

**COMUNE DI BARNI**  
**Provincia di Como**

**PROPOSTA DI RIDEFINIZIONE DELLE FASCE DI  
RISPETTO DEL TORRENTE LAMBRO**

**- Relazione tecnica -**

Integrazioni richieste in seguito alle osservazioni proposte dallo STER di Como – Prot. n.  
261 del 26.01.2010)

Dr Geologo Flavio Rossini

Dr Geologo Samuele Azzan

Gennaio, 2010

## 1 – PREMESSA

La presente relazione tecnica è stata predisposta su incarico dell'Amministrazione Comunale di Barni (Co) .

La presente relazione viene redatta quale integrazione della precedente relazione “PROPOSTA DI REDEFINIZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO DEL TORRENTE LAMBRO” redatta dagli scriventi nell’ottobre 2009, in seguito alla richiesta di integrazioni dello STER di Como con il Prot. n. 261 del 26.01.2010 .

Nel presente studio si è proceduto alla determinazione delle massime quantità d’acqua drenate dal bacino superiore del corso d’acqua ed è stata valutata l’idoneità dell’alveo al loro contenimento lungo due sezioni appositamente scelte al fine di giustificare la ridefinizione delle fasce di rispetto di alcuni tratti del Torrente Lambro.

Viene inoltre riportato l’esatto posizionamento dei tratti in cui la fascia di rispetto è stata modificata, prendendo come punti fissi di misura il punto medio dell’alveo torrentizio e alcune confluenze tra il Lambro ed elementi del reticolo idrico minore .

## 2. VERIFICHE IDRAULICHE

Così come richiesto dagli Organi competenti nelle seguenti pagine vengono eseguite n° 2 verifiche idrauliche lungo sezioni appositamente scelte, nei tratti di torrente in cui si è proposta la riduzione della fascia di rispetto; le verifiche vengono effettuate al fine di valutare l' idoneità dell' alveo a contenere e smaltire le massime piene con tempi di ritorno pari a 500 – 200 – 100 e 20 anni.

Le sezioni di verifica, riportate nell'allegata tavola n° 2.2, sono state eseguite nella porzione settentrionale del tratto urbano del Torrente Lambro a nord del Municipio, e in prossimità della piazzola ecologica di Barni nella posizione meridionale del tratto urbano.

### 2.1 - INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Nel seguente paragrafo viene riportato un inquadramento climatologico ( con analisi dei dati pluviometrici della zona) ed idrogeologico della zona utile per una corretta determinazione dei parametri di calcolo da utilizzarsi nella determinazione delle massime piene previste e nella capacità di smaltimento da parte dell'alveo.

#### ANALISI DEI DATI PLUVIOMETRICI

I dati riportati di seguito sono stati raccolti presso le stazioni di Como , Bellagio e Lecco nel periodo Gennaio 1970 - Giugno 1977 e i dati termo-pluviometrici rilevati presso la stazione di rilevamento di Asso nel decennio 1960-1970 .

I dati sono stati elaborati partendo dalle strisce pluviometriche depositate presso il centro di Como e messe a disposizione dalla Camera di Commercio , Industria , Artigianato ed Agricoltura di Como .

Altri dati sono stati reperiti da : " Analisi delle temperature e precipitazioni nel Triangolo Lariano nel cinquantennio 1921 - 1970 ; stazioni di Como , Bellagio e Lecco " infine , per quanto riguarda i rilevamenti nella stazione di Asso , ci si è rifatti agli " Annali del Servizio Idrografico " . Per la scelta della Curva di possibilità pluviometrica , che consente di stimare la massima quantità di pioggia possibile con un tempo di ritorno prefissato , ci si è rifatti a quelle calcolate in base ai dati registrati al pluviografo di Como nel periodo 1944 – 1986 .

#### STAZIONI DI COMO , BELLAGIO , LECCO

L' analisi delle Tabelle e dei diagrammi allegati permette di estrapolare i parametri idrometeorologici caratteristici presso le stazioni di rilevamento .

I dettaglio si può rilevare come le precipitazioni medie annue siano pari a 1278 mm , in 912 gg. , nel periodo 1921 - 1950 presso la stazione di Como , mentre per il periodo 1953 - 1970 , presso la stessa stazione , i valori di precipitazione media annuale si attestino sui 1436 mm , in 110 gg. ; per Como l' anno più piovoso , nel periodo considerato , è risultato essere il 1960 , con 24712 mm , mentre il più siccitoso appare il 1921 con 712 mm .

La distribuzione delle precipitazioni , nel comasco , nel corso dell' anno mostra un massimo nel mese di Maggio con una media di 189 mm , rilevati a Lecco e 172,3 mm per la stazione di Como ; un' altro picco di precipitazioni , presso le stazioni di Lecco e Como , è collocato nel mese di Novembre con una media di 137,5 mm , per Como , e nel mese di Agosto , con 150 mm , per Lecco .

Per entrambe le stazioni , nel periodo esaminato , si rileva un minimo di precipitazioni nel periodo invernale con la punta minima di 55,7 mm , per Como , e di 46,7 mm , per Lecco , nel mese di Gennaio .

Il regime delle precipitazioni , per entrambe le stazioni di rilevamento , può essere definito di Tipo Prealpino .

#### PRECIPITAZIONI NOTEVOLI NELLE STAZIONI DI COMO , LEZZENO , BELLADIO

L' analisi dei fenomeni di piena e dei processi erosivi del terreno richiede un' adeguata conoscenza delle precipitazioni notevoli .

Al fine di addivenire alla conoscenza di questo parametro atmosferico si è proceduto all' esame dell' " Analisi delle precipitazioni " per estrarre le manifestazioni di maggiore intensità e breve durata .

