

# Comune di Monza

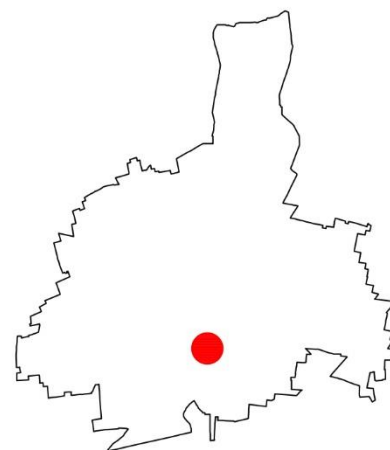
Provincia di Monza e Brianza



## P.A. relativo all'Ambito AT\_19 Via Val d'Ossola, Ex Garbagnati

### Allegato L

Relazione Idraulica



PROGETTISTA INCARICATO: STUDIO IDROGEOTECNICO ASSOCIATO

COMMITTENTE:  
Giacomo Garbagnati Spa

COLLABORATORI:

Agg. :

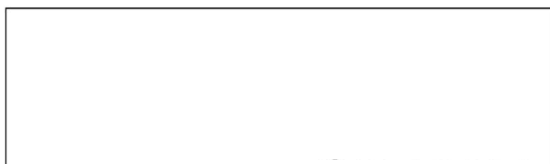
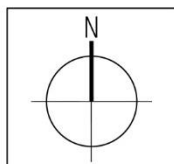
DISEGNATO DA :

CONTROLLATO DA :

Data : 05 Maggio 2017

Riferimento atti:

Commessa : 144\_MB\_MO/13



INGEGNERIA  
ARCHITETTURA  
URBANISTICA

SERVIZI PER L'INNOVAZIONE E  
LA TRASFORMAZIONE DELLE CITTÀ  
20059 Vimercate - Via Torri Bianche, 9  
tel. 039 6082546-472 - fax. 039 6859529

**OGGIONI E ASSOCIATI srl**  
**Via Torri Bianche 9**  
**20871 Vimercate (MB)**

**"P5 GARBAGNATI" - MONZA (MB)**

**VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**ai sensi dell'Allegato 4 alla D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616**

***RELAZIONE TECNICA***

**SOMMARIO**

1	PREMESSA .....	3
2	STUDI IDRAULICI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	Studio Idraulico Comunale .....	4
2.2	Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico de pianura Lambro-Olona - Autorità di Bacino del F. Po.....	5
2.2.1	Aspetto idraulico alla data di predisposizione dello studio.....	6
2.2.2	Aspetto di progetto alla data di predisposizione dello studio.....	10
2.3	Studio per la ripermetrazione delle zone a rischio idraulico – studio Pacheco (luglio 2008).....	11
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	16
3.1	Descrizione del bacino del fiume Lambro.....	16
3.2	Caratteri geomorfologici dell'asta fluviale .....	17
3.3	Notizie sugli eventi alluvionali e la piena del novembre 2002.....	18
4	DESCRIZIONE DEL P.A. RELATIVO ALL'AREA EX GARBAGNATI.....	19
5	ANALISI IDRAULICA .....	22
5.1	Acquisizione ed elaborazione dei dati idrologici e quantificazione delle portate.....	22
5.2	Descrizione del codice di calcolo utilizzato per tracciare i profili di corrente.....	22
5.3	Acquisizione delle geometrie e impostazione del modello .....	24
5.4	Risultati del modello .....	25
6	VERIFICA DI COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO E MISURE PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO.....	26

## ALLEGATI

**All. 1** - Vincoli idrogeologici

**All. 2** - HEC-RAS 4.0: output della simulazione idraulica per TR=200, situazione attuale

## TAVOLE

**Tav. 1** - Caratteri geomorfologici ed idraulici - scala 1:2.000

**Tav. 2** - Sezioni rilevate e profilo longitudinale – scala 1:200

## 1 PREMESSA

Il Piano Attuativo relativo all'area ex Garbagnati, situata in Monza (MB) tra la Via Val d'Ossola, Via Monte Grappa e il corso del Fiume Lambro, prevede la riqualificazione urbanistica, ambientale e paesaggistica dell'ambito principalmente costituito da capannoni industriali dismessi.

L'area di intervento è localizzata nella porzione meridionale del territorio comunale, compresa tra il "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" e il "limite di Fascia C", definiti per il Fiume Lambro dall'Autorità di bacino del fiume Po nella "Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico PAI – Fasce Fluviali del Fiume Lambro nel tratto dal Lago di Pusiano alla confluenza con il Deviatore Redefossi", approvata con DPCM 10/12/2004 (vedasi All. 1 - Vincoli Idrogeologici desunti dalla componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del Comune di Monza in corso di redazione).

Il Comune di Monza si è dotato dello studio di zonazione del rischio idraulico per l'individuazione degli interventi, compatibili nelle aree soggette ad esondazione del F. Lambro e ricadenti in fascia C delimitata da B di progetto e nelle fasce A e B all'interno del centro edificato. Lo studio, elaborato in data giugno 2004 a supporto della componente geologica, idrogeologica e sismica<sup>1</sup>, costituisce parte integrante del vigente PGT. L'area del PA, secondo i risultati dell'analisi idraulica sopracitata, ricade parzialmente in classi di rischio R2 e R3.

In accordo con quanto prescritto dalla normativa geologica di piano del PGT, il presente studio è finalizzato a verificare la compatibilità dell'intervento con le condizioni di rischio idraulico esistenti e a definire le opere di mitigazione del rischio stesso.

Il documento è stato sviluppato considerando sia le valutazioni effettuate nello studio idraulico comunale e in altri studi idraulici di riferimento, sia i dati derivanti dall'analisi idrologica e idraulica effettuata dall'Autorità di bacino del Fiume Po, ad approfondimento del PAI, nello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico de pianura Lambro-Olona".

In particolare si sono svolte le seguenti attività:

- rilievo geomorfologico di dettaglio delle sponde fluviali del tratto di interesse, supportato dalla base aerofotogrammetrica del Comune di Monza;
- individuazione e relativa battuta topografica delle sezioni idrauliche di interesse con aggancio delle quote all'aerofotogrammetrico comunale. La scelta delle sezioni ha tenuto conto, oltre che delle criticità riscontrate tramite sopralluoghi tecnici effettuati sul tratto di interesse, dei risultati dello studio dell'Autorità di bacino F. Po;
- acquisizione e analisi delle risultanze degli studi idraulici di riferimento sopramenzionati;
- determinazione, sulla base dei dati idrologici ed idraulici derivati dagli studi di documentazione, dei relativi tiranti idrici in condizioni di moto permanente;

---

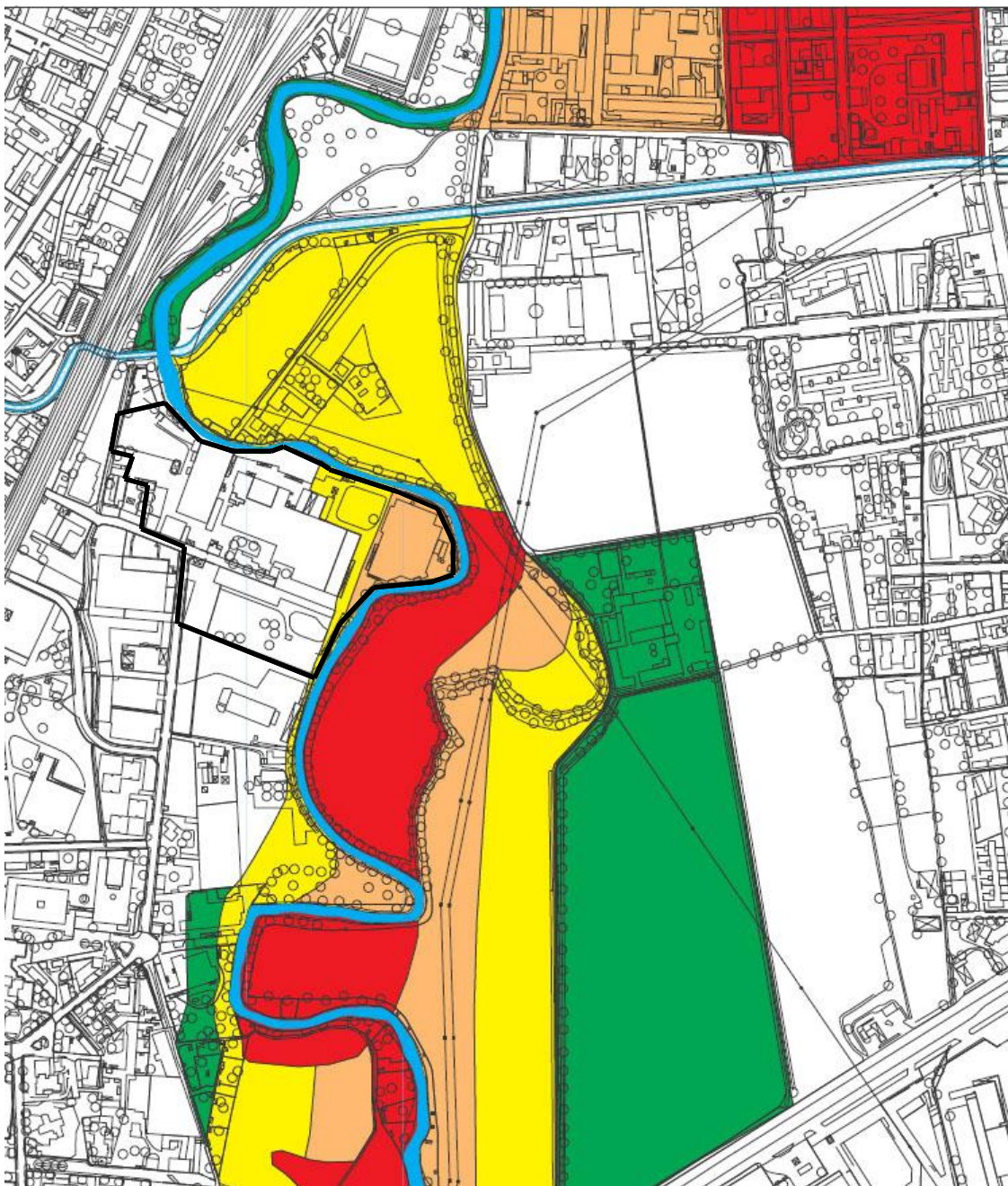
<sup>1</sup> REA s.c.r.l., Comune di Monza, Piano di Governo del Territorio, Componente geologica, idrogeologica e sismica - Parte idraulica Zonazione del rischio, a cura di Ing. Matteo Schena e Ing. Federico Gianoli, giugno 2004

- individuazione, per l'area di intervento, delle opere di mitigazione necessarie a rendere compatibile l'intervento stesso con le condizioni di rischio esistenti.

