equilibrio per l'assoluta stabilità dei terreni attraversati e per la pendenza relativamente modesta che lo caratterizza (media del 3.7%); in questo tratto la valle è alquanto ampia e presenta la configurazione di un altipiano.

Segue un tratto di 15 km, con pendenza media di 1.8%, lungo il quale la vallata si restringe progressivamente presentandosi profondamente incassata negli ultimi 3 km prima del ponte della Venturina dove raggiunge quota 384.5 m s.l.m. In questo tratto la vallata del Reno si sviluppa essenzialmente in sinistra e si presenta in soddisfacenti condizioni di stabilità generale del regime idraulico.

Nel tronco successivo a monte di Vergato, per circa 27 km la pendenza media scende allo 0.8%; l'alveo attraversa dapprima formazioni costituite da un'argilla eminentemente galestrina, poi da argilla quasi plastica per passare alle marne arenacee e rientrare infine nelle argille scagliose di tipo plastico, caratterizzate da pessime condizioni di stabilità.

Nei successivi 17 km fino alla confluenza del torrente Setta (quota 92 m s.l.m.), con pendenza media dello 0.4%, la valle abbandona le argille scagliose per entrare nella formazione miocenica (ove dominano le marne sabbiose e, solo localmente, marne argillose e dure); l'alveo è incassato piuttosto profondamente entro questa formazione passando poi, oltre Pian di Venola, alla zona di deposito nella quale esso si presenta quasi ovunque inciso nelle alluvioni, antiche e recenti.

Negli ultimi 10 km con pendenza media dello 0.3% fino alla Chiusa di Casalecchio (limite del comprensorio montano) il fiume attraversa golene alluvionali recenti e depositi terrazzati antichi più ampi in sinistra che in destra idraulica. Le formazioni geologiche presenti nelle pendici collinari sono arenarie del pliocene verso monte e marne dure e mioceniche verso valle.

Questo ultimo tratto presenta marcati segni dell'intervento antropico che, a seguito delle consistenti estrazioni di materiale litoide nell'alveo e nel perialveo, ha dato luogo, tra l'altro, alla formazione di numerosi invasi alimentati dalle acque di subalveo.

6.3 Tratto vallivo del fiume Reno

Come accennato in apertura, il tratto del Reno a valle della Chiusa di Casalecchio si suddivide in un'asta con opere idrauliche classificate di 3^a categoria (Casalecchio - ponte della Via Emilia) lungo 5.5 km ed in un'asta con opere idrauliche classificate di 2^a categoria che si sviluppa per circa 124 km dal ponte FF.SS. della linea Milano-Bologna allo sfocio in mare.

Asta con opere idrauliche classificate di 3^a categoria

Essa si sviluppa per un dislivello di 15 m circa e rappresenta il tratto pedecollinare del corso del Reno, come tale riveste particolare importanza idraulica dovendo assolvere alla delicata funzione di raccordo fra il regime torrentizio del bacino montano e il regime fluviale del corso arginato di valle.

A definire l'importanza del tratto considerato contribuisce anche il fatto che esso si sviluppa all'interno della zona urbana di Bologna e Casalecchio di Reno.

Asta con opere idrauliche classificate di 2^a categoria

Essa si snoda attraverso i territori di pianura delle province di Bologna, Ferrara e Ravenna; vi si immettono, in sinistra, il torrente Samoggia, ed in destra il canale Navile, i torrenti Savena Abbandonato, Idice, Sillaro, Santerno, Senio.

Le caratteristiche morfologiche dell'asta in esame sono estremamente variabili risentendo delle diverse vicende idrauliche che, nel tempo, hanno determinato l'attuale assetto del fiume Reno. Alle origini, il bacino naturale del Reno si chiudeva alla confluenza con il torrente Samoggia divenendo a valle affluente di destra del fiume Po.

A seguito di grandi lavori di riassetto idraulico tesi al recupero ed alla bonifica dei territori vallivi della bassa pianura bolognese, ferrarese e ravennate, il Reno venne inalveato, secondo la proposta di Padre Lecchi formulata nel 1767 e definita "di valle in valle", attraverso il Cavo Benedettino ed il tratto terminale del Po di Primaro giungendo, con successive opere di sistemazione e drizzagni, fino ad assumere l'attuale configurazione che si può così schematizzare:

- primo tratto (circa 19 km da 30 a 14 m di quota) sino a Ponte Bagno, con andamento tortuoso ed ampie estensioni golenali, aventi una funzione modulatrice delle portate di piena, alternate a localizzate strettoie arginali;

- secondo tratto (circa 18 km con quota finale di 13 m circa) sino allo scolmatore di Reno in Po denominato Cavo Napoleonico, con andamento abbastanza regolare e geometria del cavo fluviale significativamente ristretta;
- terzo tratto (circa 47 km) sino alla Bastia, con alveo canalizzato avente argini ravvicinati e molto alti rispetto al piano di campagna; all'interno di tale tratto, è presente uno sfioratore libero in corrispondenza di Gallo di Poggio Renatico - ove si verificarono nel 1949, 1950 e 1951 le rotte dell'argine sinistro - che garantisce la decapitazione naturale delle massime piene con recapito delle acque di esubero nel latistante canale di bonifica "Cembalina";
- quarto tratto (circa 40 km) sino al mare, con alveo arginato relativamente ampio.

6.4 Eventi di piena significativi negli ultimi cento anni

L'analisi storica degli eventi di piena significativi verificatisi negli ultimi cento anni è sembrata una base informativa indispensabile per procedere alle valutazioni del comportamento del fiume Reno in condizioni idrauliche estreme e tali da comportare situazioni di rischio per il territorio in cui si inserisce. Soprattutto la comprensione della fenomenologia della piena non può che basarsi sull'analisi dei tempi di risposta del bacino agli eventi piovosi, sulla formazione e l'entità dei picchi delle onde, sulla modalità di propagazione in alveo desunta dagli eventi passati.

Le informazioni derivanti dagli eventi storici vanno incrociate con quelle sulle modificazioni intervenute sul bacino e il corso d'acqua a seguito della regimazione idraulica, delle variazioni di uso del suolo, dell'evoluzione naturale o dovuta all'impatto antropico della geomorfologia fluviale. In particolare, il tratto di montagna ha subito forti modificazioni derivanti sia dall'insediamento umano (opere di regimazione e infrastrutture interferenti) che da una spontanea evoluzione della copertura del bacino e della morfologia fluviale indotta dalle modificazioni nell'uso e nella manutenzione del territorio (abbandono dell'agricoltura montana, ...), sia, infine, dallo sfruttamento delle risorse naturali (estrazioni di inerti dagli alvei fluviali). Per quanto riguarda il tratto a valle di Casalecchio, il tracciato fluviale si può considerare immutato negli ultimi 100 anni mentre sono stati eseguiti interventi di regimazione e sulle opere idrauliche, i più significativi sono: le variazioni di forma della Chiusa che assunse l'assetto attuale solo dal 1950, ringrossi e innalzamenti degli argini e ricostruzioni dopo le rotte e dal 1965, l'entrata in funzione dello scolmatore di Reno (Cavo Napoleonico).

L'approccio così condotto ha consentito di focalizzare meglio i punti critici e più vulnerabili del corso del fiume Reno e ha supportato il processo di valutazione degli interventi.

L'esame degli eventi storici è stato condotto nello studio "Le piene più significative del fiume Reno nel XX secolo" a cura di Enrico Cerioni⁵. Si riporta nel seguito un estratto dello studio, il riepilogo delle piene e dei loro effetti.

⁵ "Le piene più significative del fiume Reno nel XX secolo". Enrico Cerioni - Autorità di Bacino del Reno. Bologna, aprile 2001. Lo studio è scaricabile dal sito dell'Autorità di Bacino o può essere richiesto alla stessa.

" ...

1 – La piena del marzo 1934 ha prodotto alti livelli nel tronco vallivo per la saldatura di quattro colmi in una unica onda al Gallo e per la concomitanza del colmo di Reno alla Bastia con quello degli affluenti.

2 – La piena dell'ottobre 1937 ha generato un nubifragio nell'alta vallata del Reno assorbito in parte dal basso livello (per manutenzione) del bacino di Suviana che ha consentito l'accumulo dell'afflusso dei 77 kmq del bacino tributario. **Allagamenti a Pavana.**

3 – La piena del maggio 1939 ha avuto la particolarità di una laminazione quasi nulla fra Casalecchio e Cento, dovuta al concomitante contributo del Samoggia; grosso apporto d'Idice e Sillaro alla Bastia, quindi alti livelli nella parte terminale di Reno derivati più al contributo degli affluenti romagnoli che a quello del solo Reno.

4 – La piena del novembre 1940 ha prodotto alti livelli nel bacino montano e lungo l'asta arginata fin quasi alla Bastia (superiori a quelli precedentemente registrati), scarso l'apporto del Samoggia; il bacino di Suviana ha avuto la funzione di contenimento con un volume trattenuto pari al 7,7% di quello defluito a Casalecchio. **Tracimazioni e rotte al Boschetto ed al Ponte di Bagno.**

5 – La piena del novembre 1949 ha evidenziato il sovrapporsi del 4° colmo sul 3° a monte di Cento e lo sfasamento di sole 2 – 3 ore delle punte massime di Reno con quelle di Samoggia, quindi alti livelli a valle di Cento fino al massimo livello di piena registrato al Gallo, superiore a quello max precedentemente registrato nel 1851. **1^rotta al Gallo.**

6 – La piena del gennaio 1951 ha prodotto effetti che non si sarebbero verificati se non fosse arrivata dopo la rotta del 27 novembre 1949 con le arginature di fresca impostazione e imbevute dalle piogge del precedente mese di dicembre. **2^rotta al Gallo.**

7 – La piena febbraio 1951 è stata particolarmente imponente e rapida con alti livelli nel bacino montano e con valori mai prima raggiunti nell'alta valle del Reno e lungo l'asta arginata fino alla Panfilia da dove i livelli hanno iniziato a risentire l'effetto di chiamata della rotta; il bacino di Suviana ha avuto funzione di contenimento tanto da trattenere l'8,7% del volume defluito a Casalecchio. **3^, e più drammatica, rotta al Gallo.**

8 – La piena del dicembre 1959 è da considerarsi, per il Reno, piena di normale sviluppo fino al Gallo ove i tre colmi si sono ravvicinati nel tempo esaltando il livello al terzo colmo; lo stesso fenomeno si è ripetuto alla Bastia, ovviamente in maniera più accentuata dati i contributi di Sillaro e di Idice; nel Sillaro si è verificata una situazione critica da Sesto Imolese a Passo del Signore; nel Santerno a fronte di franchi elevati nella parte di monte delle opere arginate, si sono verificati sormonti nella zona di Bagnara e del Ducato di Fabriago. **Rotta sul Santerno al Ducato di Fabriago.**

9 – La piena del novembre 1966 ha avuto la peculiarità della persistenza del livello idrometrico, alla Chiusa di Casalecchio, sopra 2,50 per quasi 5 ore (circa 27.000.000 di mc); questo volume d'acqua notevolissimo ha prodotto il sormonto delle arginature nelle zone delle grandi golene con conseguenti rotte; in tutti i corsi d'acqua del bacino si sono registrate situazioni di pericolo; primo reale utilizzo del Cavo Napoleonico come scolmatore di piena del Reno. **Rotte di Reno a Castel Campeggi ed al Boschetto; rotte di Samoggia ai Forcelli e a Lorenzatico; rotta di Senio a Passo Donegallia.**

10 – La piena del dicembre 1966 ha prodotto livelli idrometrici notevolmente alti se raffrontati alle piogge e, come nel 1951, a distanza di un mese esondazione in corrispondenza della coronella appena costruita. **Sormonto di coronella ed esondazione a Castel Campeggi.**

11 – La piena del novembre 1990, sul Reno ha avuto deflussi regolari fino al verificarsi del fontanazzo e della conseguente rotta dell'argine destro nei pressi del (pil. 91); è stata effettuata

una manovra di eccezionale impegno sullo sbarramento di Reno e sul Cavo, con scolmo in Po di circa 73 milioni di metri cubi, effettuato in circa nove giorni, al fine di ridurre il deflusso altrimenti incontenibile sulla rotta. **Rotta in corrispondenza del metanodotto SNAM al pil. 91.**

12 – La piena del settembre 1994 ha avuto deflussi regolari per il Reno fino quasi alla confluenza del Samoggia, ma a Cento, il livello è risultato di soli 4 cm inferiore a quello raggiunto nella precedente piena del novembre 1990, senz'altro per l'effetto del maggior contributo di Samoggia; la manovra sul Cavo, con scolmo in Po di circa 15 milioni di metri cubi effettuata in 15 ore, ha prodotto una eccessiva riduzione del franco allo sfioratore del Gallo, 2,00 metri circa; e alla Bastia, per effetto della scarsa portata d'Idice e di Sillaro nonché di quella di Reno, decisamente scolmata in Cavo, ha fatto registrare un livello di tutta tranquillità.

..."

6.5 Sistemi di monitoraggio idro-meteorologico

Il bacino montano del fiume Reno ed il suo tratto di pianura sono provvisti di sistemi di telerilevamento di pioggia, temperatura e livelli idrici in sezioni significative dei corsi d'acqua principali. Il telerilevamento consente la trasmissione in tempo reale dei dati registrati ad un database di archiviazione presso il Servizio Idrografico e Mareografico e da questo alle centrali periferiche del Servizio Tecnico Bacino Reno (ex SPDS), della Protezione Civile, della Provincia di Bologna e infine dei Consorzi della Bonifica Renana e Reno-Palata.

Sulla base dell'elaborazione dei dati provenienti dai sensori di pioggia e temperatura si è potuto attuare lo studio idrologico relativo al bacino del Reno, mentre i dati provenienti dai sensori teleidrometrici sono stati utilizzati negli studi idraulici.

I pluviometri nell'area di influenza del bacino del fiume Reno sono circa 30, mentre i telemisuratori dei livelli idrici sono riportati nella Tabella 3.

Tabella 3. Elenco teleidrometri.

Corso d'acqua	Località/struttura
Silla	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gaggio Montano, 1 km circa a monte della confluenza
Setta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sasso Marconi, passerella SEABO
Sambro	<ul style="list-style-type: none"> ▪ confluenza Setta
Reno	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porretta Terme, passerella pedonale ▪ Vergato, ponte stradale in località America ▪ Marzabotto località Panico, traversa di derivazione canale cartiera ▪ Casalecchio di Reno, Chiusa ▪ Casalecchio di Reno, Tiro a volo ▪ Argelato, ponte di Bonconvento ▪ Sostegno, valle chiavica Sostegno del canale Dosolo ▪ Bagnetto, valle porte vinciane collettore acque basse ▪ Cento ponte Strada Comunale ▪ Dosso, ponte ▪ Opera Reno monte e valle, ponte di S. Agostino ▪ ponte del Gallo, Malalbergo ▪ Gandazzolo, chiavica scolo Savena abbandonata ▪ Beccara nuova, chiavica canale Botte ▪ Ponte della Bastia ▪ Volta Scirocco monte e valle

7 SINTESI DEGLI STUDI IDROLOGICI E IDRAULICI

Gli obiettivi degli studi effettuati sono:

- stimare le sollecitazioni idrologiche (piogge e portate) con le quali testare il comportamento del sistema in occasione di eventi molto gravosi;
- svolgere le necessarie verifiche idrologiche ed idrauliche atte ad individuare eventuali tratti d'alveo in condizioni idrauliche critiche, con particolare attenzione alle aree contigue all'alveo soggette ad inondazione ed ai tratti arginali dei cavi fluviali a rischio di sormonto;
- redigere la perimetrazione delle aree ad elevata probabilità di esondazione (evento di piena con $T_R = 25 - 30$ anni), individuare la linea di esondazione e i tratti soggetti a sormonto arginale per piene a $T_R 100 - 200$ anni e contribuire, per quanto riguarda i soli aspetti idraulici, alla definizione delle fasce di pertinenza fluviale.
- valutare i possibili interventi, quantificando in special modo il beneficio apportato in termini di riduzione del rischio idraulico e migliore assetto idraulico fluviale, con un approccio di sistema all'insieme della rete fluviale e del bacino di raccolta delle acque;
- analizzare la fattibilità degli interventi ipotizzati al punto precedente.

7.1 Descrizione degli elementi conoscitivi di base

Costituiscono base generale dell'informazione le C.T.R (Carte Tecniche Regionali) in scala 1:5000 per la regione Emilia-Romagna e 1:10000 per la Toscana, integrate da ortofoto a risoluzione 1:10000, tutto in formato digitale raster.

Ai fini degli studi idraulici, per la rappresentazione del sistema fisico, si sono utilizzati i rilievi topografici delle sezioni trasversali e delle opere idrauliche e di attraversamento del fiume Reno eseguiti dal 1993 al 2000. Inoltre, si è fatto uso di alcune sezioni della parte terminale del Setta (ultimi 500 m) e della sezione relativa al teleidrometro del Silla per la rappresentazione nel modello dei due tratti terminali dei corsi d'acqua interessati.

I rilievi delle sezioni trasversali sono stati integrati localmente, ove disponibili, da rilievi planimetrici.

In particolare i rilievi utilizzati⁶ sono.

- Da ponte della Venturina a Vergato, confluenza Vergatello 46 sezioni, spaziatura media 530 m; (anno 2000).
- Da confluenza Vergatello a stazione FS Vergato 5 sezioni, spaziatura media 200 m; (anno 1998).
- Dal ponte in località America al ponte in località Camugnone 16 sezioni, spaziatura media 400 m (anno 1996).

⁶ Tutti gli elaborati relativi sono archiviati, in originale o in copia, presso l'Autorità di bacino del Reno.

- Da ponte Camugnone alla Chiusa di Casalecchio 105 sezioni, spaziatura media 240 m; (anno 1993).
- Dalla Chiusa di Casalecchio all'Opera Reno 125, spaziatura media 500 m; (anno 1995).
- Dall'Opera Reno alla foce 71 sezioni, spaziatura media 700 m; (anno 1997).

Per il tratto di Setta esaminato e per un tratto di Reno a valle della confluenza del Setta, i rilievi sono stati integrati con alcune sezioni provenienti da rilievi eseguiti dalla società Autostrade fra il 1998 e il 1999.

Gli studi idrologici hanno fatto uso di un DTM⁷ per la descrizione della morfologia del bacino.

Per la calibrazione dei modelli e determinazione delle sollecitazioni ad assegnato tempo di ritorno, si sono utilizzate alcune serie storiche di dati di pioggia e le registrazioni ai teleidrometri relative alle piene del novembre 1990, settembre 1994 e novembre 2000.

7.2 I modelli matematici utilizzati

Per la valutazione delle onde di piena è stata impiegata una metodologia che prevede il calcolo delle precipitazioni di diversa durata, relative ad eventi estremi ed il loro utilizzo in un modello idrologico di trasformazione afflussi-deflussi di tipo concettuale semi-distribuito. Il comportamento idrodinamico è stato simulato mediante un modello idraulico monodimensionale di moto vario che si basa sulla integrazione delle equazioni di De Saint Venant nella forma completa.

7.3 Dettaglio e precisione

Nella valutazione dei risultati di studi idrologici e idraulici basati sull'utilizzo di modelli matematici è importante tenere presente la scala alla quale sono stati eseguiti, ossia il **dettaglio** con cui il sistema fisico che si vuole riprodurre è stato descritto. Il valore dei risultati è strettamente legato a tale scala, quindi studi a scala maggiore possono fornire risultati ai quali è associato un minor grado di incertezza e che possono essere localmente diversi. Tale affermazione risulta evidente se si considera la frequenza di rilievo delle sezioni trasversali dei corsi d'acqua. Sul Reno le sezioni sono state rilevate con un passo che va dai 400 ai 1000 m, se fra una sezione e l'altra il tratto di fiume è omogeneo, anche infittendo le sezioni (aumentando la scala) i risultati non presenteranno differenze di rilievo, se invece il tratto presenta un'anomalia (allargamento, restringimento, cambio di pendenza, ecc.) ecco allora che un infittimento che vada a riprodurla darà risultati localmente diversi in misura proporzionale all'entità dell'anomalia.

All'accuratezza del dato contribuisce naturalmente anche la **precisione** del modello, cioè il grado di approssimazione con cui la formulazione matematica riproduce il fenomeno reale, ma questa è generalmente, e in particolar modo per i modelli usati nella redazione degli studi per il presente Piano, del tutto trascurabile rispetto al dettaglio utilizzato. Ad essa può essere associato una qualche rilevanza solo nella riproduzione delle condizioni idrauliche appena a monte ed a valle di

⁷ Modello digitale del terreno o modello delle altitudini (DEM). La superficie esaminata è suddivisa in celle, generalmente quadrate; ad ogni cella è assegnata la quota media del territorio che ricopre.

strutture quali ponti, traverse e briglie nelle aste montane, ma questo aspetto è stato ampiamente considerato nella valutazione e interpretazione dei risultati relativi.

Si conclude dicendo che, seppur si ritengano utili, soprattutto nella parte montana, maggiori elementi conoscitivi laddove si presume sussistano delle anomalie o nei centri abitati, la scala usata è quella adatta a descrivere i fenomeni idrologici e idraulici al fine di definire una pianificazione di bacino. Una scala maggiore sarà richiesta localmente, in sede progettuale, per l'attuazione degli interventi.

7.4 Territorio del bacino montano del fiume Reno

7.4.1 Studio idrologico⁸: valutazione delle onde di piena a prefissato tempo di ritorno.

Lo studio idrologico ha avuto come fine quello di valutare l'entità e la forma degli idrogrammi di piena associati ad un prefissato tempo di ritorno, in base alla conoscenza di alcune serie storiche di pioggia e temperatura registrate da un numero sufficiente di stazioni e delle caratteristiche del bacino: forma, lunghezza e distribuzione del reticolo di scolo, altitudini, tipo e distribuzione della vegetazione e del suolo.