## 2 STUDI IDRAULICI DI RIFERIMENTO

### 2.1 STUDIO IDRAULICO COMUNALE

Lo studio idraulico redatto dalla società REA s.c.r.l., ed allegato al PGT vigente, ha valutato le condizioni di rischio nei territori compresi tra la fascia B di progetto e C, nonché nei territori compresi entro le fasce A e B all'interno del centro edificato, secondo il Metodo di approfondimento illustrato in All. 3 alla D.G.R. 7/7365/2001.



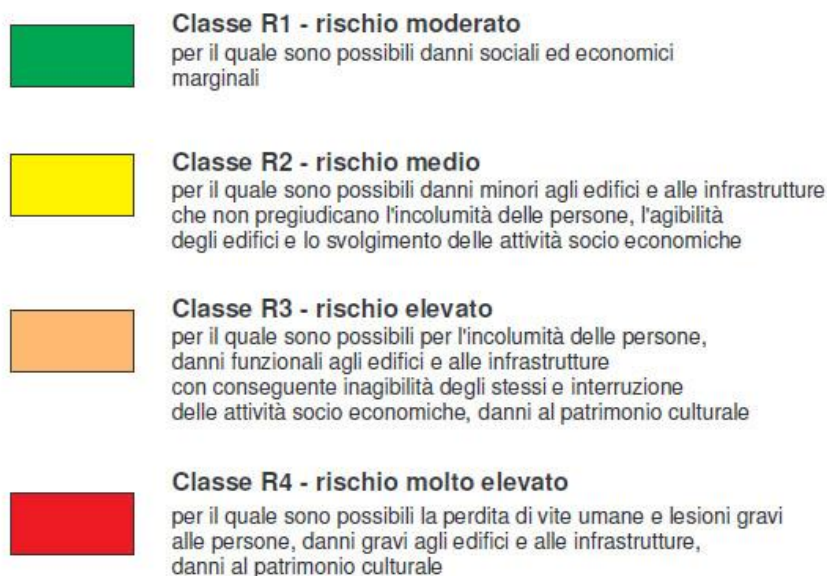


Figura 2.1: Studio Idraulico a supporto del PGT - REA scr1

L'area di intervento, come visualizzato in Figura 2.1, ricade per lo più in aree prive di rischio idraulico, ad eccezione della porzione orientale classificata in classi di rischio R2 ed R3, quest'ultima a ridosso dell'ansa del F. Lambro.

## **2.2 STUDIO DI FATTIBILITÀ DELLA SISTEMAZIONE IDRAULICA DEI CORSI D'ACQUA NATURALI E ARTIFICIALI ALL'INTERNO DELL'AMBITO IDROGRAFICO DE PIANURA LAMBRO-OLONA - AUTORITÀ DI BACINO DEL F. PO**

Il Fiume Lambro è stato oggetto di un recente studio di approfondimento da parte dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, nell'ambito dello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro-Olona — Fiume Lambro -(1^parte - dal Lago di Pusiano alla confluenza del Deviatore Redefossi)".

Lo studio idraulico, redatto da C. Lotti & Associati nel dicembre 2003, descrive le metodologie utilizzate ed i risultati ottenuti per la caratterizzazione della dinamica fluviale del fiume Lambro nella configurazione di stato di fatto sia in occasione di onde di piena sintetiche associate a eventi di 10, 200 e 500 anni di tempi di ritorno, sia in occasione dell'evento reale verificatosi nel mese di novembre 2002 utilizzato per la taratura del modello.

Esso si è articolato nei seguenti punti:

- *Sintesi delle caratteristiche morfologiche dell'asta*
- *Analisi idraulica*

Nella relazione vengono descritte le metodologie utilizzate per caratterizzare l'assetto idraulico del fiume in corrispondenza di eventi aventi tempi di ritorno pari a 10, 200 e 500 anni. In particolare, dopo aver descritto il software utilizzato (modello MIKE 11 del Danish Hydraulic Institute) e aver richiamato i dati conoscitivi raccolti circa gli aspetti morfologici, topografici e idraulici dell'asta di interesse, vengono presentati i risultati ottenuti in merito agli aspetti propagatori delle onde di piena con le corrispondenti delimitazioni delle aree di allagamento. Lo studio è stato condotto con riferimento alla situazione attuale dell'alveo e delle sue pertinenze. La definizione delle aree allagabili in seguito al transito di onde di piena è stata effettuata confrontando i livelli idrici definiti dal modello idraulico nelle sezioni di calcolo con le quote delle sommità arginali ove questi ultimi sono presenti, o con le quote dei limiti morfologici del letto di magra nei tratti in cui il corso d'acqua non è arginato. In corrispondenza delle sezioni in cui si verifica il sormonto degli argini, mediante il modello idraulico è stato inoltre necessario valutare il volume di esondazione.

*- Definizione dell'assetto di progetto*

Al termine della fase di analisi idrologica e idraulica relativa alle condizioni attuali si sono potute pertanto individuare le migliori soluzioni idonee alla definizione dell'assetto di progetto da conseguire per la sistemazione idraulica del corso d'acqua. Gli interventi prescelti tengono in conto le caratteristiche naturali del corso d'acqua e le pesanti modificazioni subite negli anni a seguito della presenza dell'uomo (dal comune di Monza fino a Milano compresi).

### **2.2.1 Assetto idraulico alla data di predisposizione dello studio**

L'area di studio copre un'area che si estende tra le sezioni LA93.4 (a nord) e LA92 (a sud), e ricade nel tratto 2 tra Villasanta e il ponte dell'autostrada A4, definite nello studio idraulico.

In questo tratto il fiume Lambro presenta un'insufficienza al contenimento della piena per tempi di ritorno pari a 200 anni.

La portata compatibile per l'intero tratto risulta essere dell'ordine dei 10-20 anni di tempo di ritorno. In particolare si ha che il tratto che attraversa il centro urbano di Monza risulta essere compatibile con portate di circa 80-90 m<sup>3</sup>/s a fronte di portate idrauliche con tempo di ritorno di 200 anni pari a circa 200-210 m<sup>3</sup>/s.

Il territorio di Monza è conseguentemente interessato da esondazioni diffuse che partono dalla zona del parco, coinvolgendo la zona del centro abitato e le aree naturali poste tra il canale Villoresi e l'autostrada A4.

L'ambito fluviale del F. Lambro posto a valle del Canale Villoresi è caratterizzato da un corso a meandri, il primo dei quali (in corrispondenza dell'area di intervento) risulta avere le sponde gravemente inadeguate al contenimento del deflusso di piena per la portata bicentenaria (sezione LA93.2). In questo punto pertanto la tracimazione dell'alveo principale determina la formazione di correnti in destra e sinistra che defluendo verso valle interessano le aree circostanti.

Nella seguente figura si riporta l'area di allagamento per T=200 anni a Monza nella zona a S del Canale Villoresi desunta dallo studio idraulico in esame.