La valutazione degli idrogrammi di piena ad associato tempo di ritorno è stata preceduta:

- dalla calibrazione del modello sul bacino in esame per eventi storici;
- dalla valutazione di eventi estremi di precipitazione di prefissato tempo di ritorno.

La valutazione degli eventi estremi porta alla definizione di piogge di durata variabile (1, 3, 6, 12, 18, 24 ore) e intensità costante, su ogni sottobacino in cui è stato suddiviso il bacino principale, tramite una metodologia che elabora delle mappe di valori estremi create mediante l'analisi di eventi storici.

Lo studio è stato effettuato in due fasi: la prima che ha individuato gli idrogrammi di piena per $T_R = 25$ e 100 anni nelle sezioni di chiusura dei bacini montani di Reno, Samoggia e Lavino, utilizzata nello studio del Reno a valle della Chiusa; la seconda che ha individuato gli idrogrammi di piena relativi a più sezioni dei bacini montani di Reno e Samoggia per piene relative a $T_R = 30, 100, 200, 500$ anni. Per ogni tempo di ritorno si sono calcolati gli idrogrammi relativi ad eventi di durata 12, 18 e 24 ore, cioè quelli che da un'apposita analisi sono risultati essere i più gravosi per il bacino del Reno.

⁸ "Studio per il calcolo delle portate al colmo e degli idrogrammi di piena nelle sezioni di Bazzano e Forcelli sul torrente Samoggia, di Casalecchio sul fiume Reno e di Zola Predosa sul torrente Lavino." Ing. R. Vignoli per l'Autorità di bacino del Reno, 1997. "Generazione di idrogrammi di piena nel bacino del fiume Reno chiuso a Casalecchio" Ing. R. Vignoli per l'Autorità di bacino del Reno, 1998.

7.4.2 Studio idraulico⁹: valutazione delle condizioni di deflusso di piena da Ponte della Venturina alla Chiusa di Casalecchio.

Sulla base dei rilievi topografici è stato implementato il modello idraulico del fiume Reno da Ponte della Venturina alla Chiusa di Casalecchio. Il modello include le sezioni trasversali derivanti dai rilievi citati nel cap. 7.1 e la rappresentazione di briglie e ponti mediante leggi ricavate dall'analisi della forma della gaveta e delle luci.

Lo schema adottato è composto da un ramo principale, che rappresenta il Reno, e di due rami affluenti, per Silla e Setta. Tali rami sono stati introdotti per poter riprodurre gli apporti dei due affluenti di Reno in fase di calibrazione, utilizzando le registrazioni dei teleidrometri posizionati a monte delle confluenze. A causa dell'assenza di sensori sugli altri affluenti, la calibrazione non ne ha potuto riprodurre l'apporto.

Si è proceduto quindi alla calibrazione del modello individuando il coefficiente di scabrezza, caratteristica idraulica incognita, che meglio riproduceva l'evento storico scelto: l'evento del novembre 2000. Quest'ultimo è il primo evento rilevante in cui il teleidrometro sul Silla, di recente installazione, sia stato attivo. Si sono utilizzate le registrazioni di Porretta, Silla, Vergato, Panico, Sasso Marconi e Casalecchio (Chiusa).

Le registrazioni di Porretta, Silla, Sasso Marconi hanno consentito di riprodurre le onde di ingresso, come condizione di valle è stata utilizzata la scala di deflusso derivante dal rilievo della Chiusa, le misurazioni di Vergato, Panico e Casalecchio sono state utilizzate per la calibrazione.

La calibrazione è stata validata sull'evento del settembre del 1994 con risultati soddisfacenti. La validazione è consistita nel verificare che il modello idraulico calibrato riproducesse in maniera corretta un altro evento di piena noto.

Per il tratto da Ponte della Venturina a Porretta si è assunto lo stesso coefficiente di scabrezza del tratto di valle. Data l'assenza di teleidrometri a monte di Porretta, l'individuazione tramite calibrazione non è stata possibile, si è proceduto allora a valutazioni di tipo qualitativo, alla consultazione di tabelle di riferimento e all'applicazione del principio di similitudine con i tratti poco a valle.

Lo scopo della calibrazione e della validazione era di ottenere un modello che ben riproducesse il comportamento di piena del fiume Reno, a questo punto si è proceduto alla simulazione degli eventi di piena con T_R di 30 e 200 anni, utilizzando i risultati dello studio idrologico per riprodurre i contributi di tutti i sottobacini affluenti. Si sono simulati gli andamenti dei livelli idrici per onde derivanti da durate di pioggia di 12 e di 18 ore per individuare la condizione più gravosa associata ad ognuno dei tempi di ritorno considerati. Per ogni tempo di ritorno e in ogni sezione di calcolo si sono ottenuti i livelli idrici di piena mediante l'involuppo massimo dei risultati relativi alle due diverse durate di pioggia. Sui livelli idrici massimi e sui profili idraulici da essi derivati è stata basata l'individuazione delle linee di esondazione massima, per alta e moderata probabilità di inondazione.

⁹ "Studio idraulico del fiume Reno da Ponte della Venturina alla Chiusa di Casalecchio di Reno". Ing. L. Zamboni, Autorità di bacino del Reno, Aprile 2001.

7.5 Asta valliva del fiume Reno

7.5.1 Studio idraulico¹⁰: valutazione delle condizioni di deflusso di piena nell'asta del Reno dalla Chiusa di Casalecchio a Ponte del Gallo.

Lo studio ha utilizzato il rilievo degli alvei di pianura del fiume Reno e dei torrenti Lavino e Samoggia (vedi cap. 7.1) per la verifica delle condizioni di propagazione di eventi estremi di piena basati sugli idrogrammi calcolati alla chiusura dei bacini montani di Reno e Samoggia da eventi di pioggia di ricorrenza venticinquennale e monosecolare (vedi studi idrologici cap. 7.4.1). Il modello di calcolo utilizzato per le simulazioni idrauliche è stato introdotto nel cap. 7.2, per una descrizione più ampia, fare riferimento alla relazione tecnica citata in nota.

Lo schema adottato per la rappresentazione del reticolo idrografico comprende tre rami:

- Lavino da Zola Predosa a sfocio in Samoggia;
- Samoggia da Bazzano a sfocio in Reno;
- Reno dalla Chiusa di Casalecchio al ponte del Gallo.

Lo scolmo del Cavo Napoleonico è rappresentato come uscita a legge imposta di portata.

Il modello è stato tarato in base ai dati di livello rilevati lungo gli alvei durante gli eventi di piena del 1990, del 1994 e del 1996 e tenendo conto delle portate scolmate in Po attraverso il Cavo Napoleonico. Gli ingressi utilizzati sono: alla Chiusa di Casalecchio l'onda di portata desunta dall'idrogramma osservato per mezzo di una scala di deflusso validata, a Forcelli in testa al Samoggia, l'onda di livello misurata, l'apporto del Lavino è stato trascurato. Si è imposta al sistema anche un'uscita: l'onda di portata registrata in ingresso al Cavo Napoleonico. L'idrogramma registrato dal teleidrometro del Gallo è stato imposto come condizione di valle. Per la calibrazione si sono utilizzate le registrazioni di Casalecchio-tiro a volo, Sostegno, Bagnetto, Cento, Dosso. Le luci di efflusso dell'Opera Reno sono state considerate a geometria fissa.

In fase di progetto, per il Cavo si è utilizzata la scala di portata (relazione portata-livelli) relativa a 3 luci aperte su 5 (configurazione più frequentemente adottata) con la limitazione del massimo a $500 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre come condizione di valle al Gallo si è utilizzata una scala di deflusso di moto uniforme, dopo aver verificato la sua validità su un campione di dati misurati.

Per ognuno dei tempi di ritorno considerati (25 e 100 anni) si sono simulati eventi con diversa distribuzione delle piogge, i livelli massimi sono stati ottenuti per la piena di solo Reno dalla Chiusa a Bonconvento, per la condizione di piena contemporanea sul Reno e sul Samoggia nel tratto di Reno a valle di Bonconvento.

Nella seconda fase dello studio si è proceduto con l'individuazione dei tratti critici concludendo con la verifica dei benefici (in termini di migliore sicurezza idraulica del territorio di pianura) che potrebbero essere prodotti da interventi di manutenzione degli alvei (controllo della crescita della

¹⁰ "Studio idraulico del fiume Reno dalla Chiusa di Casalecchio a ponte del Gallo e dei torrenti Samoggia da Bazzano a sfocio Reno e Lavino da Ponte Rivabella a sfocio Samoggia. Verifica delle condizioni di deflusso in piena e proposte di intervento". Università degli Studi di Bologna, Facoltà di Ingegneria, DISTART per l'Autorità di bacino del Reno, Febbraio 1997.

vegetazione fluviale), da interventi convenzionali (svasi golenali, risezionamenti e riprofilature degli alvei) e non convenzionali (serbatoi di piena, casse di espansione, diversivi).

In particolare, la diminuzione progressiva dell'officiosità idraulica dalla Chiusa al ponte del Gallo ha reso evidente la necessità di provvedere mediante il contenimento dei volumi d'acqua che eccedono la capienza dell'alveo in riferimento alla piena centennale. L'analisi del territorio e il calcolo dei volumi necessari hanno portato la scelta sulla realizzazione di tre casse di espansione localizzate lungo il sistema Reno-Samoggia, alle quali si aggiunge un'ulteriore area di invaso da ottenersi mediante escavazione di aree golenali. I siti individuati sono:

- Area "Orsi-Mangelli", in sinistra del torrente Samoggia in Comune di S.Giovanni in Persiceto [Piano di Bacino del torrente Samoggia];
- Area "Bagnetto", alla confluenza Samoggia in Reno ricompresa fra l'argine destro di Samoggia e l'argine sinistro di Reno, in Comune di Sala Bolognese e Castello d'Argile [tavola 2.21 sigla Li/C5 PSAI];
- Area "Trebbo", in destra del fiume Reno in Comune di Castel Maggiore e Calderara di Reno nell'antico meandro del Rampionese [tavola 2.17B sigla Li/C1 del PSAI];
- Area golenale "Barleda, Bonconvento, Boschetto", fiume Reno appena a monte ed a valle del ponte della S.P. Trasversale di Pianura [tavola 2.18 nell'ordine sigla Li/C2, Li/C3, Li/C4 del PSAI].

Lo studio ha individuato altri interventi volti ad omogeneizzare le condizioni di rischio lungo l'asta di Reno, anche in relazione alle previsioni di subsidenza, eliminando locali abbassamenti degli argini, al loro consolidamento e rinforzo per ridurre i rischi di sifonamenti, sfondamenti e crolli, ad attuare attività di manutenzione ordinaria al fine di ripristinare e mantenere nel tempo valori di scabrezza adeguati al transito delle piene.

7.5.2 Studio idraulico¹¹: valutazione delle condizioni di deflusso di piena nell'asta del Reno da Ponte del Gallo allo sbarramento di Volta scirocco (prossimità foce).

Sulla base dei rilievi topografici è stato implementato il modello del fiume Reno da ponte del Gallo allo sbarramento di Volta Scirocco. Il modello include le sezioni trasversali derivanti dai rilievi citati nel cap. 7.1 e la rappresentazione di briglie e ponti mediante leggi ricavate dall'analisi della forma della gaveta e delle luci.

Lo schema adottato è composto dal ramo principale che rappresenta il Reno e da quattro rami affluenti, per Idice, Sillaro, Santerno e Senio, introdotti per poter riprodurre i loro apporti mediante le registrazioni dei teleidrometri corrispondenti, in fase di calibrazione.

Si è proceduto quindi alla calibrazione del modello individuando il coefficiente di scabrezza, caratteristica idraulica incognita, che meglio riproduceva l'evento storico scelto: l'evento del settembre 1994.

¹¹ "Studio idraulico del fiume Reno a valle del ponte del Gallo". Ing. G. Menna per l'Autorità di bacino del Reno, Giugno 1999.

Le registrazioni del Gallo, Castenaso, Sesto Imolese, S. Bernardino e Alfonsine hanno consentito di riprodurre le onde di ingresso, come condizione di valle in taratura è stata utilizzata la registrazione del teleidrometro di Volta Scirocco; le misurazioni di Gandazzolo, Beccara Nuova per la calibrazione.

Si è proceduto, poi alla simulazione degli eventi con $T_R = 25$ e 100 anni, utilizzando le onde di portata provenienti dallo studio citato al cap. 7.5.1 elaborate nello studio idrologico. Come condizione di valle è stata definita una scala di deflusso di moto uniforme.

Le onde di piena utilizzate prevedevano le seguenti condizioni di progetto:

1. Funzionamento a pieno regime del Cavo Napoleonico ($Q_{\max}=500 \text{ m}^3/\text{s}$); contemporaneità di piena Reno e Samoggia.
2. Funzionamento a pieno regime del Cavo Napoleonico ($Q_{\max}=500 \text{ m}^3/\text{s}$) e contemporaneo funzionamento di tre casse di espansione indicate come intervento di riduzione del rischio di esondazione e ubicate in località Trebbo e Bagnetto per il fiume Reno e Le Budrie per il torrente Samoggia, oltre alle tre casse golenali di Reno, Barleda, Bonconvento e Boschetto.

Infine, lo studio è stato accompagnato dalla valutazione dell'efficienza idraulica del tratto, mediante simulazione dei profili di moto permanente associati a diversi valori di portata incrementati di volta in volta di $100 \text{ m}^3/\text{s}$ fino al raggiungimento del massimo defluibile.

7.6 Risultati delle simulazioni idrauliche

I risultati delle simulazioni idrauliche condotte negli studi idraulici descritti nei capitoli precedenti sono riportati nelle dieci tabelle che seguono in termini di portata e livelli massimi associati ai tempi di ritorno studiati.

A descrizione della morfologia fluviale, si riportano anche le quote minime di fondo alveo e, per il tratto arginato di Reno, le quote delle sommità arginali. Nel tratto da Longara a Dosso sono state inserite le nuove quote arginali derivanti dall'esecuzione dei lavori di risagomatura arginale, già previsti dall'Autorità di bacino del Reno nello "Schema Previsionale e Programmatico" del 1999, nel tratto in fase di realizzazione le quote sono fra parentesi.

Ogni valore di livello è associato ad una sezione trasversale indicata in tabella con un codice e collocata in planimetria nelle tavole B allegate alla presente relazione.

Ad ulteriore ausilio nelle valutazioni idrauliche, si riportano, in allegato C, diciannove tavole che contengono la rappresentazione dei profili idraulici per piene a T_R di 25 - 30, 100 - 200 anni con i riferimenti:

- del fondo fluviale,
- degli argini nei tratti in cui sono presenti,
- dell'impalcato dei ponti e della gaveta delle briglie.

Si specifica che i livelli idrici indicati sono il risultato dell'involuppo massimo delle simulazioni idrauliche in relazione al tempo di ritorno, privi della valutazione del franco di sicurezza. Per ottenere le **quote di sicurezza** è necessario applicare un franco ai livelli calcolati, esso può variare

in un intervallo da 0.5 a 2 metri in relazione all'opera che si vuole dimensionare o al bene che si vuole proteggere e all'incertezza legata all'approssimazione locale dello schema di calcolo.

Per un uso corretto dei risultati idraulici ai fini della valutazione del rischio idraulico o di progettazione è necessario che ogni quota messa in relazione con essi sia riferita ai capisaldi altimetrici utilizzati per il rilievo delle sezioni trasversali. Tutti i riferimenti altimetrici sono da richiedersi agli uffici dell'Autorità di Bacino del Reno.

Tabella 4: livelli e portate ottenuti dall'involuppo dei massimi per Tr 30 e 200 anni, in ogni sezione trasversale utilizzata nello schema di calcolo, relativamente al tratto montano del fiume Reno. (m.= monte, v. =valle)

CODICE	Distanza Progr. [m]	SEZIONI		PORTATE E LIVELLI				FONDO
		Localizzazione	Descrizione	Lmax30 [m s.l.m.]	Qmax30 [m³/s]	Lmax200 [m s.l.m.]	Qmax200 [m³/s]	Quota del fondo (m s.l.m.)
146m	25165	Ponte della Venturina	m. ponte	389.0	305	389.6	392	384.5
146	25179	Ponte della Venturina	v. ponte	388.2	305	388.7	392	384.5
145	25394	Ponte della Venturina		385.6	435	386.1	559	382.1
144	25606	Ponte della Venturina		382.0	435	382.5	559	378.0
143	26139	Renghino		376.0	435	376.5	559	371.5
142	26649	la Castellina		371.1	435	371.4	559	367.1
141	27540	Valverde		363.7	435	364.2	559	359.7
140	27897	Madonna del Ponte		360.4	435	361.1	559	355.0
140m	27914	Madonna del Ponte	m. ponte	360.6	435	361.2	559	355.3
140v	27925	Madonna del Ponte	v. ponte	359.7	435	360.1	559	355.3
140bm	27979	La Puzzola	m. briglia	359.3	435	359.7	559	356.2
140bv	27990	La Puzzola	v. briglia	358.1	435	358.6	559	355.1
139m	28572	Porretta	m. ponte FS	354.1	435	354.8	559	348.8
139v	28580	Porretta	v. ponte FS	353.4	435	354.0	559	348.8
139bm	28672	Porretta	m. briglia	352.8	435	353.4	559	349.2
139bv	28680	Porretta	v. briglia	351.1	435	351.8	559	346.5
138m	28808	Porretta	m. passerella	350.2	435	350.9	559	345.2
138	28816	Porretta	v. passerella	349.6	435	350.2	559	345.2
137	28992	Porretta	m. ponte	348.0	471	348.7	607	344.2
137v	29009	Porretta	v. ponte	347.2	471	347.7	607	344.2
pp1	29022	Porretta		347.1	471	347.7	607	343.5
pp4	29247	Porretta		345.4	471	346.0	607	340.0
pp6	29520	Porretta		343.3	471	343.8	607	339.0
pp7	29595	Porretta		342.8	471	343.2	607	339.0
pp8	29723	Porretta		342.0	471	342.5	607	338.0
136bm	29758	Porretta	m. briglia	341.9	471	342.4	607	337.7
136	29774	Porretta	v. briglia	339.8	471	340.3	607	334.8
pp9	29861	Castel di Casio		339.0	471	339.4	607	335.7
pp10	30006	Castel di Casio		337.6	471	337.8	607	334.5
pp11	30156	Castel di Casio		336.6	471	336.9	607	333.6
pp12	30319	La Speranza		335.5	471	336.0	607	330.8
pp13	30654	La Speranza		333.9	471	334.2	607	330.3
pp14	30759	La Speranza		333.3	471	333.6	607	329.5
ppc	30900	S. Pancrazio		331.9	471	332.1	607	329.3
135	31064	Cà di Fontana		328.5	471	328.9	607	324.2
ppd	31203	Cà di Fontana		327.0	472	327.5	608	322.5
134m	31642	Silla	m. ponte	324.6	483	325.2	621	320.2
134	31646	Silla	v. ponte	324.0	471	324.5	607	320.2
	31787	Silla	confluenza Silla	323.2	661	323.8	855	319.0
133	31845	Silla		322.8	661	323.4	855	318.2
ppf	32220	Silla		320.0	661	320.7	855	315.1
ppg	33200	Sassuriano		312.1	661	312.9	855	305.8
132	33274	Sassuriano		311.5	660	312.2	855	305.0
131	34435			302.2	660	302.9	855	297.8
130	34638			300.5	660	301.1	855	295.1
129	35107	Casale di Sopra		296.8	660	297.2	855	292.6
128m	35663	Casalino	m. briglia	294.0	660	294.9	855	289.5
128	35679	Casalino	v. briglia	290.5	660	290.9	855	286.5
127	36273	Serrazanetti		284.6	660	285.1	855	279.2
126	36878	Molinazzo		279.2	660	279.6	855	275.3
125	37631	Cà di Giulio-Ranocchia		273.2	660	273.7	855	268.5
124	38034	Vaina-Casello		270.7	660	271.4	855	265.1
123	38563	Maranino		267.6	660	268.3	855	261.8
122	38863	Maranino	m. ponte	266.0	660	266.6	855	260.9
122v	38875	Maranino	v. ponte	265.5	697	266.1	911	260.9