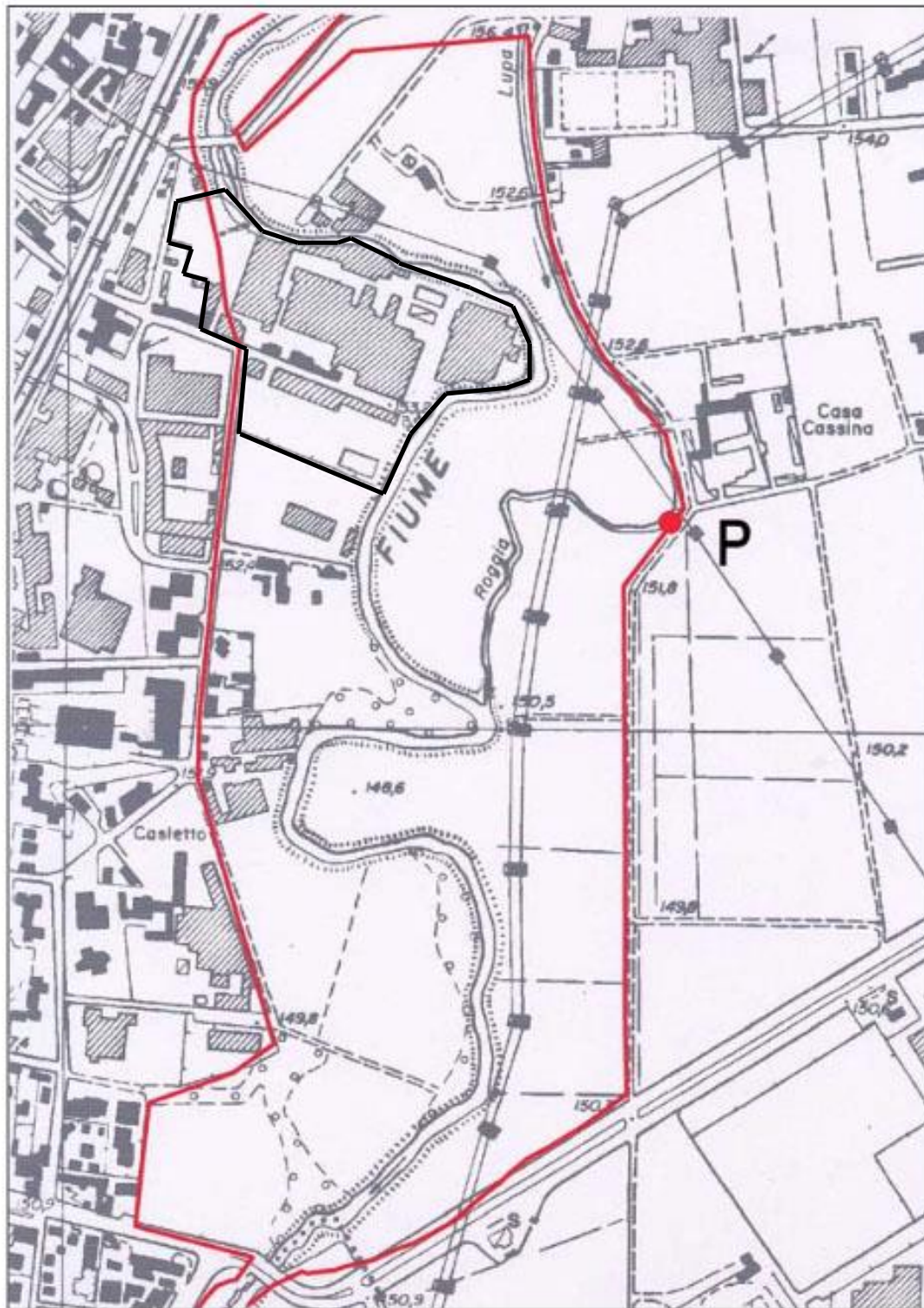
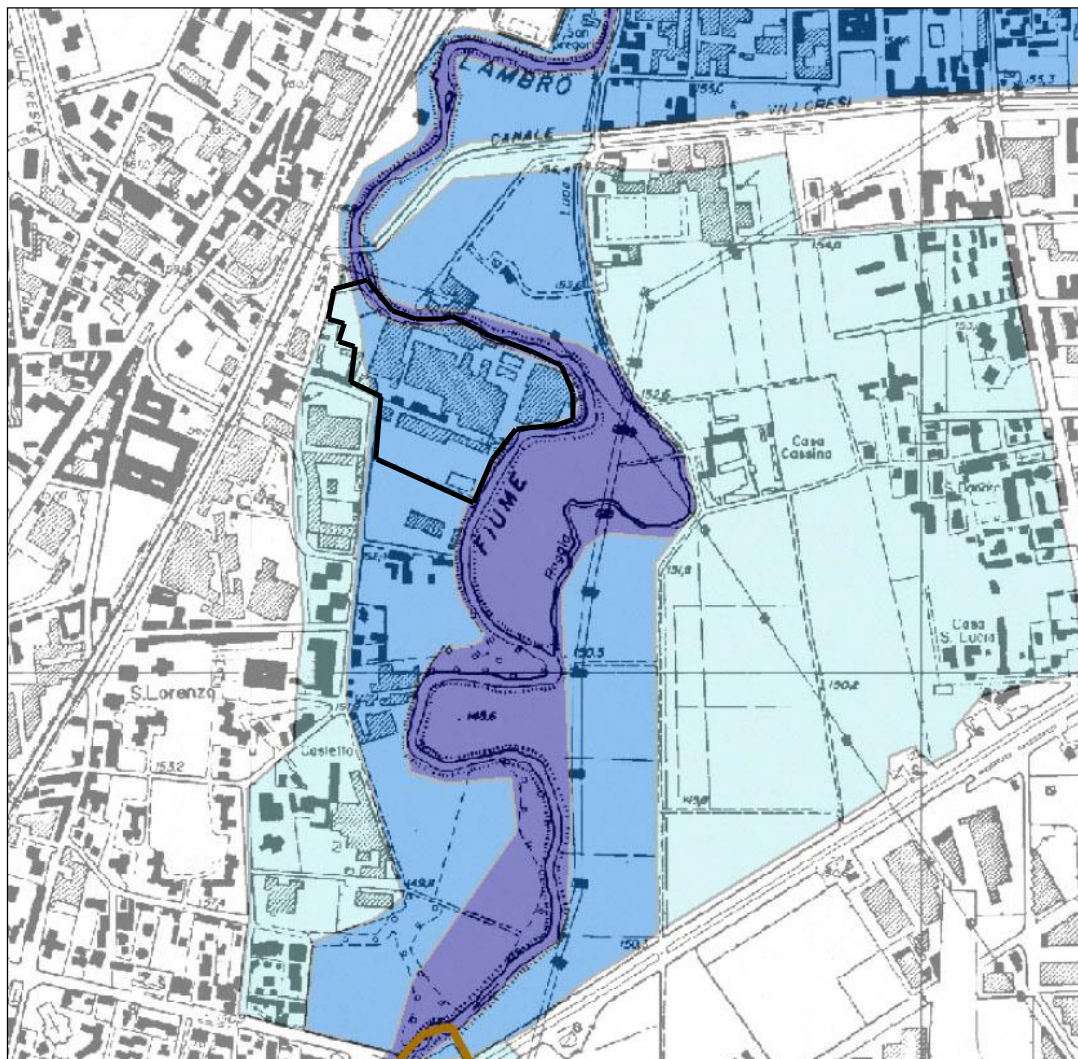


Figura 2.2: Area di allagamento per T=200 anni a Monza a S del Canale Villoresi (Studio idraulico Autorità di Bacino del F. Po)

Si evidenzia che la situazione idraulica attuale in corrispondenza dell'area di intervento non è la medesima di quella descritta dall' Autorità di Bacino: a seguito infatti dell'esonazione conseguente agli eventi alluvionali del 27.11.2002 sono stati ricostruiti i muri di cinta sul lato fiume e consolidate le fondazioni al fine di garantire la protezione dell'area Ex Garbagnati per eventi di piena duecentennali.



Le aree di allagamento definite dall'Autorità di Bacino del F. Po sono state recepite nelle mappe di pericolosità e rischio alluvioni predisposte dalla Regione Lombardia in adempimento alla Direttiva 2007/60/CE. Di seguito si riporta uno stralcio per l'area in esame di tali mappe.



- AREE ALLAGABILI (SCENARIO FREQUENTE)
- AREE ALLAGABILI (SCENARIO POCO FREQUENTE)
- AREE ALLAGABILI (SCENARIO RARO)
- LIMITI AMMINISTRATIVI

Figura 2.3: Mappa della pericolosità (Regione Lombardia)

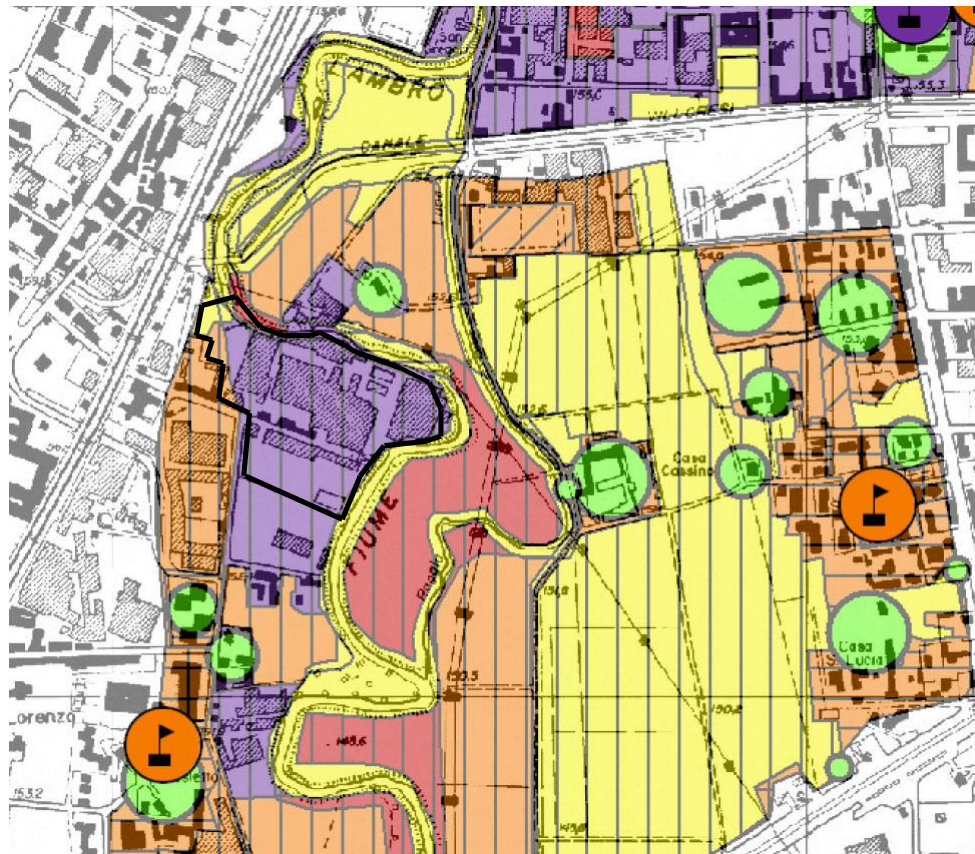


Figura 2.4: Mappa del rischio (Regione Lombardia)

Dal punto di vista della pericolosità, l'area di intervento ricade nelle aree allagabili a scenario poco frequente e dal punto di vista del rischio l'insediamento è posto in classe di rischio R4.

### 2.2.2 Assetto di progetto alla data di predisposizione dello studio

Dall'analisi idrologica-idraulica emerge che i principali tratti in cui si verifica la maggior insufficienza sono quelli in attraversamento ai due maggiori centri urbani interni al bacino, Monza e Milano:

- la portata al colmo con tempo di ritorno 200 anni a Monza è pari a circa  $200 \div 210 \text{ m}^3/\text{s}$ , mentre la portata compatibile con il tratto urbano è pari a circa  $80 \div 90 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- la portata al colmo con tempo di ritorno 200 anni a Milano è pari a circa  $300 \div 320 \text{ m}^3/\text{s}$ , mentre la portata compatibile con il tratto urbano è pari a circa  $120 \div 150 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Tenuto conto che l'intero sistema di difese idrauliche dell'asta fluviale deve essere dimensionato, in coerenza con gli obiettivi generali del PAI e con l'assetto complessivo dell'asta fluviale, con riferimento a una piena di progetto con tempo di ritorno di 200 anni, in linea generale le metodologie di intervento in grado di conseguire l'assetto di progetto sono le seguenti:

- aumento della capacità di laminazione all'interno del bacino (asta fluviale e affluenti), in modo da ridurre opportunamente in relazione agli afflussi ed alla sostenibilità della soluzione, l'entità delle portate di piena;
- mantenimento delle aree di allagamento naturale che interessano zone golenali;
- rimozione dei manufatti di attraversamento che ostacolano il deflusso di piena e inducono allagamenti in zone non compatibili;
- riduzione delle portate scaricate dalle reti di drenaggio urbano;
- aumento della capacità idraulica dell'alveo attraverso opere locali (ricalibratura, diversivi, ecc.).

Per il tratto ricadente dal ponte San Giorgio a Villasanta al ponte dell'A4 Milano-Venezia gli interventi dovranno prevedere:

- mantenimento delle aree di espansione naturale (Parco di Monza, zona compresa tra il Canale Villoresi e la Tangenziale di Monza);
- riduzione delle portate scaricate dalle reti di drenaggio urbano (secondo i limiti del PRRA);
- aumento della capacità idraulica dell'alveo (by-pass in corrispondenza del ponte di Via Bertoli e diversivo di Monza).

Il by-pass di Monza è tra le opere che rivestono una maggiore importanza sia in termini di efficacia nei riguardi dell'assetto di progetto sia in termini di rilevanza della singola opera.

Il nuovo canale diversivo, aggirando la città in sinistra idrografica, sarà in grado di limitare la portata all'interno del centro di Monza entro valori compatibili con la situazione attuale ( $80 \div 90 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

In dettaglio il tracciato dell'opera è così descritto nello studio idraulico:

- opera di presa localizzata all'interno del Parco di Monza, appena a valle del ponte di via Cavriga;
- sviluppo in direzione sud-est, attraversando parte del territorio del comune di Villasanta, attualmente non urbanizzato, sottopassando poi la linea ferroviaria Monza-Molteno ed immettendosi, in località Cascina Bernardo, al di sotto della tangenziale di Monza;
- in corrispondenza della tangenziale, prosecuzione del tracciato prima in direzione sud e successivamente in direzione sud-ovest, fino a giungere a monte dell'impianto di depurazione di Monza;

- percorrenza delle zone agricole sottostanti in direzione sud, fino a sottopassare l'autostrada A4 (questo perché il ponte dell'A4 sul Lambro in corrispondenza dell'impianto non risulta compatibile con le portate in alveo, neppure nell'assetto di progetto);
- una volta sottopassata l'autostrada, percorso parallelo a quest'ultima in direzione sud-est fino ad intersecare la roggia Molin ara e seguirla parallelamente in direzione sud;
- l'immissione del diversivo nel Lambro è previsto appena a valle del ponte di via San Maurizio in comune di Cologno Monzese.

### **2.3 STUDIO PER LA RIPERIMETRAZIONE DELLE ZONE A RISCHIO IDRAULICO – STUDIO PACHECO (LUGLIO 2008)**

Il documento " *Rapporto idraulico di supporto alla predisposizione dello studio di dettaglio per la perimetrazione delle zone a rischio idraulico e elaborazione delle carte di rischio assoggettate alla normativa del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)*" redatto da Studio Pacheco in data 09/07/2008, risulta adottato dal Comune di Monza ma non approvato.

Lo studio, relativo al tratto del fiume Lambro che si estende a valle del Ponte S. Giorgio – Villasanta fino agli intorni del Ponte dell'Autostrada A4 per una lunghezza complessiva di circa 9 km, è stato condotto in due fasi:

1. analisi idraulica di dettaglio in condizioni di moto permanente, finalizzata allo svolgimento della ripermetrazione delle fasce fluviali d'esondazione per TR 200 anni. Le portate di piena adottate nella ripermetrazione delle aree di allagamento sono state ricavate dallo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona";
2. costruzione della mappatura delle aree di pericolosità abbinata alla portata bicentennale, ai sensi dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12".

Lo studio di dettaglio idraulico relativo alla fase 1 è stato sviluppato mediante un modello numerico di carattere bidimensionale, Basilisk 2D, che ha consentito di individuare i tiranti idrici, le velocità e i livelli idrici in moto stazionario, in corrispondenza dei seguenti scenari:

- **Simulazione 1**: scenario relativo al novembre 2002; sono considerati tutti gli interventi antropici adottati per il controllo dell'emergenza. Tempo di ritorno di circa 70 anni.
- **Simulazione 2**: scenario relativo all'evento bicentenario.
- **Simulazione 3**: scenario relativo alla portata di 180 m<sup>3</sup>/s con tempo di ritorno di circa 100 anni.
- **Simulazione 4**: scenario relativo alla portata di 160 m<sup>3</sup>/s con tempo di ritorno di circa 70 anni.

Il modello ha utilizzato un dominio di calcolo, di forma rettangolare composta e avente dimensioni di circa 6.8 Km per 3 Km, per mezzo di un reticolo a celle quadrate di dimensione 5 m per 5 m costituito da 800.000 celle.

La mappatura del rischio (*fase 2*) è stata eseguita adottando i risultati ottenuti per la portata bicentenaria tramite la modellazione idrodinamica di natura bidimensionale effettuata con il codice Basilisk 2D. La modellazione è stata condotta in condizioni di moto stazionario, in forma tale da individuare l'andamento spaziale delle variabili dipendenti tirante idrico e modulo della velocità adottate per la suddivisione del territorio in diversi livelli di rischio.

Si sono utilizzate le seguenti 4 classi di rischio, come definite nel PAI:

- **R1 – moderato**, per il quale sono possibili danni sociali ed economici marginali.
- **R2 – medio**, per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche.
- **R3 – elevato**, per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale.
- **R4 – molto elevato**, per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale.

L'attribuzione delle classi di rischio R3 e R4 rispetto ai valori del tirante e delle velocità idriche, si è basata sull'utilizzo del criterio rappresentato nella Figura "Livello di pericolo in aree inondabili", pag. 24 del 2° Supplemento Straordinario al n. 24 – 12 giugno 2008, Bollettino Ufficiale Regione Lombardia.

Per quanto riguarda la definizione del limite di pericolosità associato alle classi R1 e R2, si è fatto ricorso a un criterio analitico basato su un semplice schema fisico in grado di esprimere in modo quantitativo la pericolosità per le classi di tipo moderato e medio. Il criterio proposto si basa sulla determinazione di soglie idrodinamiche di pericolosità basate sul concetto di spinta tollerabile condizionato dall'energia specifica, considerando l'azione meccanica di una corrente in termini di spinta e di energia.

In particolare, sulla base della valutazione della spinta orizzontale unitaria su una parete verticale piana e indefinita investita da una corrente uniforme, caratterizzata da un tirante  $h$  e da una velocità di scorrimento  $v$ , è stato determinato l'andamento della relazione tra tirante idrico e velocità della corrente nei casi di spinta assegnata ed energia specifica costante. Sono stati adottati i valori di spinta unitaria di 1500 N/m nel caso della classe R1, definita come moderata, e di 2500 N/m per la classe R2, definita come media. La combinazione dei valori di altezza e velocità contenuti nei campi delimitati per le funzioni della spinta 1500 e 2500 N/m e l'andamento della curva proposta per la Regione Lombardia hanno permesso di identificare le quattro classi di pericolosità indicate dalla normativa.