continua alla pagina seguente

segue

CODICE	Distanza Progr. [m]	SEZIONI		PORTATE E LIVELLI				FONDO
		Localizzazione	Descrizione	Lmax30 [m s.l.m.]	Qmax30 [m³/s]	Lmax200 [m s.l.m.]	Qmax200 [m³/s]	Quota del fondo (m s.l.m.)
121	39135	Marano	m. ponte FS	264.0	697	264.5	911	258.3
121m	39118	Marano	v. ponte FS	263.1	697	263.6	911	258.3
121bm	39218	Marano	m. briglia	262.8	697	263.3	911	256.2
121v	39226	Marano	v. briglia	260.5	697	261.0	911	256.2
120	40136	Castellina		253.9	697	254.6	911	248.9
119	40682	Riola		249.3	697	249.9	911	243.7
118	41250	Riola	m. ponte	245.3	697	246.1	910	239.7
118v	41262	Riola	v. ponte	244.8	697	245.5	910	239.7
117	41511	Riola		243.9	697	244.8	910	238.5
116	41700	Riola		243.1	1039	244.0	1358	237.6
115	42011	Riola	confluenza L. treppio	240.5	1039	241.3	1358	235.0
AAT	42200			239.0	1039	239.8	1358	233.02
BBT	42283			238.5	1039	239.2	1358	232.67
CCT	42401			237.7	1039	238.3	1358	232.43
114	42440	Canova		237.5	1039	238.1	1358	232.1
113	42892	Canova		234.6	1039	235.1	1357	230.1
112m	43516	Lissano	m. ponte FS	231.6	1038	232.4	1357	225.9
112b	43530	Lissano	v. ponte FS/ briglia	230.9	1038	231.5	1357	225.9
112	43544	Lissano		230.8	1038	231.4	1357	224.8
111bm	44438	Spareda di Sotto	m. briglia	225.4	1038	225.9	1357	222.6
111md	44460	Spareda di Sotto	v. briglia	224.2	1038	225.0	1357	217.7
110	44972	Malpasso		222.0	1037	222.8	1357	214.9
109	45715	Malpasso	ponte	217.6	1037	218.3	1357	211.9
108	46401	Carboncina	m. ponte	212.8	1037	213.5	1357	206.9
108v	46414	Carboncina	v. ponte	212.2	1037	212.8	1357	206.9
107	47204	Carbona		207.2	1037	207.7	1357	202.4
106	47570	Carbona		204.8	1036	205.3	1357	199.6
105	48290	Ospedale di sotto		200.6	1036	201.3	1357	195.6
104	49168	Quaderna		196.6	1040	197.1	1367	190.9
103	49588	M.no Quaderna		194.6	1040	195.1	1367	188.6
102	49826	Vergato		194.1	1040	194.5	1367	187.7
101b	50153	Vergato		192.5	1040	193.0	1367	187.8
101	50354	Vergato	confluenza Vergatello	191.4	1122	192.3	1511	185.2
100	50500	Vergato		191.1	1121	192.1	1511	184.7
99c	50611	Vergato		190.9	1121	192.0	1511	184.4
99b	50827	Vergato		190.0	1121	191.0	1511	183.5
99a	50897	Vergato	m. ponte FS	190.1	1121	191.1	1511	182.2
99	50912	Vergato	v. ponte FS	189.7	1121	190.7	1511	183.0
98m	51148	America	m. ponte	188.7	1121	189.6	1511	182.4
98	51165	America	v. ponte	188.1	1121	189.0	1511	182.4
97m	51395	America	m. ponte FS	187.2	1121	188.2	1511	180.3
97	51412	America	v. ponte FS	186.6	1121	187.4	1511	180.3
96m	51920		m. briglia	184.4	1121	184.9	1511	180.5
96v	51941		v. briglia	182.2	1121	183.0	1511	176.2
95m	52205	Cà di Ferro	m. ponte FS	181.5	1121	182.2	1511	175.9
95v	52217	Cà di Ferro	v. ponte FS	181.1	1121	181.9	1511	175.9
94	52536	Cà Clemente		180.0	1121	180.8	1511	173.7
93	53061	Mulinello		177.2	1128	178.3	1537	170.5
93bm	53105	Mulinello	m. ponte FS	177.2	1128	178.3	1537	171.7
93b	53115	Mulinello	v. ponte FS	176.5	1128	177.5	1537	171.6
92b	53726	Madonna del Bosco	m. ponte	173.1	1128	174.1	1537	165.9
92	53753	Madonna del Bosco	v. ponte	172.5	1128	173.4	1537	164.5
91	54404	Calvenzano		169.2	1128	169.9	1537	163.9
90	54816	Calvenzano		167.3	1127	168.0	1537	161.6
89	55480	Calvenzano		165.5	1127	166.4	1537	157.1

continua alla pagina seguente

segue

CODICE	Distanza Progr. [m]	SEZIONI		PORTATE E LIVELLI				FONDO
		Localizzazione	Descrizione	Lmax30 [m s.l.m.]	Qmax30 [m³/s]	Lmax200 [m s.l.m.]	Qmax200 [m³/s]	Quota del fondo (m s.l.m.)
88	55838	Camugnone		164.2	1126	165.3	1537	155.3
87	56198	Camugnone		163.2	1126	164.3	1537	155.8
86m	56365	Camugnone	m. ponte FS	162.8	1126	163.7	1537	155.0
86v	56375	Camugnone	v. ponte FS	162.4	1126	163.1	1537	155.0
85am	56430	Camugnone	m. briglia	162.6	1126	163.4	1537	156.5
	56442	Camugnone	v. briglia	159.3	1126	160.3	1537	152.5
85	56462	Camugnone		159.3	1126	160.2	1537	152.4
84	56700	Pioppe di Salvaro		158.3	1126	159.3	1537	153.3
83	56943	Pioppe di Salvaro		157.7	1126	158.8	1537	151.0
82m	57275	Pioppe di Salvaro	m. ponte FS	156.9	1126	157.8	1537	150.8
82v	57294	Pioppe di Salvaro	v. ponte FS	156.2	1126	157.0	1537	150.8
81v	57310	Pioppe di Salvaro	ponte	156.2	1126	157.0	1537	149.9
80	57448	Pioppe di Salvaro		155.8	1126	156.6	1536	149.6
79	57572	Pioppe di Salvaro		155.2	1126	156.0	1536	148.9
78	57762	Pioppe di Salvaro		154.4	1126	155.3	1536	147.5
77	58012	Pioppe di Salvaro		153.7	1126	154.6	1536	146.1
76	58162	Pioppe di Salvaro		152.9	1126	153.8	1536	145.7
75	58528			151.3	1126	152.1	1536	144.8
74	58881	Albareda		149.7	1126	150.5	1536	144.7
73	59315	Casone della barca		147.3	1126	148.2	1536	142.0
72	59552			146.2	1126	147.1	1536	140.7
71	59765	Sibano		145.2	1126	146.2	1536	138.2
70	59984	Sibano		144.5	1126	145.6	1536	137.2
69	60245	Palazzina		143.8	1126	144.9	1536	136.7
68m	60559		m. ponte	143.1	1126	144.2	1536	135.1
68v	60569		v. ponte	142.5	1126	143.5	1536	135.1
67m	60609		m. briglia	142.6	1126	143.6	1536	137.3
67v	60620		v. briglia	140.3	1126	141.5	1536	135.0
66a	60647	Pian di Venola		139.1	1126	139.8	1536	134.0
66	60778	Pian di Venola		138.5	1126	139.1	1536	133.4
65m	60910	Pian di Venola	confluenza Venola	137.9	1126	138.5	1536	133.0
65v	60925	Pian di Venola	confluenza Venola	138.0	1136	138.6	1578	133.0
64	61214	Pian di Venola		137.0	1136	137.6	1578	132.5
62a	61476	Pian di Venola		135.4	1136	135.9	1579	131.1
62	61838	Pian di Venola		132.9	1136	133.4	1592	129.3
61m	62094		m. briglia	131.6	1136	132.2	1592	128.7
60a	62119	Marzabotto	v. briglia	131.1	1136	131.8	1592	126.9
60	62314	Marzabotto		130.3	1136	131.1	1583	125.7
59	62529	Marzabotto		129.7	1136	130.6	1579	125.3
58	62788	Marzabotto		129.2	1136	130.0	1578	123.8
57	63106	Marzabotto		128.1	1136	128.9	1578	122.9
56	63528	Marzabotto		126.7	1135	127.7	1577	121.2
55	63776	Marzabotto		126.0	1135	126.9	1577	120.5
54	63983	Marzabotto		125.1	1135	125.9	1577	119.4
53a	64266	Marzabotto		124.1	1135	125.0	1577	118.2
53	64416	Marzabotto		123.2	1135	124.1	1577	116.5
52	64835	Sassatello		121.8	1149	122.7	1622	115.1
51	65122	Sassatello		121.4	1147	122.5	1620	114.5
50	65651	Sassatello		121.0	1146	122.2	1619	114.1
49a	65934	Panico		120.2	1146	121.3	1619	109.9
49m	66160	Castellazzo	m. ponte	119.7	1146	120.6	1620	112.8
49v	66170	Castellazzo	v. ponte	118.9	1146	119.8	1627	112.8
48am	66291	Barleda	m. traversa	118.6	1146	119.4	1627	114.3
48	66337	Barleda	v. traversa	117.3	1145	118.7	1627	110.8
47m	66423	Barleda	m. ponte FS	116.8	1142	118.3	1627	112.2

continua alla pagina seguente

segue

CODICE	Distanza Progr. [m]	SEZIONI		PORTATE E LIVELLI				FONDO
		Localizzazione	Descrizione	Lmax30 [m s.l.m.]	Qmax30 [m ³ /s]	Lmax200 [m s.l.m.]	Qmax200 [m ³ /s]	Quota del fondo (m s.l.m.)
47mv	66428	Barleda	v. ponte FS/ m. briglia	116.2	1141	117.8	1627	111.5
47v	66443	Barleda	v. briglia	115.8	1148	117.1	1627	108.0
46	66533	Barleda		115.7	1146	117.0	1625	109.0
45	66847			114.8	1146	116.0	1622	107.7
44a	67020	Lama di Reno		114.4	1146	115.6	1620	107.6
44	67145	Lama di Reno		113.9	1146	115.0	1621	104.8
43	67428	Lama di Reno		113.1	1146	114.3	1619	104.1
42a	67720	Lama di Reno		112.6	1146	113.9	1619	104.4
10	67782	Lama di Reno		112.3	1145	113.5	1619	105.8
11	67990	Lama di Reno		111.6	1145	112.9	1619	106.0
42m	67994	Lama di Reno		111.6	1145	112.7	1619	106.2
42	68000	Lama di Reno	ponte	111.4	1145	112.6	1619	106.2
42v	68006	Lama di Reno		111.5	1145	112.7	1619	106.2
41am	68049	Lama di Reno	m. briglia	111.4	1145	112.6	1619	105.0
41a1	68074	Lama di Reno	v. briglia	111.2	1145	112.4	1619	105.8
16	68125	Lama di Reno		110.8	1145	111.9	1619	104.5
19sa	68171	Lama di Reno		110.7	1145	111.7	1619	104.8
20sb	68191	Lama di Reno		110.6	1145	111.6	1619	104.8
21sc	68233	Lama di Reno		110.4	1145	111.4	1619	104.8
22sd	68255	Lama di Reno		110.3	1145	111.3	1619	104.7
23se	68295	Lama di Reno		110.2	1145	111.1	1619	104.3
24sf	68318	Lama di Reno		110.2	1145	111.1	1619	103.9
25sg	68338	Lama di Reno		110.1	1145	111.1	1619	103.7
26sh	68358	Lama di Reno		110.1	1145	111.0	1619	103.6
27si	68378	Lama di Reno		110.1	1146	111.0	1619	103.6
28sl	68398	Lama di Reno		110.0	1146	111.0	1619	103.6
2941	68447	Lama di Reno		109.8	1146	110.7	1619	103.6
30sm	68488	Lama di Reno		109.7	1146	110.6	1620	103.5
31s	68521			109.6	1146	110.6	1620	103.5
32s	68555			109.5	1148	110.5	1622	103.4
40m	68780		m. ponte FS	108.1	1156	109.0	1622	103.7
40	68787		v. ponte FS	107.8	1158	108.7	1622	103.7
36s	68792		m. briglia	107.9	1159	108.9	1622	103.7
40v	68798		v. briglia	107.7	1140	108.6	1622	100.3
39a	68871			107.5	1146	108.4	1622	100.9
39	69022			106.8	1145	107.8	1622	100.1
38	69275			105.9	1145	106.9	1620	99.7
37	69808	Casella-Rampugnano		104.2	1145	105.2	1619	97.3
36	70303	Casella-Rampugnano		102.2	1145	103.0	1618	95.0
35	70557	Fiaccacollo		100.7	1145	101.5	1618	95.2
34	70785			99.6	1144	100.7	1616	95.5
33	71026			99.1	1142	100.4	1611	91.7
R11	71415		confluenza Setta	98.6	1535	100.0	2287	92.0
31	71661	Ziano di Sotto		97.6	1534	98.8	2287	90.7
30m	71908	Sasso Marconi	m. ponte	96.7	1534	97.8	2287	88.3
30v	71918	Sasso Marconi	v. ponte	96.6	1534	97.8	2287	88.3
29	72359	Sasso Marconi		95.5	1534	96.8	2286	88.0
28	72627	Sasso Marconi		94.9	1533	96.4	2286	88.0
27m	72876	Sasso Marconi	m. ponte	94.2	1533	95.7	2286	86.6
27v	72886	Sasso Marconi	v. ponte	93.6	1533	94.9	2286	86.6
26am	72960	Sasso Marconi	m. briglia	93.2	1533	94.7	2286	88.1
26av	72968	Sasso Marconi	v. briglia	92.4	1533	93.3	2286	87.0
26	73018	Sasso Marconi		92.1	1533	93.0	2286	86.4
25	73535	Sasso Marconi		90.4	1532	91.3	2284	84.9
24	73810			89.8	1532	90.9	2282	84.7
23	74314			88.8	1531	90.1	2280	80.9

continua alla pagina seguente

segue

CODICE	Distanza Progr. [m]	SEZIONI		PORTATE E LIVELLI				FONDO
		Localizzazione	Descrizione	Lmax30 [m s.l.m.]	Qmax30 [m ³ /s]	Lmax200 [m s.l.m.]	Qmax200 [m ³ /s]	Quota del fondo (m s.l.m.)
R7	74863			88.4	1529	89.7	2279	80.7
21	75266			88.0	1529	89.1	2279	80.2
20	75518	Vizzano		87.6	1529	88.6	2279	80.2
19a	75965			86.7	1529	87.8	2279	79.7
R3	76224			86.2	1529	87.4	2279	79.4
19m	76420		m. ponte	85.8	1529	86.9	2279	77.9
19v	76433		v. ponte	85.1	1547	86.0	2290	77.9
18v	76535	Palazzo dei Rossi	m. briglia	84.8	1547	85.6	2290	80.1
18	76593	Palazzo dei Rossi	v. briglia	78.7	1546	79.9	2290	73.0
16	77159	Palazzo dei Rossi		77.0	1546	78.1	2290	69.5
15	77671			76.1	1546	77.3	2289	68.9
14a	78139			74.7	1546	75.7	2289	67.4
14	78488			72.9	1546	73.7	2289	67.4
13m	78704		m. briglia	72.1	1546	72.8	2289	68.0
13	78753		v. briglia	71.1	1546	72.1	2289	69.0
12	78866			70.8	1545	71.8	2288	65.5
11a	79300	Fornace Marescalchi		69.9	1545	71.0	2287	64.4
11	79484			69.7	1544	70.9	2285	63.2
10	79956	Laghi del Maglio		69.4	1543	70.6	2283	60.7
9	80258	Laghi del Maglio		69.1	1543	70.3	2282	61.4
8	80586			68.9	1542	70.1	2282	60.6
7	81041			68.4	1542	69.6	2281	60.1
6	81527	Cantagallo		67.6	1542	68.8	2281	60.0
5	82103	Casalecchio	passerella	66.6	1541	67.7	2281	60.1
5i	82107	Casalecchio	passerella	66.3	1541	67.3	2281	60.1
4	82219	Casalecchio		66.1	1541	67.0	2281	60.0
3a	82639	Casalecchio		65.4	1541	66.3	2280	59.2
3	82837	Casalecchio		65.0	1541	65.8	2280	58.3
2sa	83382	Casalecchio		63.8	1541	64.5	2280	57.9
0b	83422	Casalecchio	Chiusa	63.7	1541	64.4	2280	57.5

Tabella 5: livelli e portate ottenuti dall'involuppo dei massimi per Tr 25 e 100 anni, in ogni sezione trasversale utilizzata nello schema di calcolo, relativamente al tratto vallivo del fiume Reno. (m.= monte, v. =valle)

CODICE	SEZIONI			PORTATE E LIVELLI				MORFOLOGIA DELLA SEZIONE		
	Distanza Progr. [m]	Localizzazione	Descrizione	Lmax25 [m s.l.m.]	Qmax25 [m ³ /s]	Lmax100 [m s.l.m.]	Qmax100 [m ³ /s]	Quota sommità argine sx [m s.l.m.]	Quota del fondo [m s.l.m.]	Quota sommità argine dx [m s.l.m.]
0A	83496	Casalecchio		56.1	1477	57.3	1981		50.9	
0Bm	83506	Casalecchio	m. ponte	55.8	1477	57.1	1981		49.0	
0Bv	83516	Casalecchio	v. ponte	55.8	1477	57.1	1981		49.3	
BR1m	84006	Casalecchio	m. ponte	55.4	1477	56.7	1981		45.6	
BR1v	84016	Casalecchio	v. ponte	52.9	1477	53.8	1981		46.6	
1a	84146	Casalecchio		52.3	1477	53.2	1980		46.6	
2a	85249	Casalecchio		47.8	1477	48.6	1980		39.7	
2Aa m	85619	Ponte Asse attrezzato BO	m. ponte	47.2	1477	47.9	1980		40.3	
2Aa v	85629	Ponte Asse attrezzato BO	v. ponte	47.1	1476	47.9	1979		40.3	
3a	86469	Q.re Barca		45.5	1476	46.3	1979		39.8	
BR2	86959	Q.re Barca		44.5	1476	45.2	1979		37.2	
4a	87769	Q.re Barca		43.2	1476	43.9	1979		34.5	
4aA m	88069	Ponte via Togliatti	m. ponte	42.9	1476	43.6	1979		36.5	
4aA v	88079	Ponte via Togliatti	v. ponte	42.9	1476	43.5	1979		36.5	
5a	88569	Borgo Panigale		42.0	1476	42.6	1979		35.8	
BR3m	88669	Ponte via Emilia	m. ponte	41.8	1476	42.5	1979		36.4	
BR3v	88679	Ponte via Emilia	v. ponte	41.7	1476	42.4	1979		35.5	
0I	89235	Borgo Panigale		40.6	1476	41.2	1979		34.1	
0Iam	89658	Ponte FS MI-BO	m. ponte	39.6	1476	40.1	1979	46.8	35.4	46.8
0Iav	89668	Ponte FS MI-BO	v. ponte	36.9	1476	37.7	1979	46.8	30.0	46.8
I	89845	Borgo Panigale		36.7	1475	37.4	1978	(38.4 arginello)	29.9	40.7
II	90395	Borgo Panigale		35.8	1475	36.6	1977	40.5	27.1	40.2
IIa m	90775	Ponte tangenziale	m. ponte	35.6	1474	36.4	1976	40.3	28.2	39.2
IIa v	90785	Ponte tangenziale	v. ponte	35.6	1474	36.4	1976	40.3	28.2	39.2
III	90955			35.4	1474	36.2	1976	40.0	27.9	38.8
IV	91380	Osteria del Reno		34.7	1474	35.5	1975	38.7	26.4	37.4
V	91816	Case la Noce		34.3	1472	35.1	1973	38.7	27.2	37.4
VI	92656	Il Fabbrino		33.2	1469	34.2	1970	37.0	25.6	36.8
VIa m	92801	Ponte FS	m. ponte	33.2	1468	34.2	1969	40.5	24.9	41.0
VIa v	92811	Ponte FS	v. ponte	33.2	1467	34.2	1969	40.5	24.9	41.0
VII	92961			33.1	1464	34.2	1965	36.9	25.2	36.4
VIII	93432			33.0	1458	34.0	1961	36.6	23.5	35.6
0	94165			32.8	1455	33.8	1956	35.7	21.1	35.9
1	94625	Trebbo		32.6	1453	33.7	1955	35.4	21.1	35.3
2	95035	Trebbo		32.4	1453	33.4	1955	35.2	19.9	35.0
3	95357			32.3	1452	33.3	1953	34.8	21.0	35.0
4	96115	Osteria di Longara		31.5	1451	32.4	1952	34.1	19.9	34.3
5	96622			31.4	1447	32.3	1947	33.5	20.1	33.5
6	97108			30.9	1445	31.8	1944	33.4	17.2	32.9
7	97402	Torre Verde		30.9	1443	31.8	1940	33.4	17.1	32.5
8	98020			30.5	1441	31.3	1938	32.6	18.4	32.8
9	98326			30.2	1436	31.3	1930	32.7	18.7	33.3
10	98915			30.1	1430	31.2	1916	32.0	18.0	32.2
11	99145	Castello di Campeggi		30.1	1425	31.2	1908	31.9	17.8	32.1
12	99695	Castello di Campeggi		29.9	1419	31.1	1897	31.8	16.6	31.9
13	99925	Castiglia		29.8	1416	31.0	1891	31.7	17.4	31.8