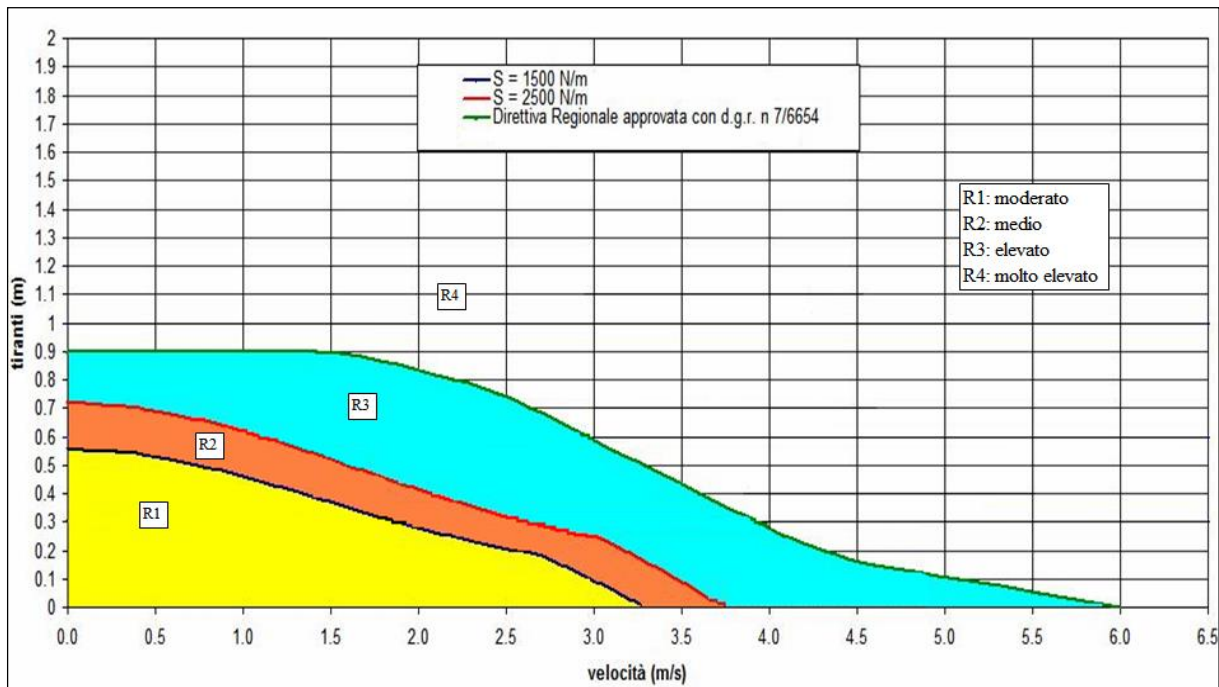


Figura 2.5- Relazione tra tirante idrico e velocità della corrente a diverse spinte costanti per la definizione delle classi di pericolosità R1, R2, R3 e R4

La costruzione della carta di pericolosità per l'evento con tempo di ritorno 200 anni è stata condotta come di seguito:

- vengono messi a confronto per ciascuna cella i valori di altezza e velocità per TR 200 anni, con le soglie di velocità di scorrimento e tirante idrico indicati dalla Regione Lombardia per la definizione delle classi R4 e R3. Quando la combinazione dei valori di tiranti idrici e velocità superano le soglie proposte dai Criteri regionali, viene assegnato il livello di pericolosità R4;
- nel caso in cui i valori dei tiranti e delle velocità della cella esaminata siano contenuti nella classe R3, vengono confrontati i valori di altezza e velocità con le soglie costruite a partire dalla spinta unitaria massima di 2500 N/m. Nel caso i valori siano superiori ai limiti di seguito elencati viene assegnata la classe R3:
  - per tiranti idrici superiori a 0.72 m e prescindere dal valore della velocità;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.65 e 0.72 m e per velocità di scorrimento superiori a 0.5 m/s;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.55 e 0.65 m e per velocità di scorrimento superiori a 1.0 m/s;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.45 e 0.55 m e per velocità di scorrimento superiori a 1.5 m/s;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.33 e 0.45 m e per velocità di scorrimento superiori a 2.0 m/s;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.25 e 0.33 m e per velocità di scorrimento superiori a 2.7 m/s;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.13 e 0.25 m e per velocità di scorrimento superiori a 3.2 m/s;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.05 e 0.13 m e per velocità di scorrimento superiori a 3.5 m/s;
  - per tiranti idrici superiori a 0.05 m e per velocità di scorrimento superiori a 3.70 m/s;

- per la situazione riguardante velocità di scorrimento e tiranti idrici inferiori alle soglie associate alla spinta unitaria massima di 2500 N/m, i valori dei tiranti e delle velocità della cella esaminata vengono confrontati con le soglie idrodinamiche abbinata alla spinta di riferimento di 1500 N/m. Nel caso che la combinazione dei valori di tiranti e velocità siano inferiori alle soglie di riferimento, si adotta la classe R1 e in caso contrario si adotta la classe R2. Di seguito vengono elencate le soglie di tirante idrico e le velocità di scorrimento per la spinta di 1500 N/m il cui superamento implica l'adozione della classe R2:
  - per tiranti idrici superiori a 0.56 m a prescindere dal valore della velocità;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.50 e 0.56 m e per velocità di scorrimento superiori a 0.5 m/s;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.42 e 0.50 m e per velocità di scorrimento superiori a 1.0 m/s;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.33 e 0.42 m e per velocità di scorrimento superiori a 1.5 m/s;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.25 e 0.33 m e per velocità di scorrimento superiori a 2.0 m/s;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.15 e 0.25 m e per velocità di scorrimento superiori a 2.5 m/s;
  - per tiranti idrici compresi tra 0.05 e 0.15 m e per velocità di scorrimento superiori a 3.0 m/s;
  - per tiranti idrici superiori a 0.05 m e per velocità di scorrimento superiori a 3.26 m/s.

Le aree a diverso rischio sono quindi state costruite, a livello di rappresentazione grafica, in funzione delle dimensioni delle celle. Tale approccio è stato ritenuto il più rappresentativo, dal momento che rispecchia il livello di dettaglio della modellistica bidimensionale adottata nello studio di zonazione del rischio.

Nella Figura 2.6 è stata riportata la zonazione del rischio idraulico definita dallo studio Pacheco. Si osserva che l'area del PA Garbagnati è collocata in aree prive di rischio di esondazione.

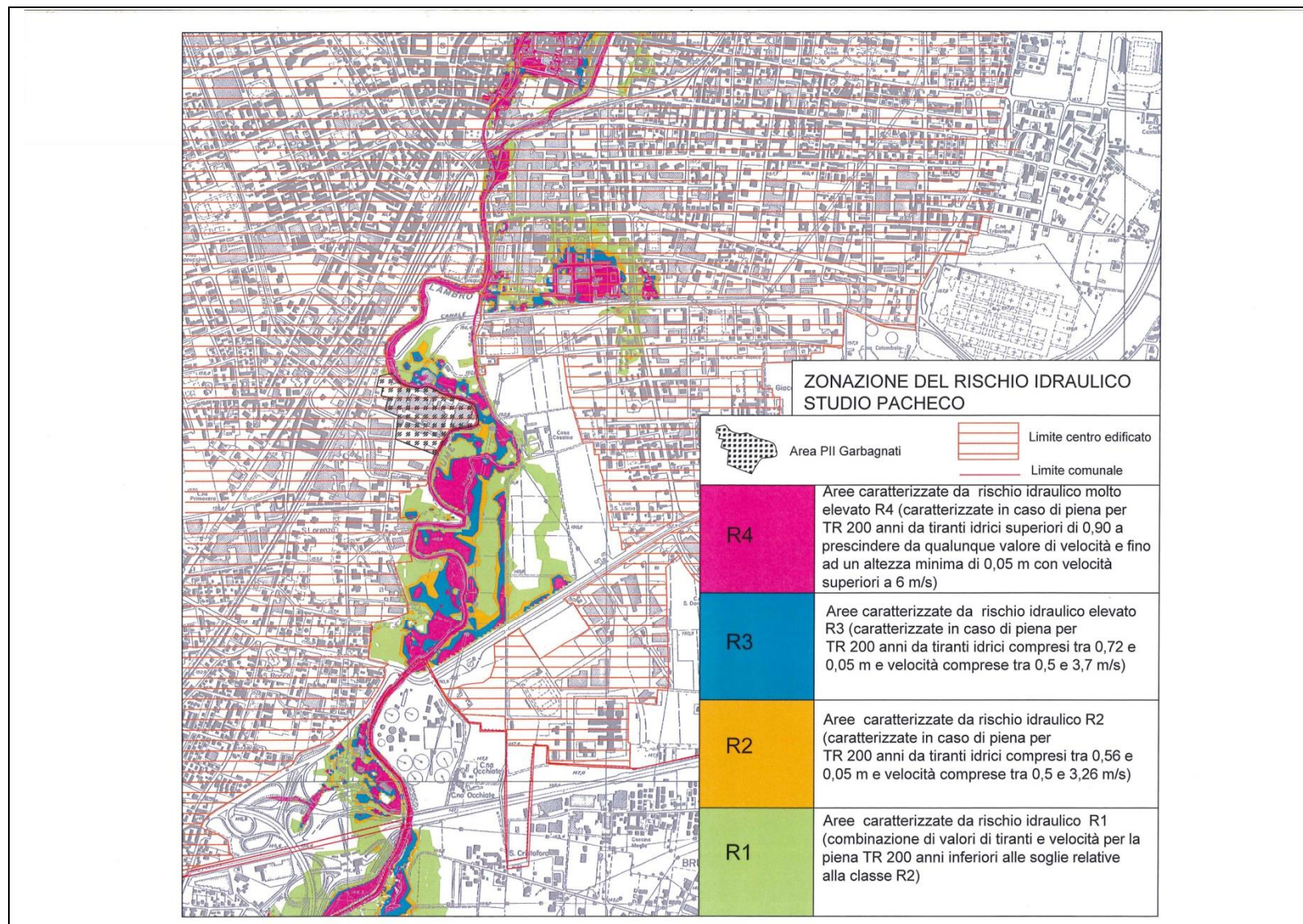


Figura 2.6 - Zonazione del rischio idraulico (Studio Pacheco - Luglio 2008)



### 3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

#### 3.1 DESCRIZIONE DEL BACINO DEL FIUME LAMBRO

Il fiume Lambro ha un percorso totale di 130 km e raccoglie le acque di un territorio ampio 1.950 km<sup>2</sup>. Dal punto di vista dell'estensione del bacino le progressive sono riferite a tre sezioni di riferimento principale, come riportato in Tabella 3.1.

**Tabella 3.1-Estensione del bacino (da "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", all. 7 delle N.A. del P.A.I.)**

Sezione	Distanza progressiva [km]	Superficie sottesa [km <sup>2</sup> ]
Lambrugo	20,428	170
Milano	70,636	465
Confluenza Po	137,400	1.950

Il fiume Lambro nasce a 950 m s.l.m., presso Pian del Rancio, nel Comune di Magreglio (Como). Fino ad Asso il fiume ha carattere torrentizio e, successivamente, fino ad Erba, scorre in un letto ampio e poco inciso. Mediante una canalizzazione (Lambrone) entra nel lago di Pusiano.

All'uscita del lago di Pusiano, scorre su un terreno pianeggiante, con solo alcuni tratti arginati da opere murarie.

Le arginature sono più consistenti a valle di Ponte Nuovo. In questa zona il Lambro riceve le acque:

- dell'emissario del lago di Alserio;
- di due rogge (Gallarana e Ghiringhella) alimentate da fontanili;
- dei suoi tre affluenti principali - Bevera di Molteno, Bevera di Tremolada, Bevera di Naresso, tutti collocati sul lato di sinistra.

Il fiume rallenta il suo corso dopo aver attraversato Baggero formando, successivamente, anche dei meandri sui quali si manifestano talora fenomeni di erosione.

Le opere di arginatura sono trascurabili fino a sud di Briosco; da qui fino ad Agliate sono presenti opere di protezione di una certa consistenza (murature in cemento e scogliere). Arginature di una certa consistenza sono rilevabili ad Agliate e Carate. Il fiume si incanala, quindi, in una gola che il corso d'acqua si è scavato nel ceppo. Pareti di ceppo, zone di deposito, zone di erosione e arginature nelle zone abitate si ripetono fino a Canonica. Dopo che il fiume ha raccolto le acque delle valli Brovada, Cantalupo e Pegorino, la valle si apre e la velocità della corrente diminuisce. Predominano, allora, le aree di sedimentazione della piana di inondazione con massima estensione all'interno del Parco di Monza. Prima di questo, a valle e a monte dell'abitato di S. Giorgio, il fiume è ampiamente arginato.

All'interno dell'abitato di Monza il fiume risulta completamente arginato e scorre in un alveo poco inciso. In corrispondenza del centro storico è presente un canale scolmatore, denominato Lambretto, che confluisce nell'alveo principale immediatamente a valle della linea ferroviaria Milano-Carnate.

L'abitato di Monza costituisce un punto di passaggio tra il settore pedemontano e la pianura. A monte, infatti, l'alveo è inciso entro una valle ben definita mentre a valle i limiti della piana alluvionale risultano sempre meno evidenti fino a scomparire.

In questo tratto il corso d'acqua, a seguito dei cambiamenti di pendenza dell'alveo, cambia morfologia, passando da un andamento prevalentemente rettilineo ad un andamento a meandri.

Procedendo verso sud tra gli abitati di Brugherio e Cologno Monzese, il corso d'acqua risulta ancora completamente arginato, con opere di difesa realizzate in fasi successive e spesso con caratteristiche costruttive differenti da sponda a sponda.

La piana alluvionale in questo settore è molto ampia e non risultano più evidenti i terrazzi che la delimitano anche a causa della forte antropizzazione della piana.

### **3.2 CARATTERI GEOMORFOLOGICI DELL'ASTA FLUVIALE**

Il tratto fluviale di interesse, esteso da Monza fino alla porzione settentrionale del Comune di Milano, attraversa un territorio ad intensa urbanizzazione nel quale risulta difficoltosa l'individuazione di qualsiasi elemento geomorfologico. L'assetto morfologico naturale dell'ambito fluviale è stato alterato nel corso degli anni con interventi antropici sempre più prossimi al corso d'acqua che ne hanno condizionato l'evoluzione ed il regime idraulico. La crescente urbanizzazione, associata agli interventi di artificializzazione dell'alveo, ha progressivamente ridotto la capacità di laminazione del fiume Lambro con il conseguente incremento del rischio di esondazione.

In questo settore possono riconoscersi diverse situazioni morfologiche riferite alle aree di seguito elencate:

- area estesa dal Parco di Monza fino a Brugherio in cui la piana alluvionale, di estensione maggiore rispetto alle porzioni più settentrionali, risulta ben definita da ordini di terrazzi generalmente continui con dislivello di pochi metri. Sono ben distinguibili, in particolare, i terrazzi di raccordo con la pianura in corrispondenza del Parco di Monza e nella porzione meridionale del comune stesso in sponda idrografica destra. Il corso d'acqua ha un andamento sinuoso a tratti meandriforme con alveo attivo poco incassato rispetto alla piana. In corrispondenza del centro urbano di Monza tali evidenze morfologiche risultano parzialmente o totalmente mascherate dalla presenza continua di insediamenti residenziali che hanno determinato un restringimento dell'alveo di piena impedendo la naturale espansione del corso d'acqua;
- area compresa tra Brugherio, Cologno Monzese e Sesto San Giovanni corrispondente alla zona più densamente urbanizzata, in cui sia l'ambito fluviale sia le fasce di pianura immediatamente circostanti hanno subito radicali mutamenti connessi ad un massiccio intervento antropico. Esempi in tal senso si rilevano in località San Maurizio al Lambro (Brugherio) in cui l'alveo attivo del fiume si situa tra i rilevati delle discariche Falck (ex bacini di cava con falda freatica affiorante) e il rilevato stradale costituito dalla bretella di collegamento tra Tangenziale Est ed A4. Immediatamente a Sud delle discariche si sviluppa la Cava Melzi in prossimità della sponda destra, mentre in sinistra idrografica l'urbanizzato di Cologno Monzese si spinge a ridosso delle sponde stesse con una conseguente riduzione dell'alveo di piena. Il corso d'acqua conserva, analogamente all'area precedentemente descritta, un andamento sinuoso poco incassato rispetto alla piana circostante, ad eccezione del tratto posto in adiacenza alla Tangenziale Est che risulta rettificato. Argini in terra o muri di contenimento sono presenti lungo il corso a difesa delle sponde. La presenza di rilevati stradali in aree prossime all'alveo attivo (Peduncolo, Tangenziale Est) rappresenta un ostacolo in senso sia longitudinale sia trasversale all'espansione delle piene, costituendo dei veri e propri argini artificiali;

- area a valle dell'abitato di Cologno Monzese estesa fino alla zona del Parco Lambro (Milano); il corso d'acqua, sempre inserito in un ambito metropolitano, attraversa il contesto periferico posto a Est di Milano caratterizzato da una minore densità edificatoria in cui gli insediamenti (per lo più residenziali) non sono direttamente addossati all'alveo. Sono presenti, infatti, aree agricole periferiche e aree attrezzate a verde pubblico (Parco Lambro) che possono costituire aree libere per l'eventuale laminazione delle piene. Il corso d'acqua presenta un andamento pressoché rettilineo; la piana alluvionale, localmente terrazzata (a monte di Cascina Gobba), può risultare tutta alluvionabile con una minore predisposizione nelle porzioni caratterizzate da risalto morfologico. Anche in questo settore i terrapieni della Via Rizzoli, limitatamente alla porzione settentrionale in sponda sinistra, e la Tangenziale Est, in sponda destra, rappresentano un argine al contenimento dei livelli idrici di piena.

L'area della ex Garbagnati è ubicata in destra idrografica del F. Lambro, subito a valle del Canale Villosesi. In questo tratto il fiume Lambro ha un andamento meandriforme con fondo alveo in terreno naturale.

Il piede della sponda idrografica destra risulta protetto da un muro in cemento di antica costruzione, di altezza di circa 1 m e lunghezza di circa 250 m a partire dal confine N dell'area di proprietà; in questo tratto gli edifici si sviluppano a ridosso della sommità della scarpata fluviale.

Alla sommità dell'argine in destra idrografica è presente un muro in calcestruzzo, di altezza di circa 3 m e con sviluppo dall'estremità N della proprietà fino all'inizio del tratto fluviale rettilineo, con funzione di confine e di sicurezza idraulica della sponda (vedi documentazione fotografica in Tav. 1). Sempre in questo tratto di fiume, la sponda sinistra è invece protetta da scogliere senza soluzione di continuità.

### ***3.3 NOTIZIE SUGLI EVENTI ALLUVIONALI E LA PIENA DEL NOVEMBRE 2002***

Un importante evento alluvionale, in ordine di tempo, che ha riguardato il fiume Lambro, risale alla data del 27.11.2002; tale piena può essere riferita ad un tempo di ritorno non superiore a 50 anni (tra 20 e 50 anni), come confermato dai risultati dello studio idraulico effettuato per la zonazione del rischio in Comune di Cologno M., che attribuiscono all'evento un tempo di ritorno pari a 38 anni.

L'evento ha prodotto danni significativi ad impianti e strutture della Garbagnati; in particolare si è verificato il parziale crollo di un edificio adibito a magazzino, la lesione grave di un capannone destinato alla produzione ed il cedimento di ampie porzioni della viabilità interna antistante al F. Lambro per sifonamento delle acque al di sotto del muro perimetrale.

A seguito dell'esondazione del novembre 2002 sono stati ricostruiti i muri di cinta sul lato fiume e consolidate le fondazioni al fine di garantire la protezione dell'area Ex Garbagnati per eventi di piena duecentennali. Inoltre sono stati effettuati interventi di consolidamento e impermeabilizzazione del terreno per ridurre i fenomeni di sifonamento spinti fino alle profondità di 8-10m da p.c.