continua alla pagina seguente

segue

CODICE	Distanza Progr. [m]	SEZIONI		PORTATE E LIVELLI				MORFOLOGIA DELLA SEZIONE		
		Localizzazione	Descrizione	Lmax25 [m s.l.m.]	Qmax25 [m ³ /s]	Lmax100 [m s.l.m.]	Qmax100 [m ³ /s]	Quota sommità argine sx [m s.l.m.]	Quota del fondo [m s.l.m.]	Quota sommità argine dx [m s.l.m.]
14	100435	Passo di Bonconvento		29.5	1410	30.8	1881	31.6	17.0	31.6
15	100959	Bonconvento		29.4	1400	30.8	1865	31.4	17.1	31.4
15a m	101363	Ponte trasversale di pianura	m. ponte	29.2	1396	30.7	1859	32.8	17.1	32.8
15a v	101373	Ponte trasversale di pianura	v. ponte	29.2	1395	30.7	1857	32.8	17.1	32.8
16	101455			29.2	1389	30.7	1848	31.1	16.6	31.2
17	101933			29.2	1368	30.7	1819	30.9	16.8	31.0
18	102435	Malacappa		29.1	1347	30.6	1792	30.8	16.9	30.7
19	102788	Malacappa		29.1	1332	30.6	1774	30.7	17.2	30.5
20	103045	Malacappa		29.0	1314	30.6	1753	30.7	17.0	30.5
21	103656			29.0	1285	30.6	1718	30.4	15.8	30.4
22	104121			29.0	1262	30.6	1693	30.4	16.2	30.4
23	104324	Padulle		29.0	1229	30.6	1656	30.4	16.5	30.3
24	104785	Padulle		29.0	1197	30.6	1621	30.4	15.7	30.3
25	104934	Padulle		29.0	1173	30.6	1594	30.3	16.4	30.3
26	105415	Padulle		29.0	1162	30.5	1583	30.2	16.0	30.2
27	105886	Padulle		29.0	1140	30.5	1558	30.2	15.7	30.2
28	106245	Padulle		28.9	1125	30.5	1540	30.1	15.3	30.1
29	106596	Padulle		28.9	1112	30.5	1524	30.0	14.8	30.1
30	107035			28.8	1107	30.4	1518	29.9	15.0	30.0
31	107367	Bagno di Piano		28.8	1102	30.4	1512	29.8	13.9	29.8
32	108005			28.6	1097	30.2	1506	29.7	14.5	29.7
32Am	108290	Ponte di Bagno	m. ponte	28.6	1095	30.2	1504	29.6	14.1	29.6
32Av	108300	Ponte di Bagno	v. ponte	28.5	1094	30.1	1503	29.6	14.1	29.6
33m	108490	Ponte via Padullese	m. ponte	28.5	1093	30.1	1501	29.5	14.7	29.2
33v	108500	Ponte via Padullese	v. ponte	28.5	1090	30.1	1498	29.5	14.7	29.2
34	108965			28.4	1084	30.0	1492	29.5	13.7	29.4
35	109466			28.4	1070	30.0	1475	29.3	13.7	29.2
36	110510			28.2	1064	29.8	1468	29.0	13.1	29.0
37	110985			28.0	1060	29.6	1463	28.9	12.4	28.8
38	111485			27.9	1048	29.5	1450	28.7	13.0	28.7
40	112092	Bagnetto	confluenza Samoggia	27.8	1077	29.4	1518	28.4	13.2	28.5
41	112462			27.8	1073	29.4	1513	28.3	13.1	28.4
42	113012			27.6	1071	29.2	1510	28.3	12.7	28.2
43	113512			27.2	1069	28.8	1508	28.0	11.9	28.0
44	114017			26.8	1068	28.4	1507	27.8	11.1	27.8
44a	114129			26.7	1068	28.3	1506	27.8	11.1	27.7
44b	114400			26.6	1067	28.1	1504	27.7	13.2	27.6
44c	114763			26.4	1065	27.9	1503	27.6	13.1	27.6
46	115022			26.3	1064	27.8	1500	27.4	12.1	27.4
47	115542			26.2	1060	27.7	1496	27.1	12.5	27.2
48	115992	Cento		26.1	1056	27.6	1490	26.9	12.2	27.0
48a m	116292	Ponte S.P. Centese	m. ponte	26.0	1055	27.5	1488	26.9	11.0	26.9
48a v	116302	Ponte S.P. Centese	v. ponte	26.0	1055	27.5	1488	26.9	11.0	26.9
49	116402	Cento		26.0	1053	27.5	1485	26.8	11.2	26.9
49A m	116967	Cento	m. ponte	25.7	1051	27.2	1483	26.8	12.3	26.8
49A v	116977	Cento	v. ponte	25.7	1051	27.1	1483	26.8	12.3	26.8
50	117062	Cento		25.7	1049	27.1	1480	26.7	10.8	26.7
51	117577	Cento		25.6	1043	27.1	1470	26.6	11.0	26.6
52	117997	Cento		25.5	1037	27.0	1461	26.5	11.2	26.5

continua alla pagina seguente

segue

CODICE	Distanza Progr. [m]	SEZIONI		PORTATE E LIVELLI				MORFOLOGIA DELLA SEZIONE		
		Localizzazione	Descrizione	Lmax25 [m s.l.m.]	Qmax25 [m ³ /s]	Lmax100 [m s.l.m.]	Qmax100 [m ³ /s]	Quota sommità argine sx [m s.l.m.]	Quota del fondo [m s.l.m.]	Quota sommità argine dx [m s.l.m.]
53	118497	Cento		25.5	1033	26.9	1453	26.4	10.1	26.4
54	119127			25.4	1028	26.9	1444	26.3	11.5	26.3
55	119597			25.3	1025	26.8	1439	25.5 (26.2)	11.8	26.2
56	120087			25.1	1024	26.7	1434	25.2 (26.0)	10.5	26.1
57	120617			25.0	1021	26.5	1429	25.3 (25.9)	10.2	25.2 (26.0)
58	121127			24.8	1019	26.4	1423	25.3 (25.7)	9.8	25.5 (25.8)
59	121622			24.7	1016	26.3	1416	24.5 (25.6)	9.8	25.3 (25.7)
60	122112			24.6	1013	26.2	1408	24.5 (25.4)	10.0	24.9 (25.6)
61	122592			24.4	1011	26.1	1403	24.4 (25.3)	11.2	24.7 (25.5)
62	123072	Dosso		24.3	1009	25.9	1397	25.2 (25.2)	11.0	24.4 (25.4)
P1Am	123604	Dosso	m. ponte	24.1	1008	25.8	1394	26.3	11.4	25.9
P1Av	123614	Dosso	v. ponte	24.1	1008	25.8	1393	26.3	11.4	25.9
63	123679	Dosso		24.0	1007	25.7	1390	25.0	11.4	24.7 (25.29)
P4	124229	Dosso		23.8	1004	25.5	1382	24.8	11.2	25.2
P6	124667			23.5	1001	25.4	1374	24.8	10.6	24.9
P9	125197			23.1	999	25.1	1366	24.6	10.0	24.4
P10A	125592	Cavo Napoleonico		22.6	997	24.8	1362	24.4	12.5	24.6
P11 m	125775	Opera Reno	m. sbarramento	22.4	507	24.6	865	24.7	12.7	24.7
P11 v	125785	Opera Reno	v. sbarramento	22.3	506	24.5	864	24.7	12.7	24.7
P12	125905	Bosco Panfilia		22.3	505	24.5	861	24.8	10.7	24.2
P13	126200	Bosco Panfilia		22.3	496	24.5	841	23.3	9.2	23.3
P15	126631	Bosco Panfilia		22.3	483	24.5	813	23.7	10.3	23.7
P17	127070	Bosco Panfilia		22.3	470	24.4	789	23.4	8.4	23.8
P18	127610	Bisana		22.2	466	24.4	780	23.0	13.0	23.8
P20	128031	Bisana		22.1	463	24.3	773	23.3	9.4	23.7
P22	128606			22.0	458	24.2	766	23.2	9.3	23.3
P24	129311	Il Morellazzo		21.8	455	24.1	759	23.1	9.0	23.1
P26	129937	Il Morellazzo		21.7	453	23.9	754	23.0	9.6	22.9
76	130322			21.6	450	23.9	750	22.9	8.1	22.6
77	130840			21.5	448	23.7	745	22.8	8.5	22.6
78	131335			21.3	445	23.6	738	22.7	8.3	22.7
80	132299	Casette del Reno		21.0	440	23.3	729	22.4	8.3	22.5
82	133326	San Prospero		20.8	436	23.1	721	22.3	8.7	22.2
83A m	134141	Ponte S.P. Galliera	m. ponte	20.5	434	22.8	718	23.9	7.4	23.9
83B v	134151	Ponte S.P. Galliera	v. ponte	20.5	434	22.8	717	23.9	7.4	23.9
83B m	134366	Ponte FS Bologna-Padova	m. ponte	20.4	434	22.7	716	21.9	8.8	21.9
83B v	134376	Ponte FS Bologna-Padova	v. ponte	20.4	433	22.7	716	21.9	8.8	21.9
84	134429			20.4	432	22.7	712	22.1	7.1	22.2
86	135340	La Sanguettola		20.1	428	22.4	706	21.6	7.5	21.7
88	136327			19.7	425	22.1	698	21.5	6.9	21.3
90	137343	Reno Sabbioni		19.5	418	21.8	688	21.1	7.0	21.1
92	138305	Reno Sabbioni		19.2	413	21.7	680	21.0	8.1	20.9
93A m	139140	Ponte A13	m. ponte	19.1	412	21.5	677	20.8	9.0	20.8
93A v	139150	Ponte A13	v. ponte	19.1	411	21.5	676	20.8	9.0	20.8
94	139228			19.1	410	21.5	674	20.8	7.1	20.9
96	140337	Gallo Ferrarese		18.8	408	21.3	672	20.7	6.2	20.4
98	141345	Gallo Ferrarese		18.6	408	21.1	672	20.1	5.7	20.6
98A m	141523		m. ponte	18.5	408	21.0	672	18.5	5.8	20.6
98A v	141533		v. ponte	18.5	408	21.0	672	18.5	5.8	20.6

continua alla pagina seguente

segue

CODICE	Distanza Progr. [m]	SEZIONI		PORTATE E LIVELLI				MORFOLOGIA DELLA SEZIONE		
		Localizzazione	Descrizione	Lmax25 [m s.l.m.]	Qmax25 [m³/s]	Lmax100 [m s.l.m.]	Qmax100 [m³/s]	Quota sommità argine sx [m s.l.m.]	Quota del fondo [m s.l.m.]	Quota sommità argine dx [m s.l.m.]
98B m	141698	Ponte s.s. Porrettana	m. ponte	18.5	408	21.0	672	21.2	6.5	21.3
98B v	141708	Ponte s.s. Porrettana	v. ponte	18.5	408	21.0	672	21.2	6.5	21.3
98B vv	141782	Malalbergo		18.4	407	20.6	670	21.2	6.5	21.3
100	142432	Malalbergo		18.2	404	20.5	666	20.4	6.4	20.4
102S	143409			18.0	402	20.2	662	20.5	5.4	20.1
103S	143905			17.9	401	20.1	660	20.2	5.6	19.9
104S	144419			17.7	398	19.9	655	20.5	5.4	19.9
105S	144983			17.6	397	19.8	653	20.1	5.7	20.0
106S	145336	Passo Segni		17.5	393	19.8	648	19.7	6.3	19.8
107S	145792	Passo Segni	Confluenza Navile	17.5	392	19.7	646	19.9	5.4	19.8
109S	146810			17.2	391	19.3	646	19.7	5.4	19.7
110S	147186	Ponte Savena abbandonato	m. ponte	17.0	390	19.2	645	19.3	5.9	19.5
110S v	147203	Ponte Savena abbandonato	v. ponte	17.0	390	19.2	643	19.3	5.9	19.5
112S	148209			16.7	388	18.8	639	19.2	5.3	19.3
114S	149207	Cassa di Gandazzolo		16.4	386	18.5	636	18.9	5.1	18.8
116S	150144	Chiavica di Gandazzolo	Confluenza Savena abb.	16.1	384	18.1	633	18.5	5.5	18.5
118S	151186	Borgo Valeriani		15.8	382	17.8	631	18.2	4.8	18.2
120S	152189	S. Maria Codifiume		15.5	381	17.5	629	18.3	5.2	18.2
120B m	152446	S. Maria Codifiume	m. ponte	15.5	379	17.4	629	17.7	6.1	17.5
120B v	152457	S. Maria Codifiume	v. ponte	15.5	379	17.4	629	17.7	6.1	17.5
120B	152467	S. Maria Codifiume		15.4	381	17.4	628	17.7	6.1	17.5
122S	153141	S. Pietro Capofiume		15.3	379	17.2	625	18.1	4.1	17.7
124S	154180	S. Pietro Capofiume		15.0	378	16.9	622	17.3	4.4	17.6
126S	155185	Molinella		14.8	376	16.6	619	17.2	4.6	17.8
128A m	156484	Ponte via Zenzalino	m. ponte	14.5	374	16.2	617	17.7	4.6	16.9
128A	156521	Ponte via Zenzalino	v. ponte	14.5	374	16.2	616	17.7	4.6	16.9
129A	156940	Ponte FS Bo-Portomaggiore	m. ponte	14.4	373	16.1	615	17.7	4.7	16.8
129A v	156988	Ponte FS Bo-Portomaggiore	v. ponte	14.4	372	16.1	612	17.7	4.7	16.8
132S	158183			14.1	369	15.8	606	16.5	4.0	16.5
135A m	159679	Marmorta	m. ponte	13.8	367	15.5	602	15.7	3.7	16.5
135A	159739	Marmorta	v. ponte	13.8	365	15.5	599	15.7	3.7	16.5
138S	161169			13.4	363	15.1	594	16.2	3.3	16.2
140S	162173			13.1	361	14.8	591	16.0	3.0	16.1
142S	163170	Consandolo		12.8	359	14.6	587	15.8	2.7	15.8
144S	164174	Consandolo		12.6	357	14.3	584	15.7	2.2	15.6
146S	165190	Boccaleone		12.3	356	14.0	581	16.0	1.6	15.7
148S	166269			12.0	354	13.7	578	15.8	1.9	15.7
150S	167269	Argenta		11.8	352	13.5	574	16.0	1.8	15.8
152A	168386	Ponte S.P. Cardinala	m.ponte	11.4	352	13.1	573	15.3	1.6	15.1
152A v	168396	Ponte S.P. Cardinala	v.ponte	11.4	351	13.1	573	15.3	1.6	15.1
154S	169286	Argenta		11.1	350	12.8	571	15.2	0.6	15.4
156S	170281	Argenta		10.9	349	12.5	569	15.0	1.2	15.1
158S	171279			10.5	348	12.1	568	15.0	0.8	15.1
160S	172239			10.2	347	11.7	565	15.1	0.6	15.0
162S	173205	S. Biagio	Confluenza Idice	9.6	345	11.2	562	14.5	0.3	14.2
164S	174418	S. Biagio	Confluenza Sillaro	9.2	345	10.8	560	14.3	-1.1	14.1
164A	174717	Ponte della Bastia	m. ponte	9.1	345	10.6	560	14.2	0.3	14.1
164A v	174727	Ponte della Bastia	v. ponte	9.1	345	10.6	560	14.2	0.3	14.1
166A	175118	Ponte FS Ferrara-Rimini	m. ponte	8.9	344	10.4	559	13.1	0.0	13.2
166A v	175148	Ponte FS Ferrara-Rimini	v. ponte	8.9	343	10.4	558	13.1	0.0	13.2

continua alla pagina seguente

segue

CODICE	Distanza Progr. [m]	SEZIONI		PORTATE E LIVELLI				MORFOLOGIA DELLA SEZIONE		
		Localizzazione	Descrizione	Lmax25 [m s.l.m.]	Qmax25 [m ³ /s]	Lmax100 [m s.l.m.]	Qmax100 [m ³ /s]	Quota sommità argine sx [m s.l.m.]	Quota del fondo [m s.l.m.]	Quota sommità argine dx [m s.l.m.]
168S	175838	Lavezzola		8.6	341	10.2	554	14.0	-1.1	13.8
170S	176834	Case Selvatiche		8.3	339	9.9	549	13.8	-1.9	13.6
172S	177829	Case Selvatiche		8.0	336	9.6	542	13.7	-2.9	13.1
174S	178791	Filo		7.7	333	9.3	534	13.5	-4.7	13.3
176S	179844	Filo		7.5	331	9.1	526	13.3	-4.2	12.9
178S	180830			7.3	328	8.9	519	13.2	-4.5	12.6
180S	181757	Voltana	Confluenza Santerno	7.2	325	8.8	511	13.2	-4.5	13.1
182S	182797	Voltana		7.0	323	8.6	505	13.1	-5.2	12.2
184S	183699			6.9	321	8.5	499	12.4	-6.1	12.2
186S	184808			6.6	319	8.3	494	12.2	-4.8	12.4
188S	185809	Longastrino		6.4	317	8.1	490	12.2	-4.2	12.5
190S	186809	Canale Fusignano		6.2	316	7.9	486	12.1	-4.7	12.4
192S	187835	Canale Fusignano		6.0	315	7.7	483	11.9	-4.7	11.5
194S	188877			5.8	314	7.4	481	11.7	-5.4	11.4
196S	189860	Borghetto		5.7	313	7.2	478	11.5	-5.0	10.9
196A	190247	Ponte s.p. Raspona	m. ponte	5.6	313	7.1	474	10.7	-2.9	10.9
196A v	190302	Ponte s.p. Raspona	v. ponte	5.5	313	7.1	477	10.7	-2.9	10.9
198S	190846			5.4	312	6.9	475	10.7	-3.8	10.6
200S	191835			5.2	311	6.7	472	10.4	-4.3	10.6
202S	192835		Confluenza Senio	5.0	310	6.5	469	10.4	-3.7	10.3
205S	194342			4.7	309	6.2	466	10.2	-4.9	9.8
208S	195830			4.5	308	5.9	463	9.9	-5.2	9.5
210S	196993	Sant'Alberto		4.3	307	5.7	461	9.6	-4.5	9.5
212S	197925	Sant'Alberto		4.2	307	5.5	460	8.1	-4.7	10.2
214S	198929	Sant'Alberto		4.0	306	5.3	458	7.6	-4.9	10.0
216S	199929			3.8	306	5.1	457	7.2	-5.2	8.2
218S	200919			3.7	306	4.9	456	6.9	-5.4	7.7
220S	201896			3.5	305	4.7	456	6.5	-5.1	7.3
222S	202905			3.3	305	4.5	455	6.3	-5.1	6.9
224D	203900			3.1	305	4.2	455	5.7	-5.9	6.3
226B m	204572	Volta Scirocco	m. sbarramento	3.0	305	4.1	455	5.7	-3.6	5.2
226B	204600	Volta Scirocco	v. sbarramento	3.0	305	4.1	454	5.7	-3.6	5.2
230S	205994			2.8	304	3.8	454	6.0	-6.1	4.8
232A	207102	Ponte s.s. Romea	m. ponte	2.6	304	3.5	454	2.6	-8.3	5.0
232A v	207133	Ponte s.s. Romea	v. ponte	2.5	304	3.5	454	2.6	-8.3	5.0
234S	207976			2.4	304	3.2	453	2.3	-5.2	3.7
236S	208900		foce	2.1	304	2.9	453	2.2	-5.4	3.1

8 INDIVIDUAZIONE DELLE SITUAZIONI A RISCHIO IDRAULICO

In questo capitolo si presentano il comportamento idraulico e le condizioni di moto nel fiume Reno nelle configurazioni più gravose relative agli eventi a probabilità elevata ($T_R = 25 - 30$ anni) e moderata ($T_R = 100 - 200$ anni) suddivise per tratti da monte a valle secondo il criterio di similitudine nelle caratteristiche idrauliche e morfologiche.

Si procede quindi all'esame delle situazioni di rischio con particolare attenzione per quelle in cui un'alta probabilità di inondazione si accompagna a beni esposti di valore sensibile. Fra le situazioni a rischio idraulico si evidenziano quelle a rischio elevato e molto elevato, le situazioni a rischio per moderata probabilità di inondazione che coinvolgono aree insediate e sede di attività economiche e sociali ed infine la segnalazione delle condizioni di rischio dovute all'insufficienza idraulica di un'infrastruttura di attraversamento o di un'opera idraulica.

8.1 Comportamento idraulico

8.1.1 Da Ponte della Venturina alla confluenza con il torrente Setta

La formazione dei deflussi di Reno avviene in questo tratto, ad esclusione del rilevante contributo del Setta (fino al 30-35% sul totale a Casalecchio), l'onda di piena si arricchisce lungo il percorso dei contributi degli affluenti aumentando il picco con una modalità di trasferimento di tipo pressoché cinematico (assenza di laminazione). Il picco dell'onda transita, da Ponte della Venturina alla confluenza del Setta, in 5-6 ore.

Questa lunga asta di Reno (46 km circa) è caratterizzata da un susseguirsi di tratti stretti e incassati a tratti più ampi, con anse e piccoli terrazzi alluvionali originati, nel corso del tempo, dall'opera delle piene. Nei primi, il fiume scorre veloce risalendo di poco le scarpate che delimitano l'alveo, mentre nei secondi tende a rallentare e ad espandersi, invadendo quelle aree che, per la loro origine, hanno una forte attitudine al contenimento dei deflussi e che possono essere definite: aree a naturale espansione delle piene, laddove le opere e le necessità di insediamento umani non abbiano già attuato delle azioni di contenimento e regimazione che la impediscano.

Molte di queste aree proprio per le loro caratteristiche pianeggianti presentano insediamenti antropici sia ad uso abitativo, che produttivo, che ricreativo. Alcune di queste necessitano di protezione, da attuare con opere di difesa adeguate; altre devono mantenere un certo grado di naturalità e prevedere una periodica invasione delle piene a ricorrenza pluridecennale e superiore; per altre, infine, si devono prevedere azioni che incentivino la rilocalizzazione dei beni al fine di ottenere una loro progressiva restituzione all'alveo naturale del fiume. A questo proposito si sottolinea che qualsiasi opera di protezione da inondazione deve essere valutata come miglior compromesso fra il beneficio ottenuto per i beni che si proteggono e le possibili ripercussioni sulla officiosità idraulica e la stabilità fluviale nei tratti a monte e a valle, si deve cioè valutare l'equilibrio del sistema nel suo complesso.

8.1.2 Dalla confluenza con il torrente Setta alla Chiesa di Casalecchio di Reno

L'onda di piena, in questo tratto subisce un forte rallentamento e il valore del picco si stabilizza subito dopo il contributo del torrente Setta. Il fenomeno della laminazione è pressoché nullo. Il tempo di percorrenza del tratto, lungo 12 km, è di circa 2 ore.