I più recenti eventi del luglio e novembre 2014 non hanno interessato il sito Garbagnati ma hanno prodotto esondazioni in sinistra idrografica.

#### 4 DESCRIZIONE DEL P.A. RELATIVO ALL'AREA EX GARBAGNATI

Il Piano Attuativo in oggetto riguarda la riqualificazione urbanistica dell'area principalmente costituita da capannoni industriali dismessi, ricompresa tra via Val d'Ossola, via Monte Grappa e il fiume Lambro in comune di Monza (MB).



##### LEGENDA

	Ambito di intervento
	Reticolo idrografico
	Aree verdi
	Percorsi Ciclopdonali
	Ponti ciclopdonali
	Piazze/ percorsi pedonali
	Parcheggi a raso
	Accessi carrabili
	Ingombro indicativo dell'edificato in pianta
	Edificio commerciale/residenziale
	Edificio polifunzionale
	Struttura ricreativa/sportiva

Figura 4.1 - Planivolumetrico scala 1:1.000 [tratto dalla Tav. 10 PA relativo all'area ex Garbagnati - Oggioni e Associati]

I contenuti del PA sono i seguenti:

- Riqualificazione e bonifica dell'area industriale dismessa con demolizione degli edifici esistenti;
- Realizzazione di un parco lungo il fiume Lambro comprensivo di un ponte ciclopedonale di attraversamento del fiume e della roggia Lupa con conseguente connessione con via Rosmini. In particolare il PA persegue l'obiettivo di ripristino della naturalità di questa area con la demolizione dell'edificio esistente (classificato in classe di rischio R3 dallo studio idraulico comunale di REA srl), la bonifica dell'area e la formazione di un parco di oltre 23.000 mq oltre a 39.875 mq, sempre adibiti a parco, dislocati in destra idrografica fino alla via Rosmini. L'intervento prevede inoltre la realizzazione di un sistema di percorsi ciclopedonali che si innestano del parco in progetto, percorrono la sponda del fiume e arrivano fino a via Rosmini.

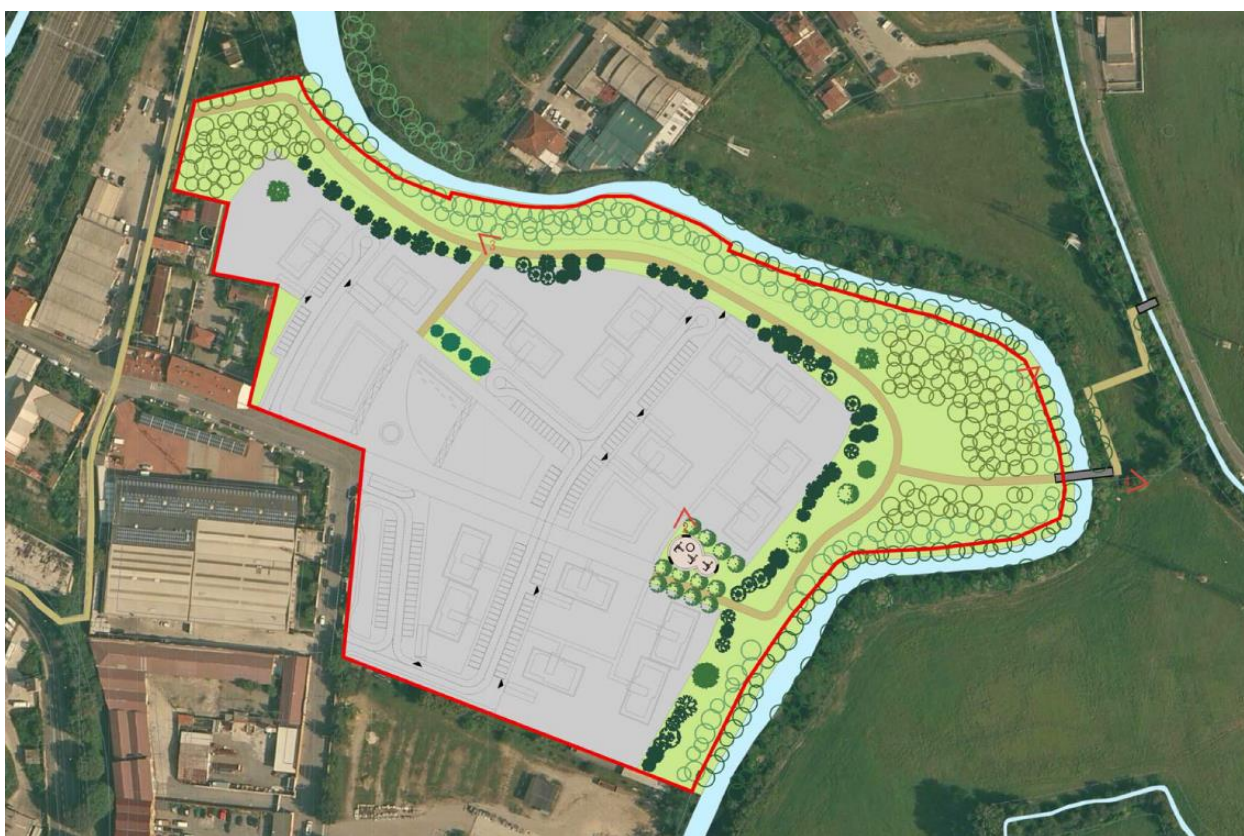


Figura 4.2 - Planimetria parco [PA relativo all'area ex Garbagnati - Oggioni e Associati]

L'intervento prevede un sistema di percorsi ciclopedonali che si innestano nel previsto parco, percorrono la sponda destra del fiume e lo scavalcano in prossimità dell'ansa per attraversare un tratto di aree destinate all'agricoltura, per poi innestarsi sulla via Rosmini asse interno al territorio agricolo a sud della città. L'intervento inoltre contempla la demolizione dell'attuale manufatto esistente lungo il corso del fiume e la riqualificazione delle sponde con la formazione prevalentemente di terre armate rinverdate mediante la tecnica di impianto a talee.

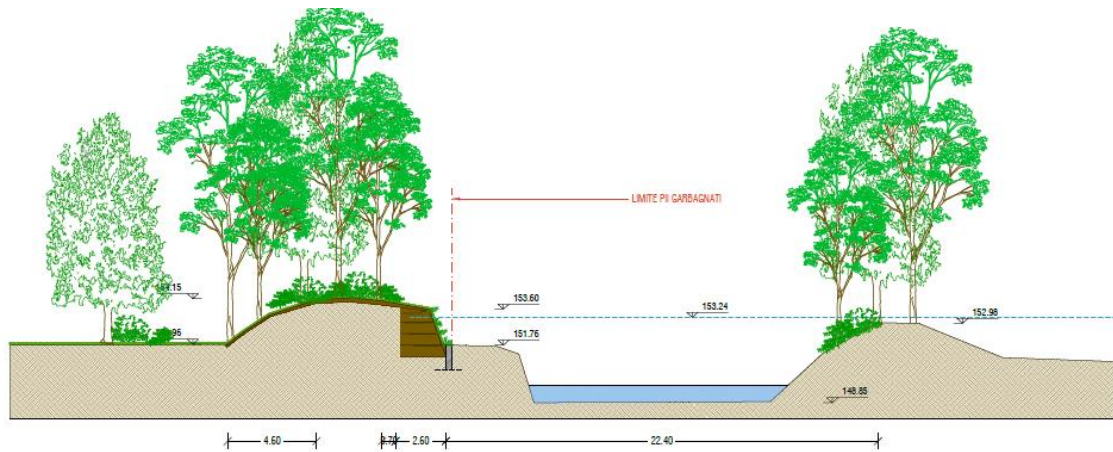


Figura 4.3 - Sezione CC'

- Rinaturalizzazione degli argini del fiume Lambro;
- Realizzazione di una piazza all'incrocio di via Val d'Ossola e via Monte Grappa e di percorsi pedonale e ciclabili di connessione con il parco previsto lungo il corso del fiume Lambro;
- Realizzazione di uno spazio centrale all'area di intervento con funzioni integrative e di supporto alla funzione residenziale;
- Realizzazione di un asilo nido;
- Realizzazione di un nuovo costruito di edifici in linea e "a corte";
- Realizzazione dei due corpi di fabbrica affacciati a est ed ovest della prevista piazza.

## 5 ANALISI IDRAULICA

### 5.1 ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI IDROLOGICI E QUANTIFICAZIONE DELLE PORTATE

La simulazione idraulica per la determinazione dei profili di corrente è stata effettuata utilizzando i seguenti valori di portata:

Sezione	T=10	T=200	T=500
LA 93.3 Ponte canale Villoresi	100 [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	215 [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	235 [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]

Tali portate sono state dedotte dallo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro-Olona" redatto da Lotti&associati.

La portata idraulica rappresenta, in corrispondenza del tempo di ritorno duecentennale, la portata che effettivamente può transitare in alveo, in presenza di restringimenti (ponti, tratti tombinati, ecc.), fenomeni di allagamento e alterazioni derivanti dall'azione di particolari manufatti idraulici.

La storicità degli eventi alluvionali ha evidenziato come i maggiori problemi in comune di Monza si verificano a causa dell'esondazione del fiume Lambro, a monte e in corrispondenza del centro storico. Al di là di quanto accaduto in occasione delle piene del 2002, l'area oggetto di intervento non è stata in passato interessata da fenomeni di esondazione; molto frequenti sono, viceversa, i sormonti arginali e gli allagamenti di aree a destinazione agricola in sinistra idrografica.