A valle della confluenza del Setta l'alveo si snoda su di un ampio terrazzo alluvionale con capacità di contenimento di volumi d'acqua elevati. La capacità idraulica, garantita anche dall'invasione di aree di scavo abbandonate e attive, consente il buon deflusso delle piene facendo registrare solo alcune localizzate situazioni di rischio.

In particolare, alla confluenza del Setta le piene trentennali ($1500 \text{ m}^3/\text{s}$ circa) invadono parzialmente la zona di protezione dell'acquedotto di Bologna arrivando a lambire gli impianti di potabilizzazione e nel comune di Casalecchio allagano il campo nomadi gestito a monte della passerella metallica e a valle investono gli impianti sportivi comunali e l'area delle cave Sa.Pa.Ba. I terrazzi bassi del parco della Chiesa sono soggetti ad inondazioni.

8.1.3 Dalla Chiesa di Casalecchio di Reno a Trebbo

A metà di questo tratto (lungo 11 km), all'altezza del ponte FS MI-BO, iniziano gli argini continui di Reno che definiscono ampie fasce golenali, mentre nei primi 6 km il fiume scorre all'interno degli agglomerati urbani di Casalecchio di Reno e Bologna in un alveo morfologicamente ben definito e piane di espansione laterale quasi totalmente libere da insediamenti.

Il trasferimento dei deflussi avviene in modalità cinematica mantenendo il valore del colmo con un ulteriore riduzione della velocità di trasferimento, i tempi di transito della piena si possono stimare intorno alle 3 ore e 30 minuti.

Ampie aree laterali sono inondabili per piene con tempo di ritorno di 25 anni ma solo localmente, ove la pressione antropica ha spinto gli insediamenti molto vicino al fiume, si l'esondazione coinvolge alcune strutture accessorie alle abitazioni. La piena con T_R di 100 anni coinvolge qualche porzione in più dell'abitato, a Casalecchio alcuni edifici residenziali in sinistra e destra idraulica, a Bologna alcune attività e abitazioni a valle del ponte della via Emilia.

Nel tratto arginato, pur non manifestandosi significative riduzioni del colmo di portata lungo il percorso, l'alveo ha conduttanza idraulica sufficiente a garantire il deflusso senza rischi di sormonti arginali.

8.1.4 Da Trebbo al ponte di Bagno di Piano

Lo studio idraulico concluso nel febbraio del 1997 aveva messo in luce come la presenza di ampie golene, in questo tratto, assicurasse una sensibile laminazione naturale delle piene, fino a un 30 % di abbattimento del picco ma non fosse sufficiente ad impedire il sormonto degli argini, che per eventi venticinquennali iniziava a verificarsi 5 km circa a valle del ponte di Bonconvento e continuava quasi fino al ponte di Dosso, sia in destra che in sinistra. L'insufficienza idraulica si mostrava particolarmente gravosa per eventi centennali con sormonti da 3 km a monte del ponte di Bonconvento fino all'abitato di S. Pietro Capofiume. I tempi di transito della piena sono stati valutati intorno alle 6 ore.

Con la realizzazione degli interventi di rialzo arginale indicati nello studio idraulico e già attuati, è garantito, in questo tratto, il contenimento della piena venticinquennale più gravosa fra quelle analizzate (a differente distribuzione di pioggia che generava l'evento). Per quanto riguarda la piena centennale sono ancora ingenti i sormonti arginali anche se è diminuito il battente sopra argine e il loro inizio si è spostato qualche chilometro più a valle, dopo il ponte di Bonconvento.

Nelle condizioni sopraddette, ai rischi connessi al sormonto degli argini, vanno sommati quelli dovuti a sifonamenti, erosione dei paramenti verso fiume e sfiancamento degli stessi i cui effetti, insidiosi per l'imprevedibilità, aumentano l'impatto disastroso con l'altezza degli argini (fino a 15 m sul piano di campagna).

In termini più generali, lo studio aveva valutato che l'officiosità di Reno passava dai 2000 m³/s, del tratto precedente ai 1300 m³/s di quello in esame per passare ancora a 950-1000 m³/s 5 km a valle del ponte di Bonconvento, tale andamento si spiega con la forte riduzione delle pendenze, da 0.3 % a 0.06%, accentuata, nella parte terminale del tratto, dal restringimento della sezione liquida. La ridefinizione dei profili arginali ha portato ad un lieve aumento dell'officiosità idraulica, ma il suo andamento è rimasto sostanzialmente invariato.

In questo tratto, in Comune di Argelato, ricade l'insediamento storico di Malacappa sito in golena destra fra un argine golenale e l'argine maestro, in situazione di rischio elevato connesso alla piena venticinquennale.

8.1.5 Dal ponte di Bagno all'opera Reno di presa dello scolmatore in Po

Anche in questo tratto, come nel precedente, gli interventi di rialzo arginale garantiscono il transito della piena con tempo di ritorno di 25 anni mentre il tratto è ancora fortemente critico per quanto riguarda le piene con tempo di ritorno di 100 anni.

In particolare, lo studio ha evidenziato forti insufficienze distribuite dell'alveo arginato. Pur notando che la rappresentazione del sistema fluviale utilizzata nello studio idraulico non valuta i volumi esondati, e pertanto prescinde dalla laminazione dovuta a sormonti e a rotte arginali, già l'evento di ricorrenza venticinquennale sul solo bacino del Reno, quindi senza considerare la contemporaneità di piena Reno-Samoggia, lambiva e superava in alcuni punti le sommità arginali lungo il tratto canalizzato fino all'abitato di Cento. La situazione si aggravava per l'evento monosecolare, per il quale, in alcuni punti, i sormonti raggiungevano un battente sopra argine di 1.5-2.0 m, dopo l'intervento di rialzo arginale i battenti massimi sono di 1 metro.

A valle della confluenza del torrente Samoggia, l'evento più gravoso è generato dalla contemporaneità su Reno e Samoggia e sovrapposizione in Reno dell'onda di piena monosecolare.

I tempi di transito della piena per questo tratto si aggirano fra le 6.30 e le 7 ore.

8.1.6 Dall'opera Reno al ponte del Gallo

Nelle condizioni attuali l'officiosità idraulica del tratto di Reno a valle dell'opera Reno è insufficiente a transitare le piene venticinquennali. Si è valutata un'officiosità idraulica che garantisca 1 m di franco medio di sicurezza minima nel primo tratto a valle del ponte del Gallo pari a 500 m³/s in moto permanente. L'evento con tempo di ritorno 25 anni all'opera Reno ha un

picco pari a 1000 m³/s (900 m³/s in assenza di contemporaneità piena Reno-Samoggia), allo stato attuale la riduzione a 500 m³/s, per la salvaguardia del tratto, è totalmente a carico del Cavo Napoleonico. Le conoscenze attuali non assicurano una tale efficienza, prevista unicamente come condizione di progetto. Infatti, almeno tre fattori si possono già segnalare: la quota e i volumi di invaso sono limitati per la permeabilità dovuta a terreni sabbiosi sotto il canale nel tratto terminale da Bondeno a Po; l'interazione con la falda, a quota più alta del fondo del canale, e il deposito avvenuto dall'inizio del suo funzionamento per il frequente invaso di piene di entità anche ridotta riducono i volumi di progetto; l'assenza di studi specifici che valutino la capacità di smaltimento delle acque in funzione delle condizioni idrometriche del Po (livello e sua evoluzione temporale).

Per quanto esposto si ritiene di cruciale importanza una approfondita conoscenza delle reali potenzialità del Cavo che tendano a valutare l'entità del beneficio che può arrecare nello scollo delle piene e gli eventuali interventi adottabili per migliorarne l'efficienza.

I tempi medi di percorrenza del tratto in condizioni di piena sono di circa 7 ore.

8.1.7 Dal ponte del Gallo allo sfocio in mare

Quest'ultimo tratto di Reno è caratterizzato da un'officiosità idraulica crescente verso valle, 500-600 m³/s dal Gallo alla confluenza Idice, 700-800 m³/s fino a Bastia, 900-1000 m³/s fino al mare. Si ha un effetto di laminazione con incidenza sul picco del 10-15 %, e i tempi di transito sono di 10 ore circa fino a Bastia, e stimabili sulle 22-25 ore, anche se in questo tratto le manovre sui canali di bonifica possono modificare le caratteristiche dell'onda.

Nei primi 10 km del tratto, la piena venticinquennale si mantiene ad un livello di guardia, in cui i franchi di sicurezza sono molto ridotti e la sicurezza idraulica è raggiunta, oltre che per l'azione scolmatrice del canale del Cavo Napoleonico e dello sfioratore del Gallo, in funzione della insufficienza idraulica del tratto di monte. Con la piena monosecolare le condizioni di crisi si estendono più a valle fino all'abitato di S. Pietro Capofiume.

La conoscenza dell'entità dello stato di sicurezza va valutata in funzione del funzionamento del Cavo Napoleonico (come già esposto nel capitolo 8.1.6) e prendendo in considerazione i tempi di ritorno connessi alla sovrapposizione dei colmi di Reno con quelli di Idice, Sillaro, Senio e Santerno.

8.2 Aree a rischio idraulico

8.2.1 Rischio idraulico elevato e molto elevato

Ai fini della definizione del rischio idraulico elevato e molto elevato si è adottata la definizione e l'approccio descritto nel capitolo 4, ossia si è accoppiata la pericolosità dell'evento sugli elementi esposti, al loro valore economico e sociale tenendo conto della vulnerabilità.

A Vergato una porzione dell'abitato limitrofa al Reno si trova ad una quota prossima a quella dell'alveo, a protezione è presente un muro le cui dimensioni ed elevazione non sono sufficienti per piene trentennali i cui effetti sono accentuati dalla presenza a valle di un restringimento della sezione del corso d'acqua che da luogo a fenomeni di rigurgito.

L'abitato di Lama di Reno ed in particolare la porzione in destra idraulica risulta esposta a piene trentennali. Gli argini recentemente risagomati a valle del ponte consentono il passaggio della piena trentennale ma l'esondazione si può manifestare più a monte e quindi invadere tutte le aree basse poste più a valle. Le esondazioni possono riguardare l'interno dell'ansa formata dal Reno appena prima di entrare in Lama, infatti l'unico presidio presente è un rilevato con funzione di argine la cui consistenza è ridotta e la sommità irregolare.

L'abitato di Malacappa è stato incluso nell'alveo del Reno, quando furono costruiti gli argini maestri, a sua protezione sono presenti degli argini golenali, esso si trova di fatto in un catino. Malacappa è un abitato storico tutelato dal PTPR, quindi si deve prevedere un intervento di tutela dalla possibilità di sormonto degli argini golenali.

Come esposto al capitolo 8.1.6, il tratto di Reno dallo scolmatore allo sfioratore del Gallo ha una officiosità idraulica molto ridotta, 500 m³/s circa garantendo 1 metro di franco. Lo scolmatore di Reno è l'unico presidio a salvaguardia del tratto, ma un suo funzionamento a pieno regime non è sempre garantito. Le esondazioni lungo l'asta oltre all'impatto devastante sulla fascia ad alta probabilità di inondazione individuata nelle tavole di Piano, possono provocare l'allagamento di vaste porzioni di territorio dei Comuni di S.Agostino, Galliera, Poggio Renatico, Malalbergo, Ferrara e S. Pietro in Casale.

Denominazione	Comune	Posizione idraulica	Numero Tavola
◆ Abitazioni	Vergato	sinistra	Tav. 2.10
◆ Lama di Reno - centro abitato	Marzabotto	destra	Tav. 2.13
◆ Malacappa - centro abitato	Argelato	destra	Tav. 2.18B-2.19
◆ Dall'attraversamento di Reno del CER al ponte del Gallo	S.Agostino, Galliera, Poggio Renatico, Malalbergo	sinistra e destra	Tav. 2.25-2.27

8.2.2 Altre aree a rischio

Denominazione	Comune	Posizione idraulica	Numero Tavola
◆ Abitazioni	Bologna	destra	Tav.2.16B
◆ Loc. la Puzzola - Impianti termali e abitazioni	Porretta Terme	sinistra	Tav. 2.6
◆ Impianti sportivi	Porretta Terme	sinistra	Tav. 2.6
◆ Riola - Impianti sportivi	Vergato	sinistra	Tavv. 2.8-2.9

◆ Riola - Insediamenti vari	Grizzana Morandi	destra	Tav. 2.8
◆ Panico - Impianto trattamento reflui urbani	Marzabotto	sinistra	Tav. 2.13
◆ Campo nomadi	Casalecchio di Reno	sinistra	Tav. 2.16A
◆ Piscine - loc. "Val Verde"	Granaglione	destra	Tavv. 2.5-2.6
◆ Abitazioni	Casalecchio di Reno		Tav. 2.16A
◆ Impianti sportivi - cava SA.PA.BA	Casalecchio di Reno	sinistra	Tav. 2.16A
◆ Pioppe di Salvaro	Marzabotto	sinistra	Tavv. 2.11A-2.11B
◆ Pioppe di Salvaro	Grizzana Morandi	destra	Tavv. 2.11A-2.11B

Nel tratto montano gli abitati di Pioppe di Salvaro e Lama di Reno non risultano in sicurezza nei confronti della piena bicentenaria. In particolare per Lama di Reno, i recenti interventi di risezionamento dell'alveo e rialzo delle sponde hanno consentito di diminuire notevolmente la ricorrenza delle inondazioni mettendo in sicurezza dalle piene a ricorrenza elevata (< 30 anni) le abitazioni in sinistra e lo stabilimento della cartiera in destra, situati a valle del ponte. L'abitato in destra idraulica rimane comunque esposto all'inondazione per eventi bicentenari.

Nel tratto di pianura gli abitati prospicienti gli argini dal ponte di Bonconvento a S. Pietro Capofiume, a valle di Gandazzolo, non risultano in sicurezza per la piena centennale. Allo stato attuale, la probabilità di esondazione diminuisce muovendosi in direzione del mare poiché l'insufficienza idraulica non consente di transitare verso valle i colmi di portata (non oltre 1000 m³/s dopo la confluenza Samoggia, non oltre 600 nel Cavo Benedettino) e successivamente intervengono le azioni di scolo del Cavo Napoleonico e dello sfioratore del Gallo. Dal quadro esposto, risulta evidente che l'unico intervento di salvaguardia possibile è quello che tende a ridurre i colmi di piena e i volumi in transito infatti un intervento volto all'aumento dell'efficienza idraulica in alcuni tratti risulterebbe in uno spostamento del massimo del rischio verso valle.

Nelle condizioni attuali tutta la pianura nord-occidentale della Provincia bolognese e porzioni di quella di Ferrara possono essere investite da allagamenti in seguito alle esondazioni del Reno per piene a moderata probabilità di accadimento, uguali o superiori ai 100 anni.

8.2.3 Infrastrutture interferenti il corpo idrico ed opere idrauliche

- Il ponte FS a monte della stazione di Porretta Terme presenta livelli idrici che raggiungono la quota del sottotrave per deflussi di piena pluridecennali mentre il funzionamento diventa in pressione, con inefficienza più manifesta allo smaltimento dei deflussi, per piene bicentennarie. La crisi del ponte, per il verificarsi di un accentuato rigurgito, aggrava le condizioni di rischio dell'area degli stabilimenti termali in località la Puzzola.
- Una grave insufficienza idraulica è stata rilevata per la briglia a monte dell'abitato di Pian di Venola, il deflusso invade le spalle per portate superiori a 800 m³/s circa, a fronte di picchi di portata intorno ai 1150 m³/s per tempo di ritorno di 30 anni e ai 1500 m³/s per T_R di 200 anni.

L'effetto di rigurgito che si crea è tale da ripercuotersi sensibilmente verso monte con entità da valutare con uno studio mirato a considerare l'incidenza di un intervento di risagomatura della briglia.

La maggior parte dei ponti nel tratto di Reno di pianura passibile di sormonti arginali presentano condizioni di crisi, in particolare:

- Il ponte della Trasversale di Pianura presenta un franco nullo in relazione alla piena centennale.
- I ponti sul fiume Reno delle strade provinciale centese e comunale di Cento entrano in crisi già con piene a T_R di 25 anni con possibili danni alle strutture, e possibilità di sormonto del primo dei due ponti, per piene con tempi di ritorno di 100 anni.
- La piena centennale arriva a sbattere contro la trave del ponte di Dosso, con possibilità di comportamento in pressione.
- Il Ponte della S.P. Galliera potrebbe presentare un comportamento in pressione per piene venticinquennali, gravi problemi alla struttura e condizioni di sormonto si possono avere per piene centennali.
- Il ponte FS Bologna-Padova, subito a valle, è in condizioni di sicurezza per piene venticinquennali mentre è passibile di sormonti per piene centennali.
- Il ponte del Gallo per piene centennali può essere soggetto a sormonti.
- Il ponte della S.S. Ferrarese (Porrettana) può avere problemi per la piena centennale.
- Il Ponte di Via Zenzalino, in località Traghetto, entra in pressione per piene centennali.
- Per il Ponte FS della linea Bologna - Portomaggiore si ha un franco nullo.

I punti sopra elencati sono emersi nel corso degli studi idraulici mirati alla stesura del presente Piano, si sottolinea però che le Norme di Piano (artt. 21 e 22) prevedono indagini più estese e specifiche per il controllo delle opere idrauliche e la verifica della funzionalità idraulica degli attraversamenti.

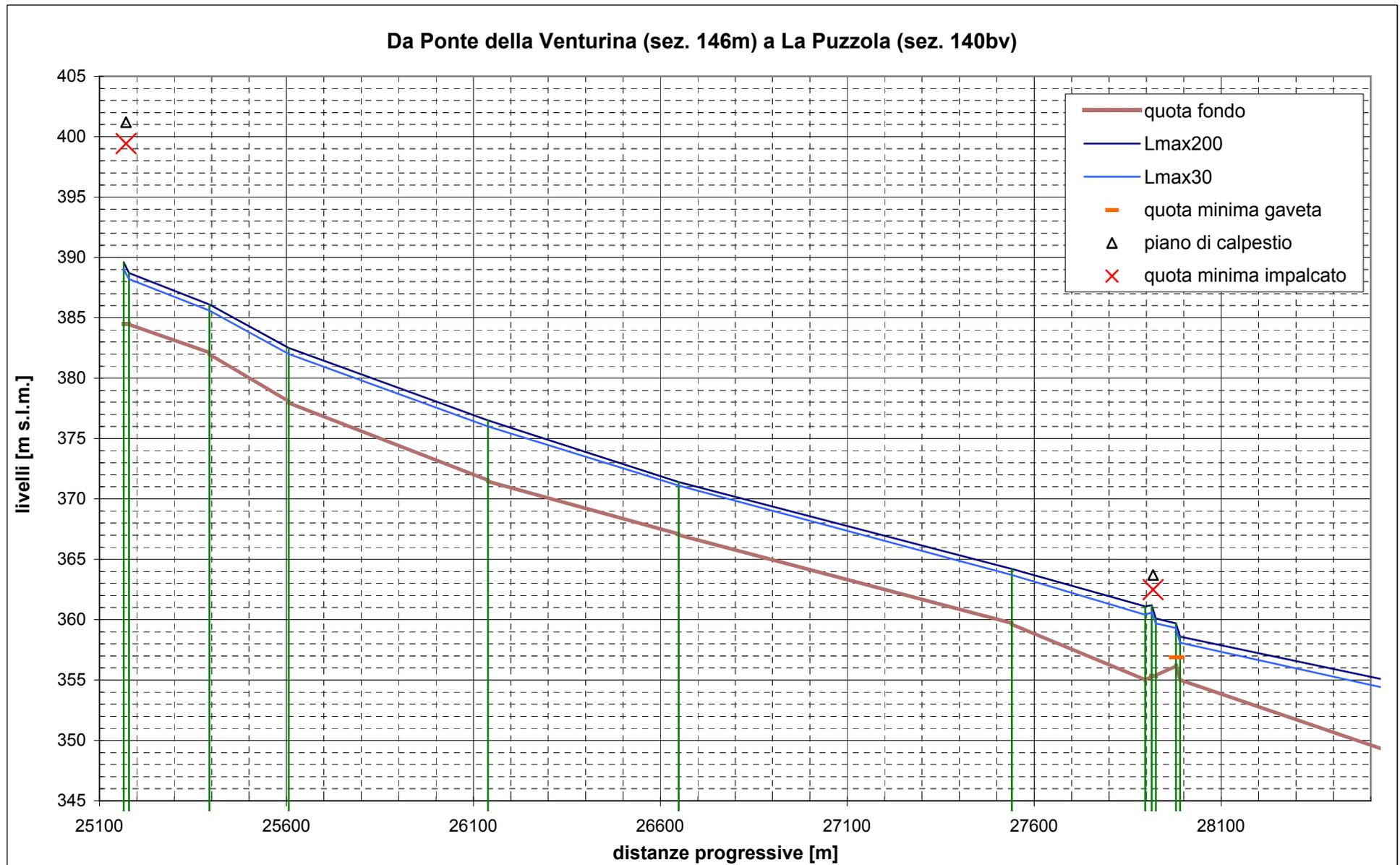
9 AZIONI PROPOSITIVE

Le azioni da mettere in atto per ridurre il rischio idraulico nelle aste dei corsi d'acqua principali, secondari, minori e minuti sono le seguenti:

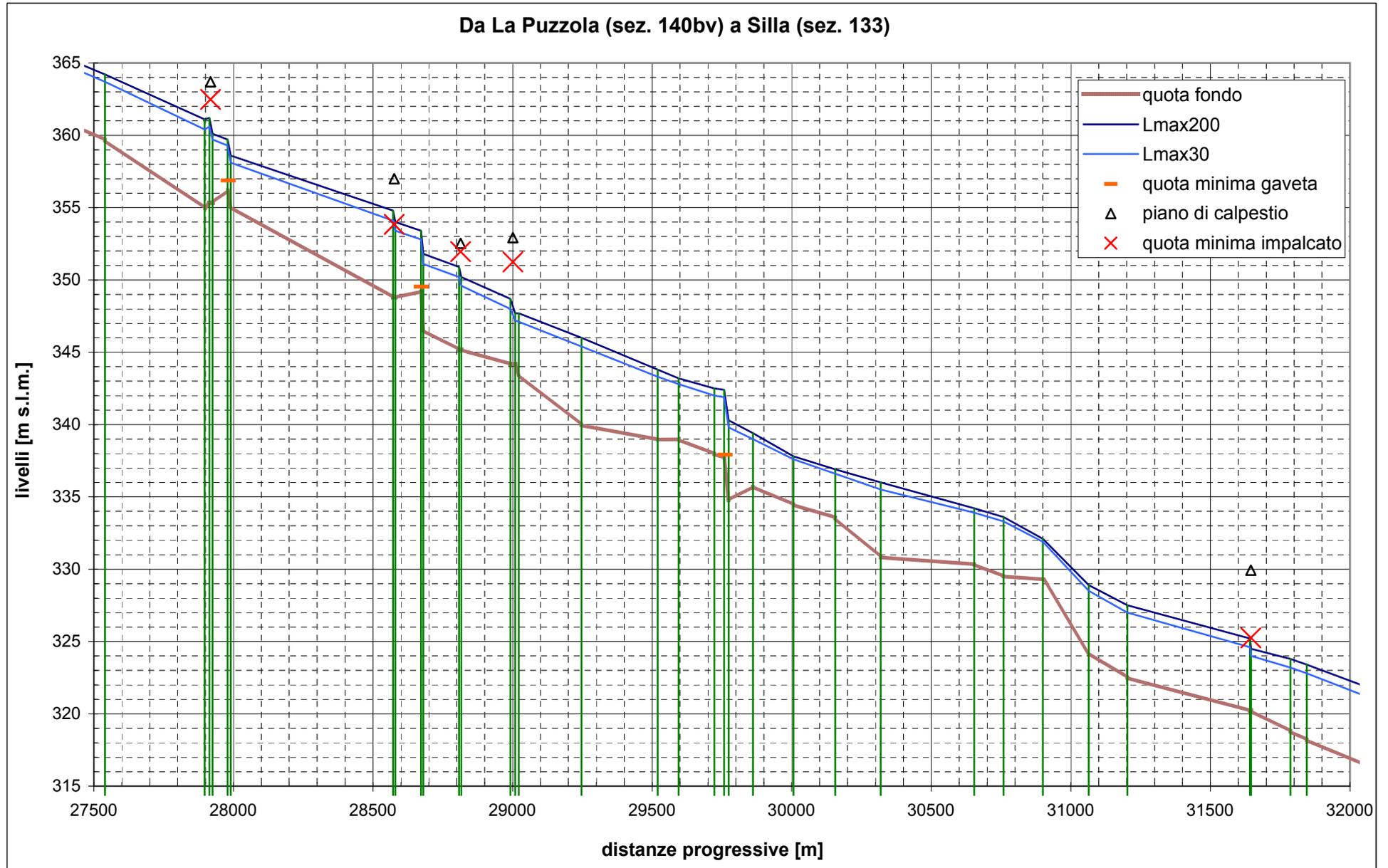
1. Mantenere un costante coordinamento dell'azione della Pubblica Amministrazione (Stato, Regione, Enti Locali, Consorzi) al fine di una azione tempestiva ed efficace per il raggiungimento degli obiettivi comuni di sicurezza dei territori e di salvaguardia delle risorse naturali.
2. Eseguire una costante manutenzione ordinaria negli alvei con interventi di sistemazione delle sponde e della vegetazione. Gli interventi sulla vegetazione devono essere eseguiti con diverse metodologie per quanto riguarda i tratti montani, quelli di pianura non arginati e quelli di pianura arginati. Alcuni tipi di transetti vegetazionali a cui fare riferimento come obiettivi della manutenzione ordinaria sono riportati nelle "Norme di indirizzo per la gestione e manutenzione dei corsi d'acqua nei tratti arginati del Bacino del Reno" allegato B, approvate con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n°3/2 in data 2 ottobre 1996.
3. Salvaguardare le aree ad alta probabilità di inondazione da interventi di antropizzazione al fine di preservarne la funzione di naturale espansione delle piene, contribuendo nello stesso modo a prevenire costi sociali elevati dovuti all'introduzione di elementi a rischio.
4. Destinare a parco fluviale tutte le aree di proprietà pubblica presenti nelle zonizzazioni di alveo e di pertinenze fluviale e attuare una particolare manutenzione ordinaria per la valorizzazione ambientale di tali aree secondo quanto previsto dalle "Norme di indirizzo per la salvaguardia e la conservazione delle aree demaniali e la costituzione di parchi fluviali e lacuali e di aree protette" approvate con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n°1/6 in data 14 marzo 1997.
5. Prevedere interventi di manutenzione straordinaria per l'asportazione di materiale alluvionale sedimentato sulle golene, nelle parti a maggiore sofferenza idraulica dei tratti arginati. Tale materiale, infatti, produce un progressivo restringimento delle sezioni di deflusso dove la pendenza di fondo del corso d'acqua è più scarsa con un tendenziale diminuzione del franco arginale
6. Mantenere in piena efficienza i manufatti di attraversamento e le opere idrauliche .
7. Avviare studi idraulici di dettaglio ed i relativi rilievi topografici integrativi di quelli già a disposizione, per definire la progettazione preliminare di interventi per la riduzione del rischio nelle aree indicate nelle tavole allegate come aree ad alta probabilità di inondazione e normate dall'art.16 delle Norme di Piano.
8. Mantenere in piena efficienza e potenziare (migliorandone la copertura spaziale all'interno del bacino idrografico e delle aste torrentizie e fluviali) la strumentazione di misura delle grandezze idrologiche (telepluviometri) e delle grandezze idrauliche (teleidrometri), di fondamentale importanza per restituire in tempo reale l'evolversi di un evento di piena e soprattutto per fornire una messe di dati e di informazioni necessari per la valutazione del rischio idraulico e la progettazione di interventi di messa in sicurezza.

10 TAVOLE C: PROFILI LONGITUDINALI DEL FIUME RENO PER PIENE CON TEMPO DI RITORNO 30-25 E 100-200 ANNI

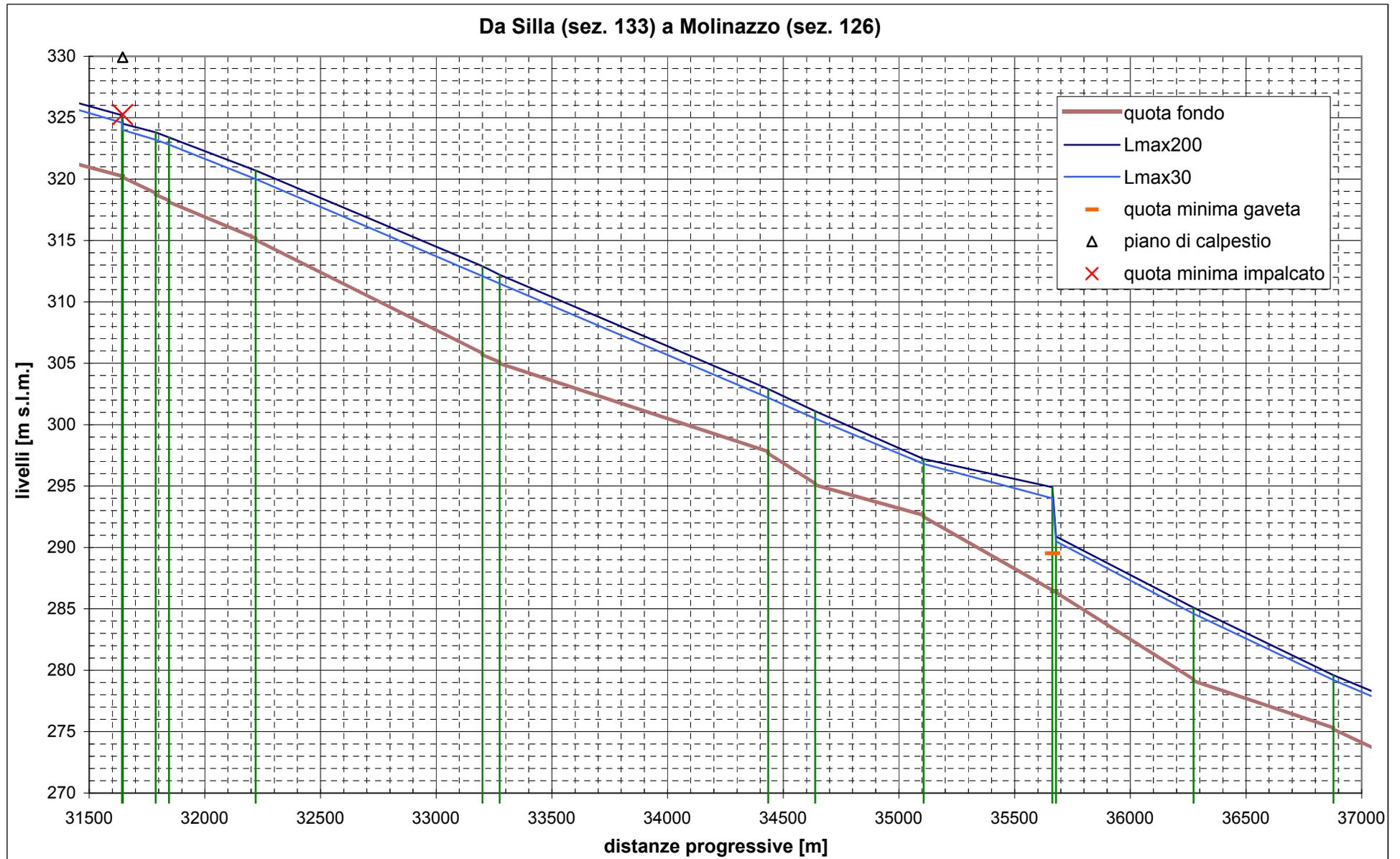
Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro livelli idrici massimi per TR = 30 e 200 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



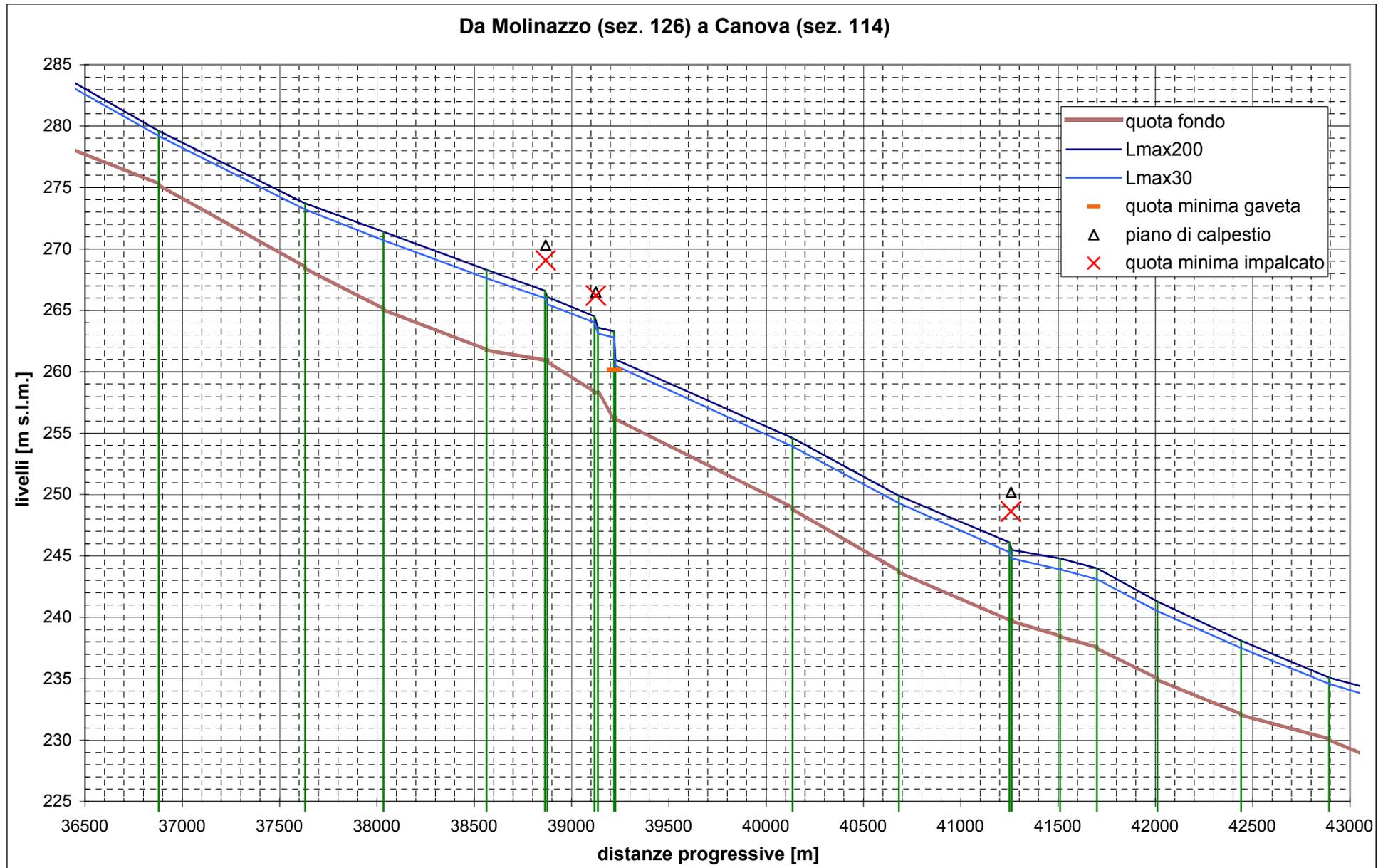
Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro livelli idrici massimi per TR = 30 e 200 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



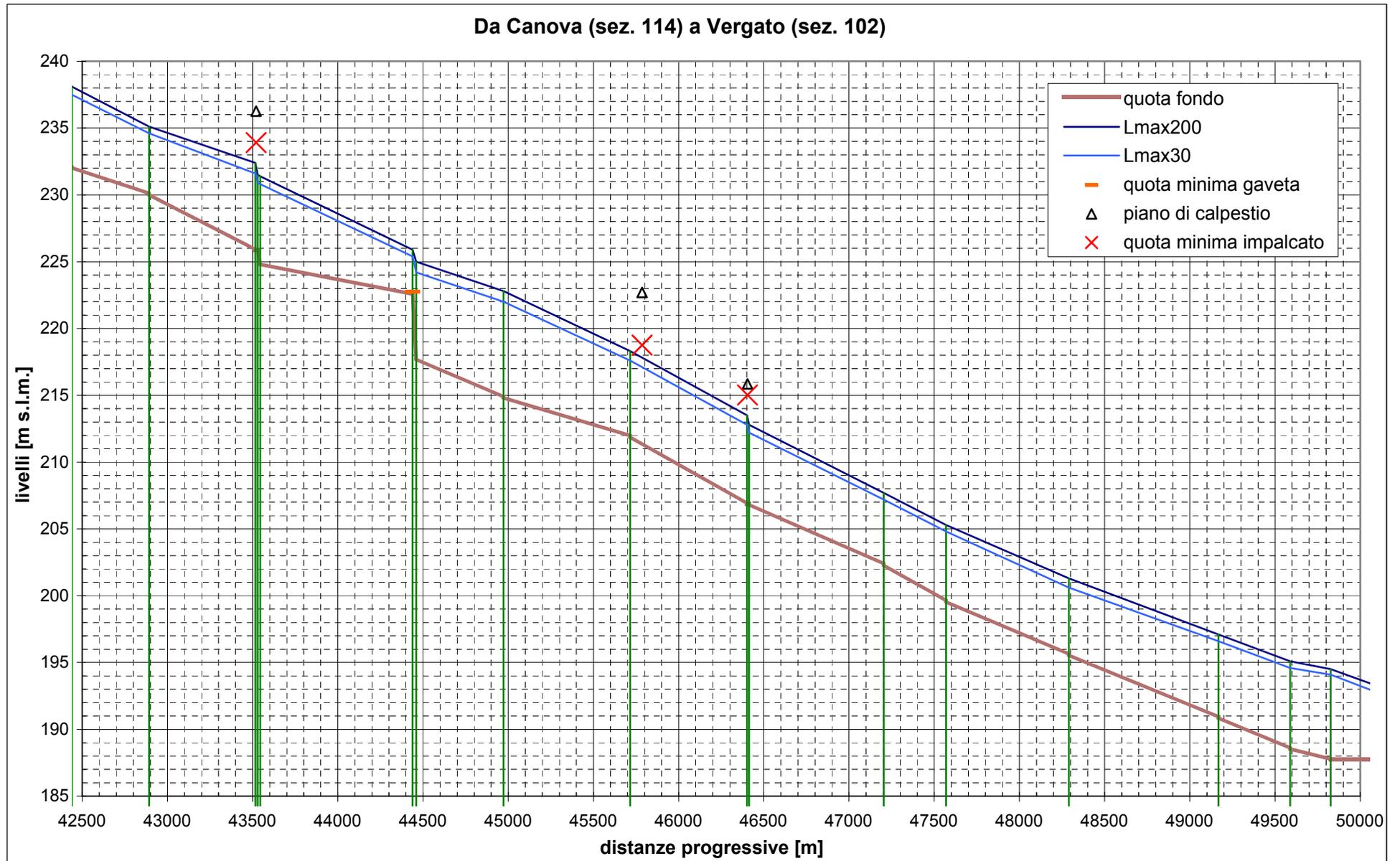
Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro livelli idrici massimi per TR = 30 e 200 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



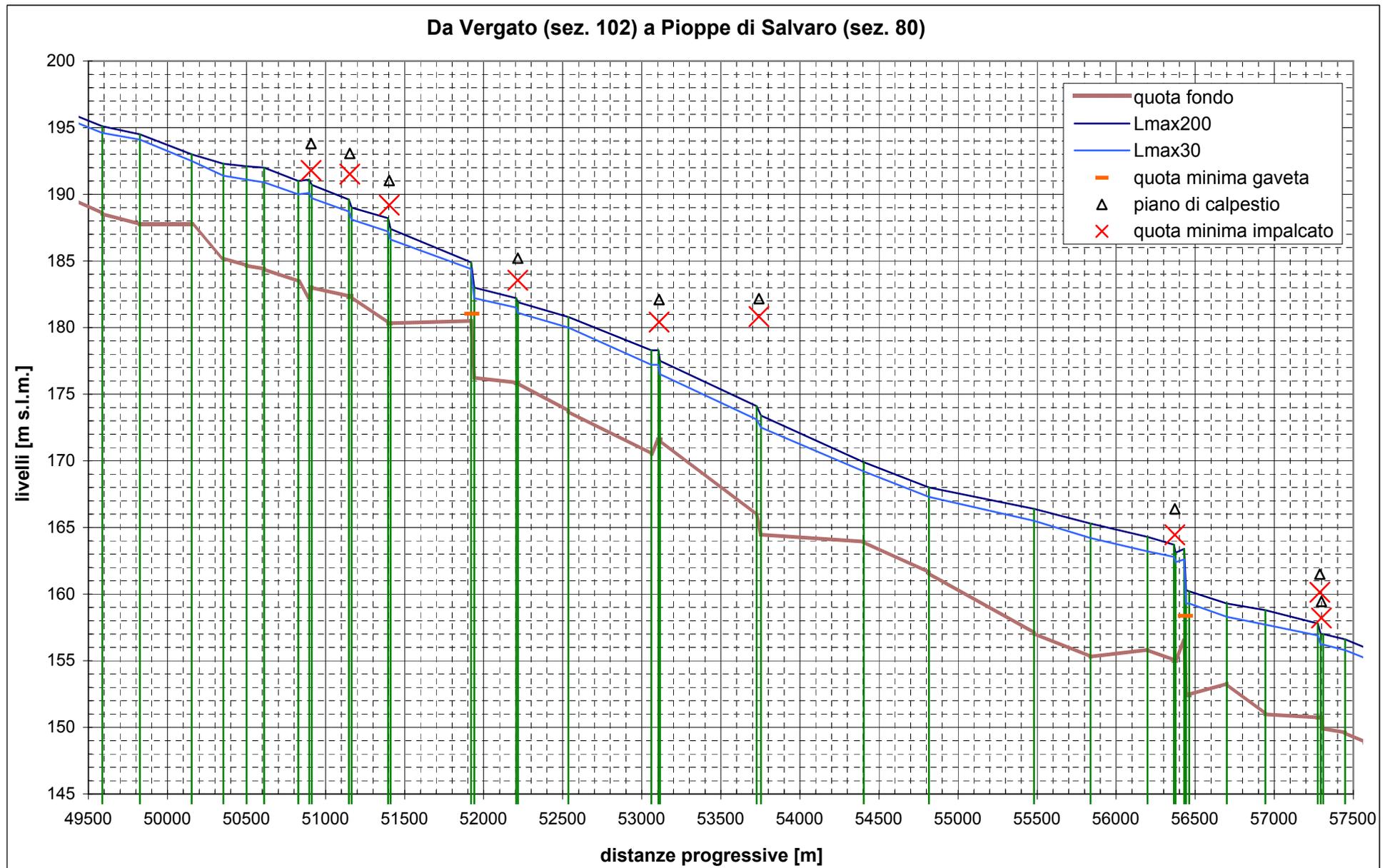
Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro dei livelli idrici massimi per TR = 30 e 200 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