L'evento del 2002 è stato in parte causato dalle sistemazioni idrauliche effettuate in sinistra idrografica negli anni precedenti, che hanno determinato un consolidamento della sponda con massi ciclopici ed un innalzamento del rilevato arginale. In tali condizioni la corrente ha lavorato al piede delle fondazioni di edifici di antica costruzione determinandone il crollo con interessamento di parte dei muri di cinta esistenti.

A seguito di tale evento sono stati effettuati interventi di consolidamento ed impermeabilizzazione del terreno in prossimità della sponda, innalzamento di muri d'argine di altezza adeguata a contenere le piene duecentennali e ricostruzione degli edifici esistenti.

### 5.2 DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO PER TRACCIARE I PROFILI DI CORRENTE

Le principali caratteristiche della corrente vengono calcolate a partire da una sezione alla successiva, posta a monte o a valle a seconda che il regime sia subcritico o supercritico, risolvendo, per integrazione in termini finiti, l'equazione dell'energia di una corrente:

$$\frac{\Delta E}{\Delta S} = i - j$$

dove:

E = variazione dell'energia della corrente tra due sezioni di calcolo [m];

S = distanza tra le due sezioni di calcolo [m];

$i$  = pendenza del fondo alveo;

$j$  = cadente della linea dell'energia.

In particolare HEC-RAS utilizza lo "standard step method" per integrare la precedente equazione discretizzata nella forma seguente (equazione di Bernoulli):

$$h_m + z_m + \frac{\alpha_m V_m^2}{2g} = h_v + z_v + \frac{\alpha_v V_v^2}{2g} + \Delta H$$

Nella quale, avendo indicato con il pedice  $m$  le grandezze che si riferiscono alla sezione di monte e con il pedice  $v$  quelle della sezione di valle:

$h_m$  e  $h_v$  = altezze idriche [m];

$z_m$  e  $z_v$  = quote del fondo alveo rispetto ad un riferimento prefissato [m];

$\alpha_m$  e  $\alpha_v$  = coefficiente di Coriolis;

$V_m$  e  $V_v$  = velocità media [m s<sup>-1</sup>];

$g$  = accelerazione di gravità [m s<sup>-2</sup>];

$\Delta h$  = perdita di carico tra due sezioni successive [m].

Il termine  $\Delta h$  rappresenta le perdite di carico dovute sia all'attrito che alla concentrazione e all'espansione che si verifica tra le due sezioni considerate. Tale contributo può essere suddiviso in perdite d'attrito  $h_f$  e perdite per espansione o contrazione  $h_0$ .

Il termine  $h_f$  è dato dal prodotto:

$$h_f = L \cdot s_f$$

in cui:

$L$  = distanza media tra due sezioni considerate;

$s_f$  = pendenza d'attrito.

Il termine  $h_0$  viene calcolato moltiplicando per un opportuno coefficiente di contrazione,  $C_c$ , o di espansione,  $C_e$ , il valore assoluto della differenza tra l'energia cinetica ragguagliata nelle due sezioni, ovvero:

$$h_0 = C_{c,e} \left| \frac{\alpha_v V_v^2}{2g} - \frac{\alpha_m V_m^2}{2g} \right|$$

da cui si ottiene:

$$h_m + z_m = h_v + z_v + \left( \frac{\alpha_v V_v^2}{2g} - \frac{\alpha_m V_m^2}{2g} \right) + L \cdot s_f + C_{c,e} \left| \frac{\alpha_v V_v^2}{2g} - \frac{\alpha_m V_m^2}{2g} \right|$$

Tale espressione costituisce la forma dell'equazione dell'energia usata da Hec-Ras per calcolare i profili di rigurgito in caso di moto permanente gradualmente variato.



### **5.3 ACQUISIZIONE DELLE GEOMETRIE E IMPOSTAZIONE DEL MODELLO**

La geometria del Lambro è stata ricostruita a partire un rilievo topografico, appositamente finalizzato, eseguito mediante stazione fissa e GPS.

L'implementazione del modello è stata eseguita basandosi su 30 sezioni di cui 7 rilevate (tav. 1). Il tratto oggetto di studio ha una lunghezza totale di circa 2 km e una pendenza pari a circa il 2‰.

L'attribuzione del coefficiente di scabrezza caratteristici dell'alveo fa riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle del "Open Channel Hydraulics", Ven te Chow, McGraw Hill International Editions.

In generale l'alveo di magra è stato simulato utilizzando un coefficiente di scabrezza di Manning  $n = 0.035 \text{ s/m}^{1/3}$  mentre le aree golenali si è assunto un coefficiente di scabrezza di Manning  $n = 0.04 \text{ s/m}^{1/3}$ .

In corrispondenza degli attraversamenti stradali e fra due sezioni rilevate con eccessiva distanza si è dettagliata maggiormente la geometria del corso d'acqua con altre sezioni interpolate a partire da quelle ricavate dall'apposito rilievo.

Per la schematizzazione dei ponti si è fatto riferimento al "*Normal bridge method*": con tale procedura si tiene conto delle perdite di carico concentrate per espansione e contrazione della corrente dovute alla presenza delle spalle, delle pile e dell'impalcato del manufatto di attraversamento. Tale schema consente dunque di sovrapporre all'andamento dell'alveo l'ingombro del ponte, considerando sia l'effettiva geometria del corso d'acqua, sia la presenza dell'impalcato.

Per la simulazione idraulica si utilizzano quattro sezioni di calcolo che si rifanno al rilievo topografico. Tali sezioni rappresentano, nel senso della corrente, la sezione naturale posta a monte del ponte, la faccia di monte e di valle del ponte e la sezione naturale posta a valle del ponte.

La distanza fra la faccia di monte e di valle del ponte è pari alla larghezza dell'impalcato; le sezioni a monte e a valle del ponte hanno invece una distanza dalle facce che è funzione della larghezza dello stesso.

Per il coefficiente K di contrazione e di espansione si sono utilizzati i valori di 0,1 e 0,3, con riferimento alla situazione di graduale variazione di larghezza tra una sezione e l'altra; in corrispondenza dei manufatti di attraversamento sono stati assunti come coefficienti di contrazione e di espansione rispettivamente 0,3 e 0,5.

#### 5.4 RISULTATI DEL MODELLO

La tabella sottostante riporta i risultati della simulazioni idraulica eseguita in corrispondenza della portata idraulica, allo stato attuale per un tempo di ritorno di 200 anni pari a  $215 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

Tabella 5.1 – Risultati del modello di simulazione con portata pari a  $215 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

Sezione trasversale	Livello acqua	Energia	Velocità	Froude
	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m/s]	
7	154.75	155.11	2.73	0.45
6.7	154.52	154.84	2.59	0.40
6.5				
6.2	153.17	153.90	3.92	0.72
6	153.31	153.63	2.61	0.46
5	153.45	153.52	1.77	0.27
4	153.24	153.37	2.03	0.31
3	151.53	151.58	1.33	0.25
2	151.47	151.50	1.24	0.21
1	150.50	150.83	2.91	0.50

Dai risultati della simulazione (Tabella 5.1) per l'intero tratto oggetto dello studio, si osserva che l'alveo del fiume Lambro ha una capacità di deflusso limitata a far transitare la piena di riferimento. Il fiume, in questo tratto, esonda in sinistra idrografica in corrispondenza delle sezioni 1, 2, 3, 4 e 5. In destra idrografica la piena viene contenuta dal muro di cinta presente lungo l'argine del Lambro.

## **6 VERIFICA DI COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO E MISURE PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO**

Il presente studio è finalizzato alla verifica della compatibilità del PA Garbagnati, situato nel settore di S del comune di Monza.

A tale scopo si sono determinati i profili di corrente, tramite il modello di simulazione idraulica HecRas, ipotizzando una portata di piena duecentennale *pari a  $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$* .

La modellazione idraulica indica che, per tali valori di portata, si verificano esondazioni in sinistra idrografica con tiranti idrici anche superiori al metro mentre, in destra idrografica (area Garbagnati), si registrano tiranti teoricamente compresi tra 50 cm e 120 cm rispetto al piano campagna attuale ma, nella realtà, le aree non risultano essere allagabili data la presenza del muro di contenimento con quote di colmo significativamente più alte della quota di piena duecentennale.

Il muro di contenimento e le opere di difesa idraulica si estendono sino all'estremità sud dell'edificio che verrà demolito, 20 m a monte della sezione 3.

I risultati delle simulazioni idrauliche, confermati dalle recenti piene (luglio e novembre 2014), evidenziano che le attuali condizioni di sicurezza delle aree sono garantite dalle opere di difesa esistenti; pertanto, poichè il progetto prevede la demolizione dei muri a protezione della sponda destra esistenti, è stata prevista la formazione di argini che garantiscono un franco di sicurezza sufficiente su tutto il tratto fluviale in erosione.

Le nuove opere di difesa dovranno essere dimensionate con un franco di sicurezza di almeno 1 m su tutta la sponda destra nel tratto in erosione, e riduzione dell'altezza del rilevato arginale che risulterà essere di altezza pari a circa 2,50 m tra la sezione 1 e la sezione C per ridursi progressivamente a fino ad annullarsi al confine S dell'area di intervento.

Si segnala tuttavia che a monte della proprietà, tra il muro di confine e il rilevato del ponte canale del Villorosi, le condizioni delle sponde e le quote della piana in destra idrografica non garantiscono adeguati margini di sicurezza in caso di piena catastrofica.



In tale tratto di sponda si consiglia pertanto di prevedere interventi di sistemazione idraulica e riprofilatura, che, raccordandosi alle opere esistenti al confine con la proprietà Garbagnati, evitino in futuro la possibile canalizzazione delle acque di piena lungo la pista ciclabile Villorresi.

I tecnici incaricati

**Dott. Geol. Efrem Ghezzi**



**Dott. Ing. Giovanna Sguera**