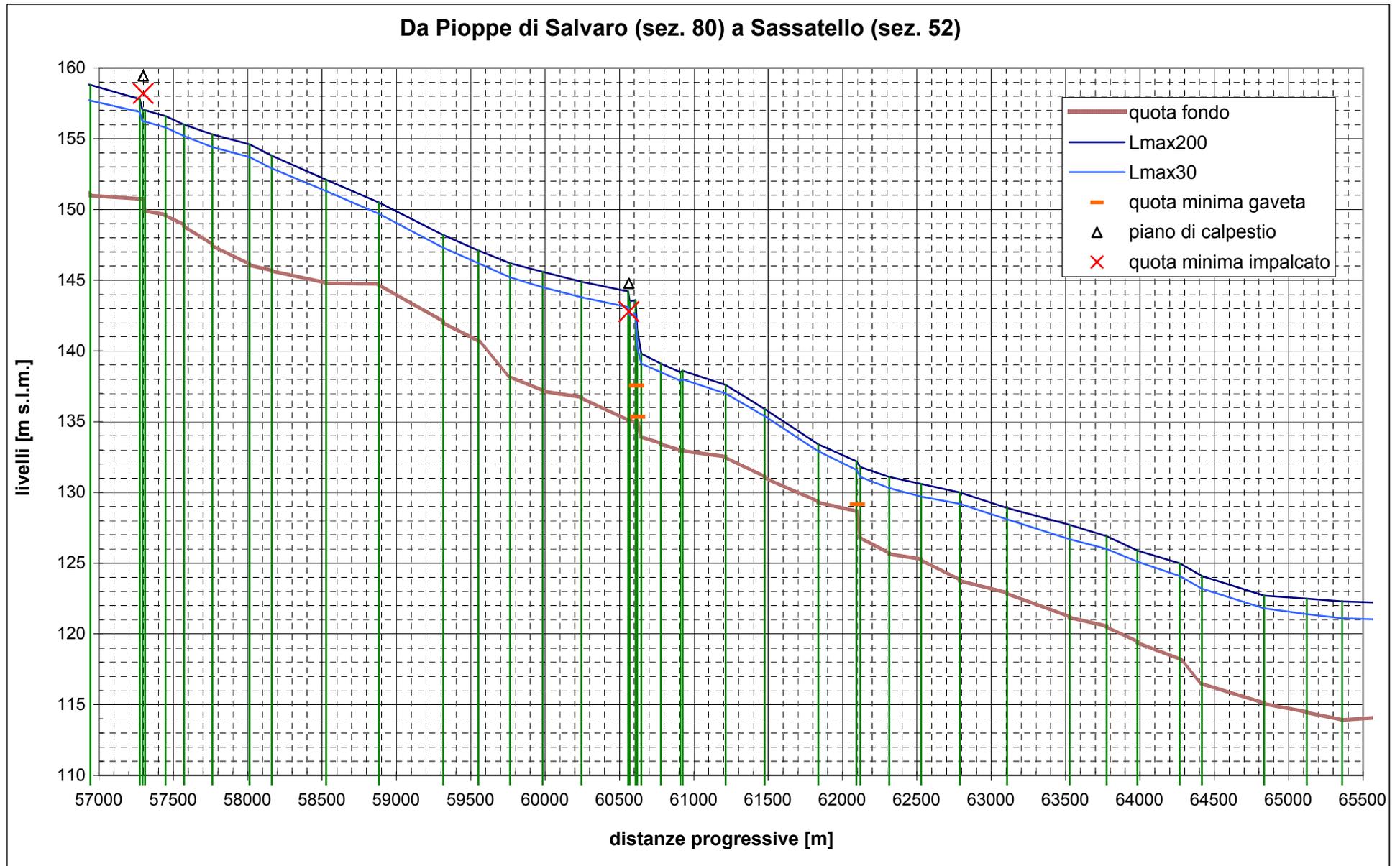
Profilo longitudinale del fiume Reno e inviluppo dei livelli idrici massimi per TR = 30 e 200 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



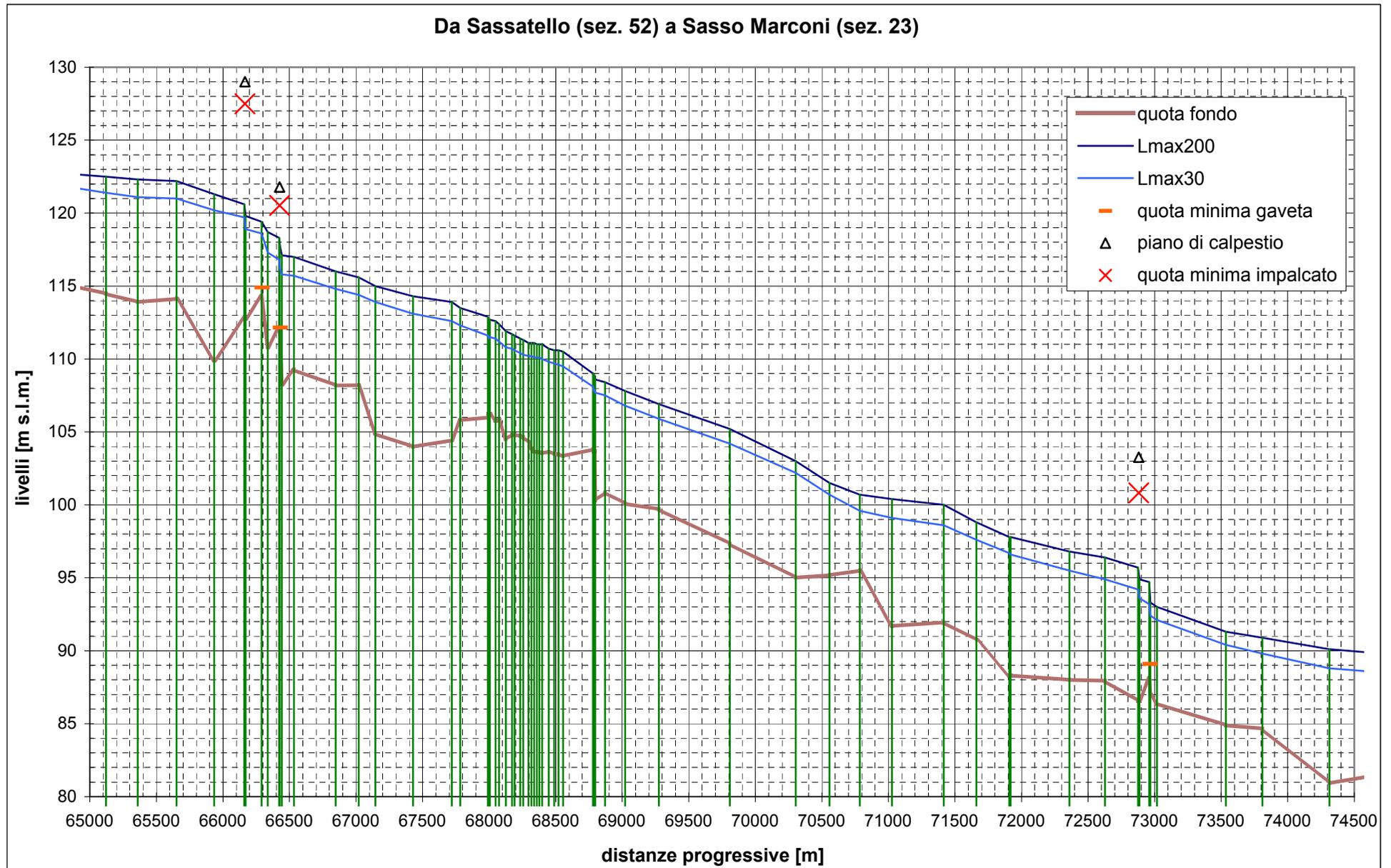
Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro dei livelli idrici massimi per TR = 30 e 200 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



Profilo longitudinale del fiume Reno e inviluppo dei livelli idrici massimi per TR = 30 e 200 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



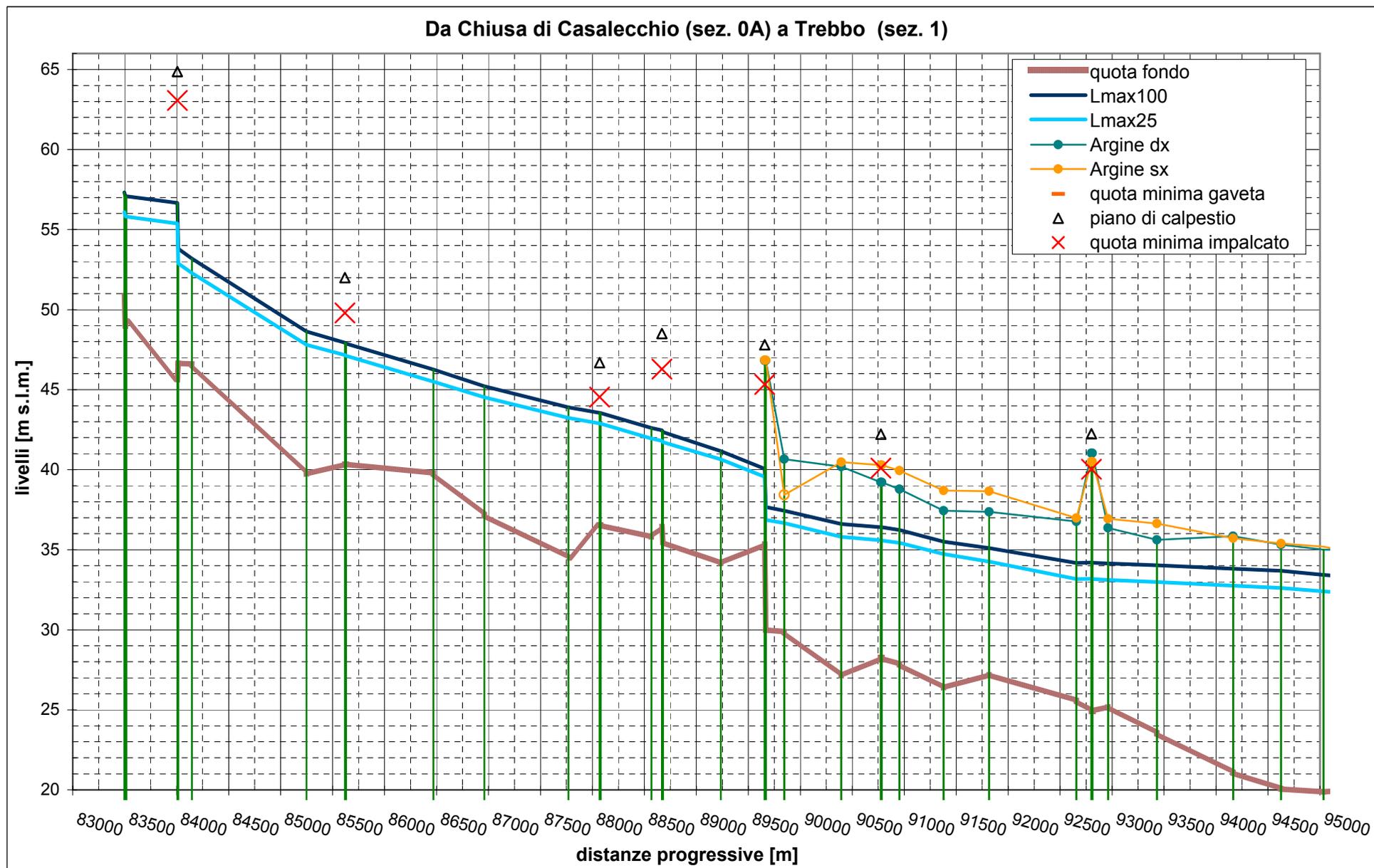
Profilo longitudinale del fiume Reno e inviluppo dei livelli idrici massimi per TR = 30 e 200 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



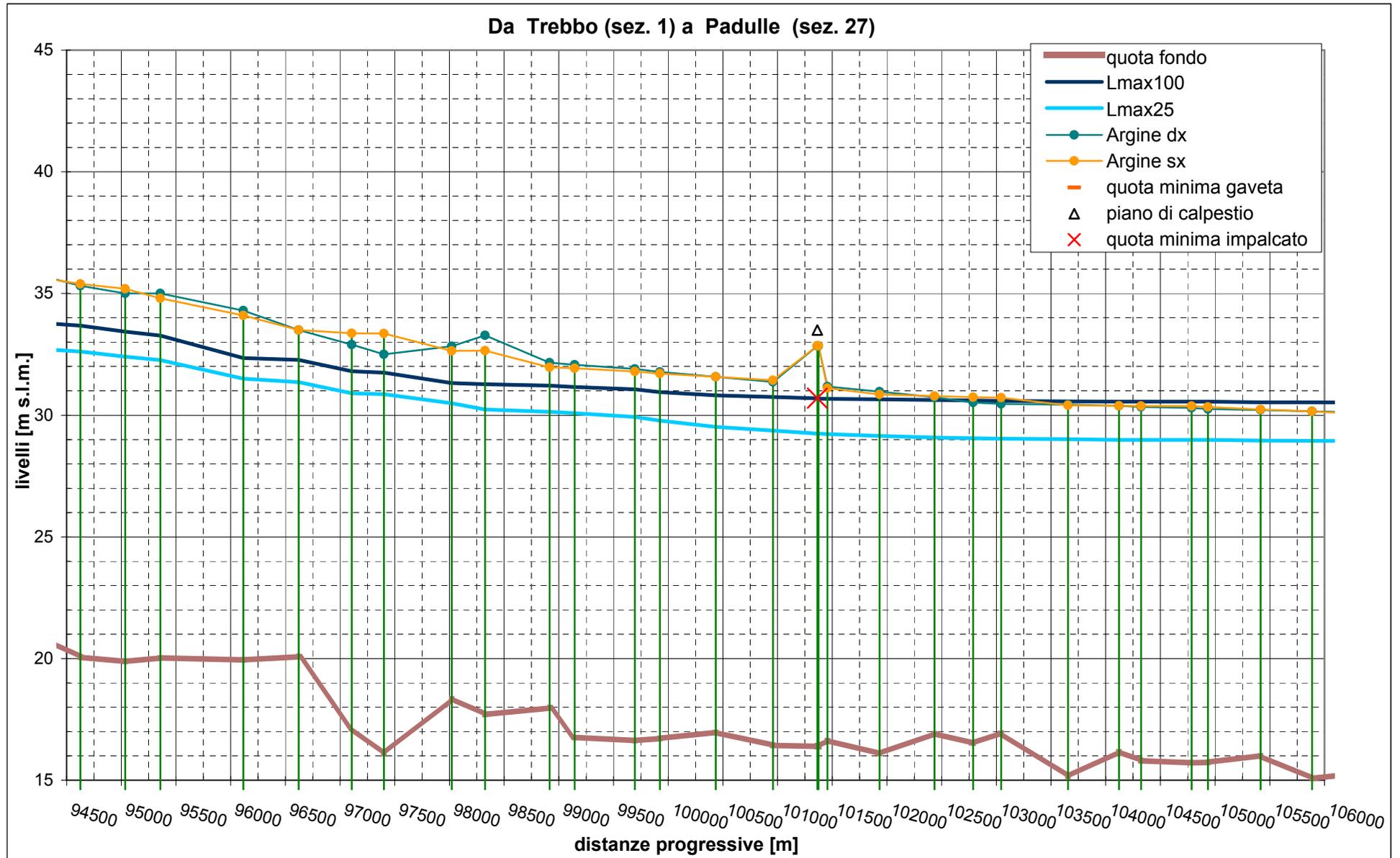
Profilo longitudinale del fiume Reno e inviluppo dei livelli idrici massimi per TR = 30 e 200 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



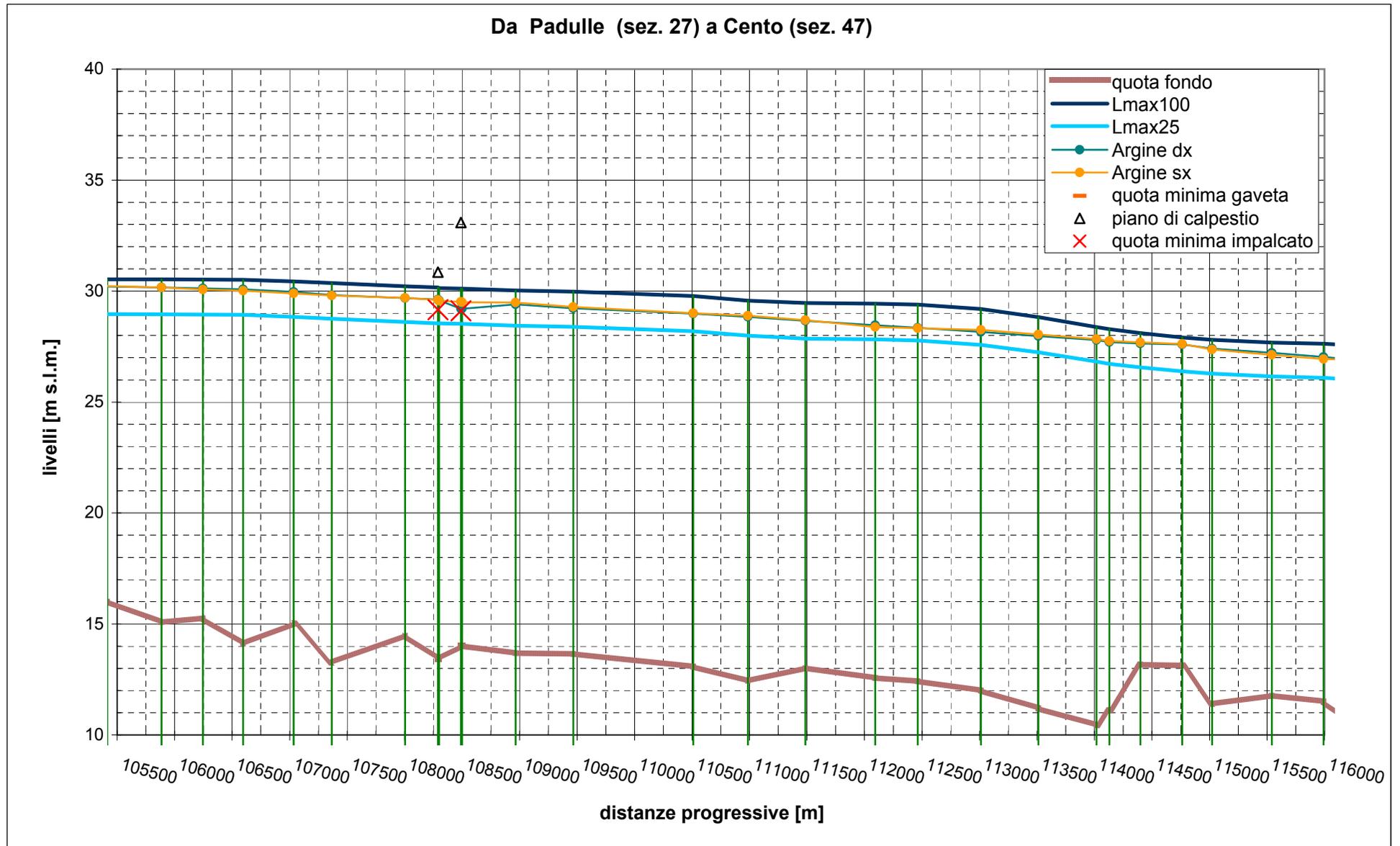
Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro dei livelli idrici massimi per TR = 25 e 100 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



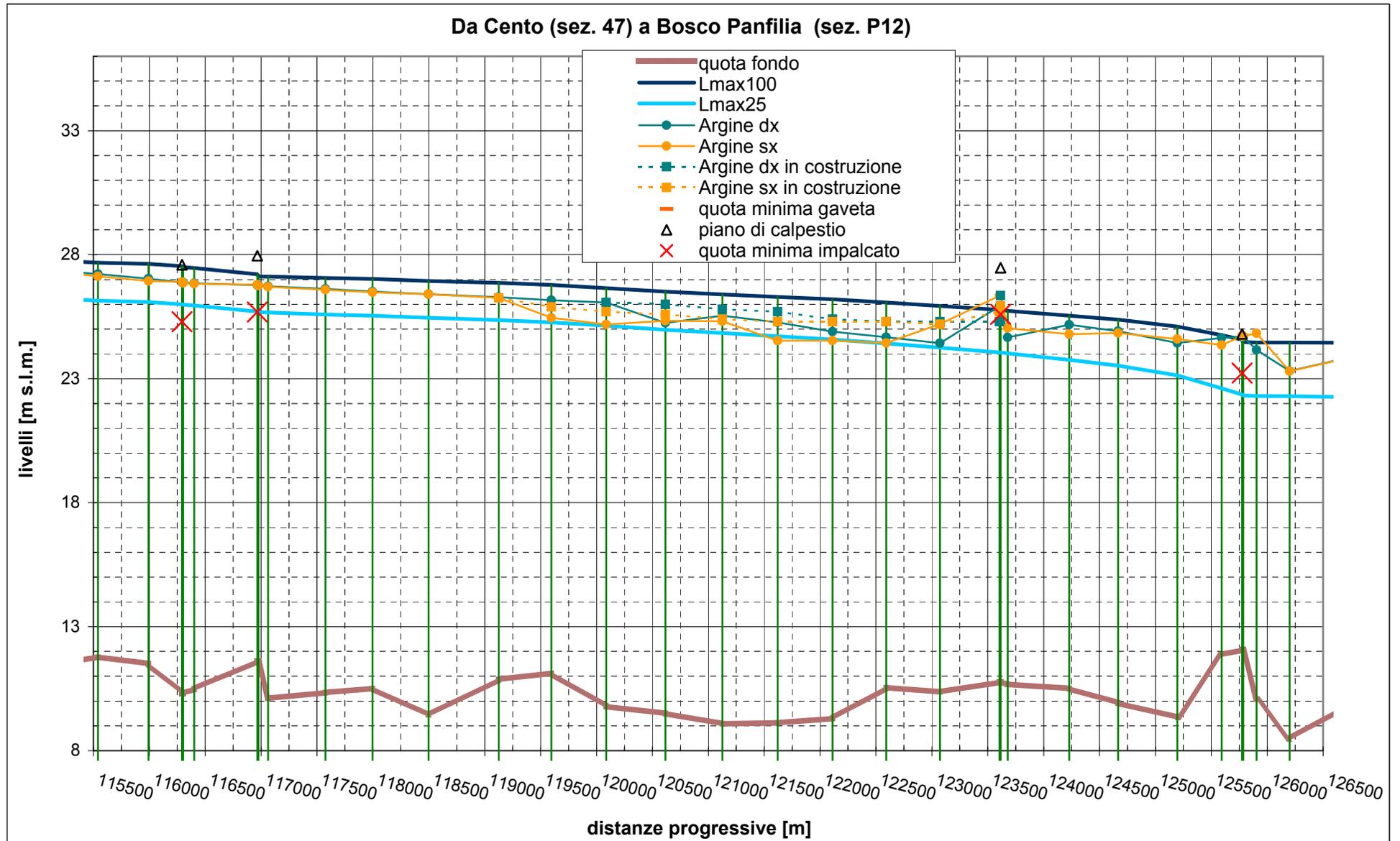
Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro dei livelli idrici massimi per TR = 25 e 100 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



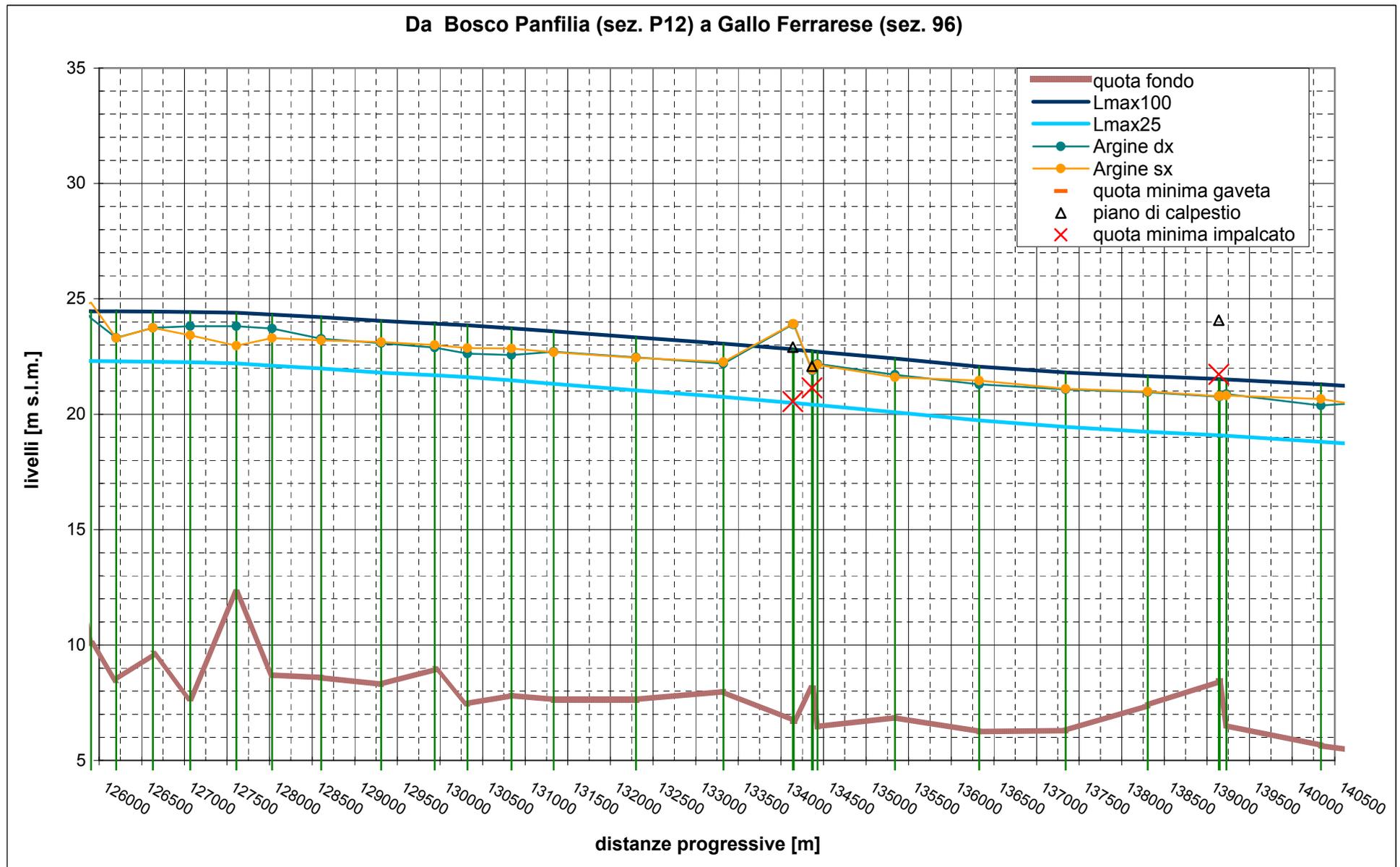
Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro dei livelli idrici massimi per TR = 25 e 100 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



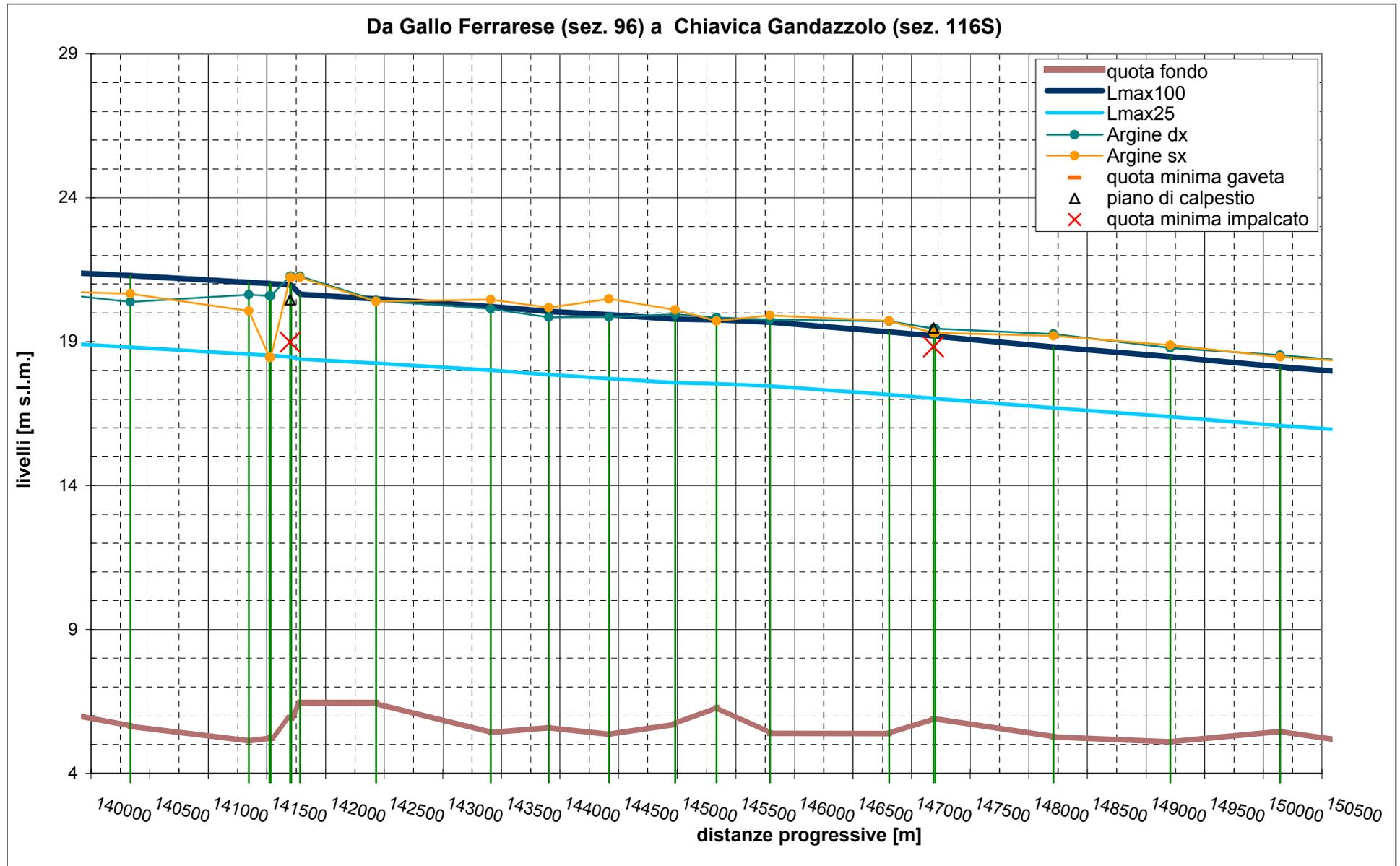
Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro dei livelli idrici massimi per TR = 25 e 100 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



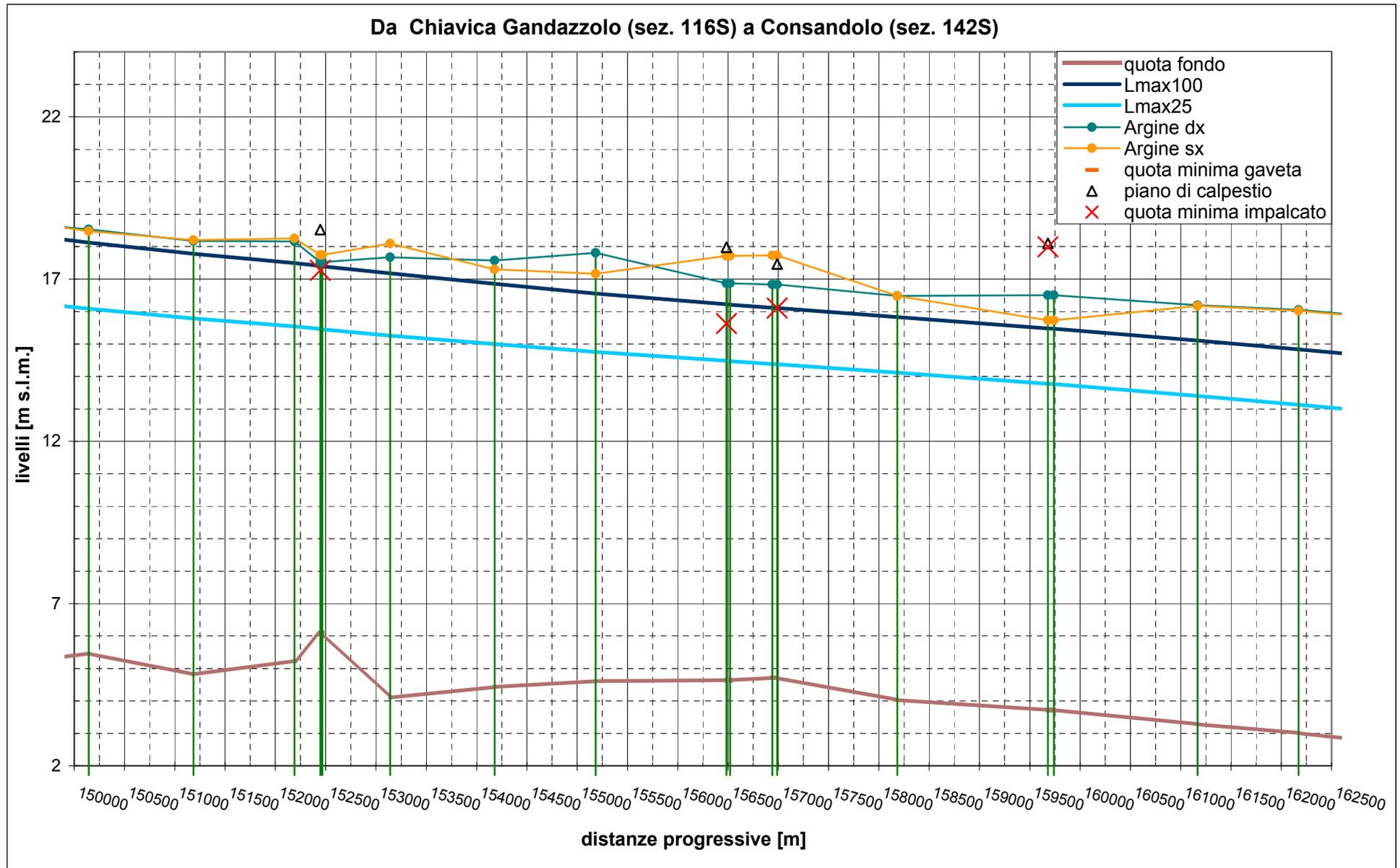
Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro dei livelli idrici massimi per TR = 25 e 100 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



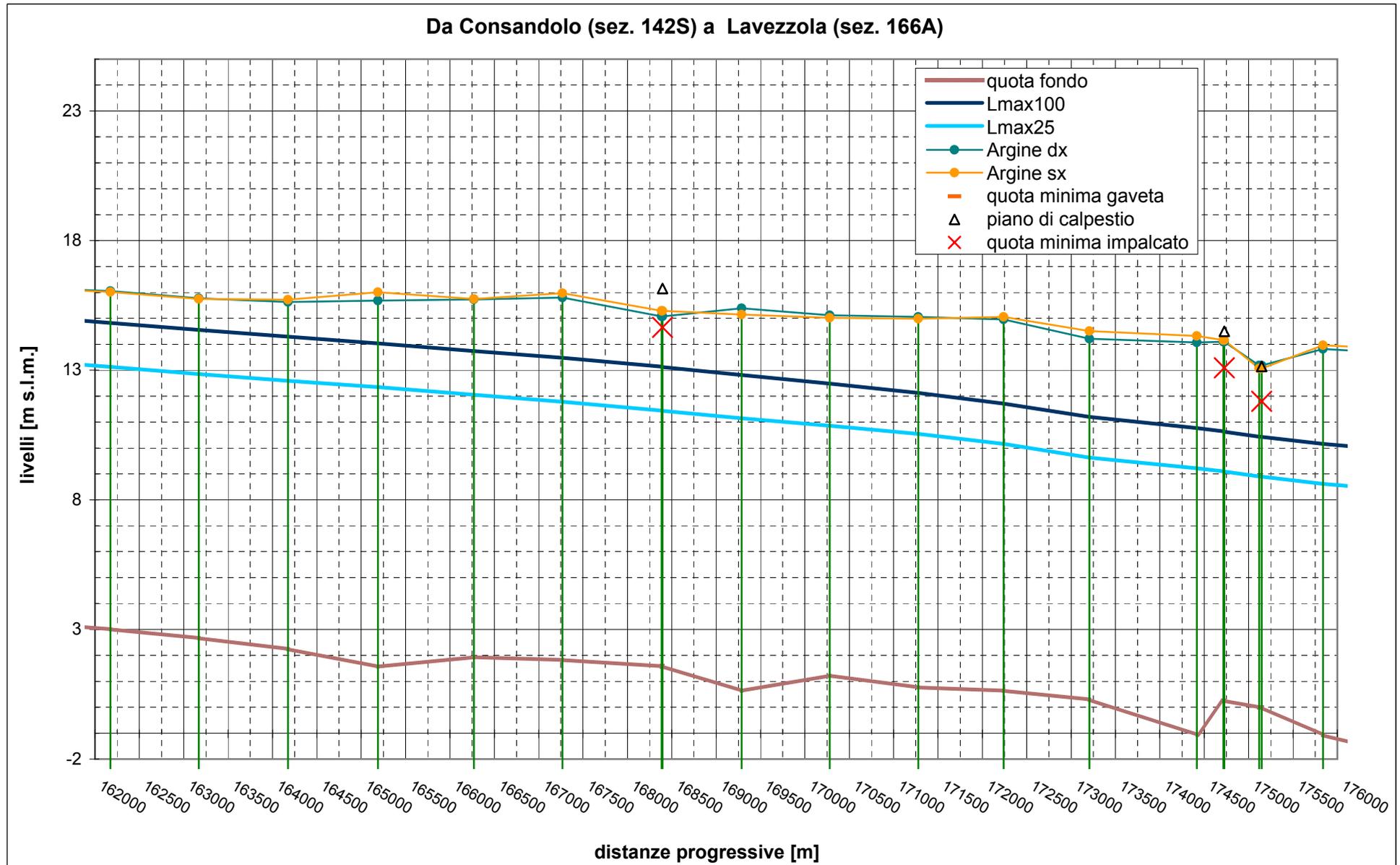
Profilo longitudinale del fiume Reno e inviluppo dei livelli idrici massimi per TR = 25 e 100 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



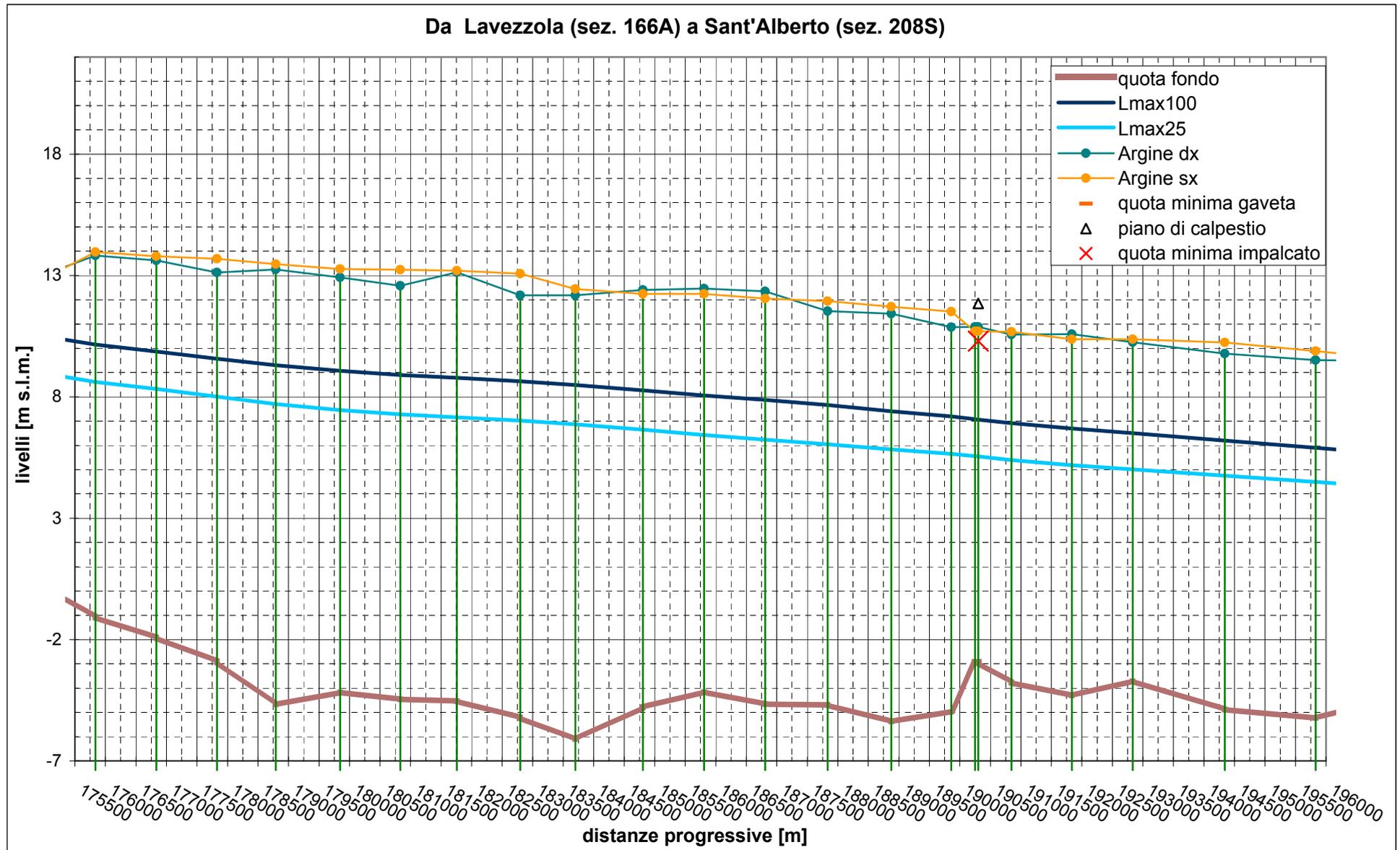
Profilo longitudinale del fiume Reno e inviluppo dei livelli idrici massimi per TR = 25 e 100 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro dei livelli idrici massimi per TR = 25 e 100 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro dei livelli idrici massimi per TR = 25 e 100 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.



Profilo longitudinale del fiume Reno e involucro dei livelli idrici massimi per TR = 25 e 100 anni, con indicazione delle quote significative di ponti e briglie.