Per le stazioni di Como , Lezzeno e Bellagio gli eventi di intensità compresa tra 0,1 e 0,3 mm/min' risultano essere rispettivamente :

Como 72%  
Lezzeno 75%  
Bellagio 84%

Gli eventi con intensità superiore a 0,6 mm/min' sono , per il periodo considerato :

Como 7%  
Lezzeno 9%  
Bellagio 4%

## PARAMETRI IDRAULICI CARATTERISTICI DEL BACINO DEL TORRENTE “ LAMBRO “ SOTTESO DAI PUNTI DI VERIFICA

In questo capitolo vengono riportati i calcoli prodotti per la determinazione della massima portata d' acqua teorica in afflusso ai punti di misura, dal bacino superiore del Torrente “ LAMBRO ” ; i calcoli sono stati svolti in base ai dati di intensità di precipitazione eccezionale ma comunque compatibile con i dati pluviometrici della zona

Per le Verifiche Idrauliche dell' alveo del Torrente si è assunta , come richiesto dalla Normativa vigente , la curva di possibilità pluviometrica relativa ad un tempo di ritorno di 100 anni ; sono state inoltre verificate anche le curve di possibilità pluviometrica relative ad un tempo di ritorno di 20 e 100 e 500 anni.

Si è quindi proceduto a verificare se i quantitativi d' acqua teoricamente in afflusso al punto di misura possono essere smaltiti attraverso l' alveo del torrente così come attualmente sviluppato .La curva di possibilità pluviometrica adottata per la determinazione della massima precipitazione si riferisce ad eventi di breve durata ed è espressa dalla relazione :

$$h = aT^n$$

Dove :

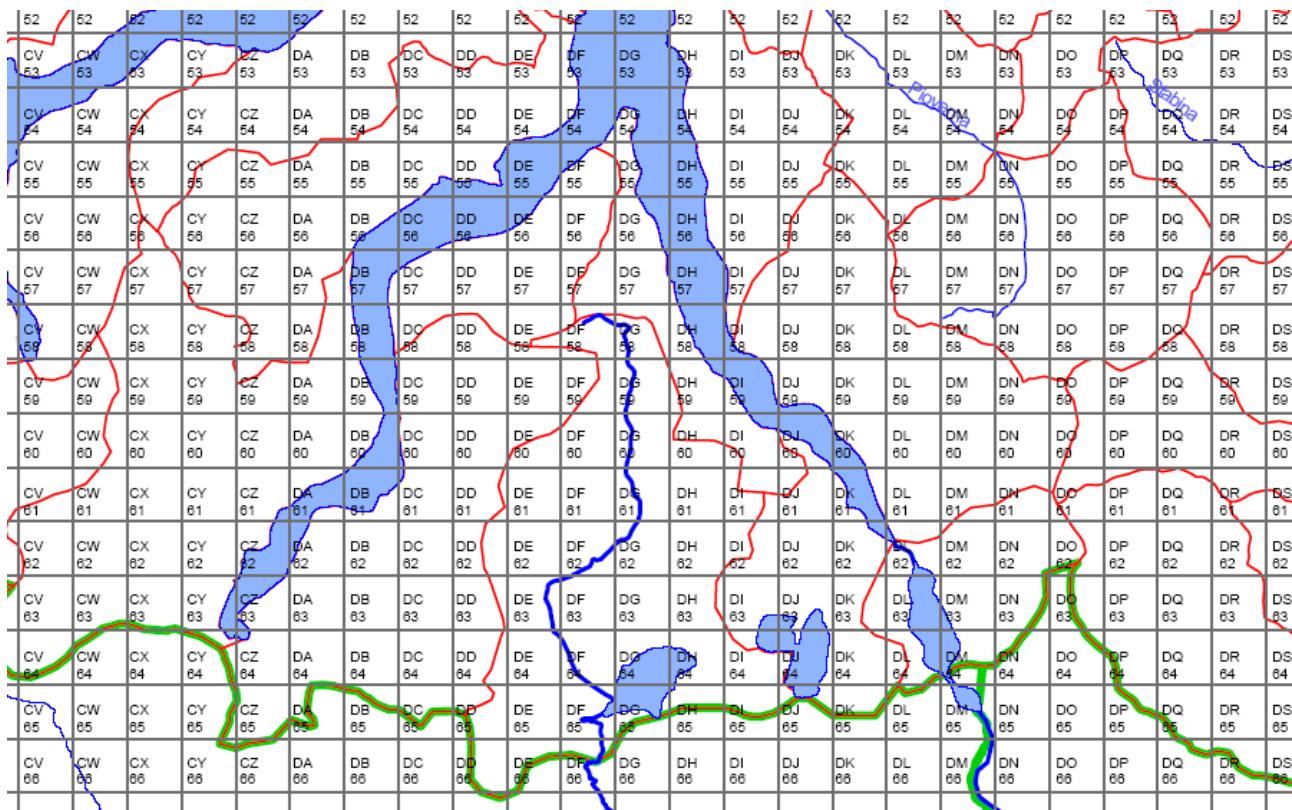
$h$  = altezza di pioggia ( mm )

$a$  = variabile funzione del tempo di ritorno

$T$  = tempo di precipitazione

$n$  = costante per un dato valore di  $T$

Valori delle costanti “  $a$  ” ed “  $n$  ” della curva di possibilità pluviometrica calcolata con l' elaborazione statistica , secondo Grumbel , con i valori ricavati da : Autorità di Bacino del Fiume Po – Piano stralcio per l' assetto idrogeologico ( PAI ) dalla curva di possibilità pluviometrica indicata per la zona ricompresa nella Cella **DG 59**



TEMPO DI RITORNO (anni)	a ( mm/ora)	n
20	56,66	0,343
100	74,16	0,339
200	80,71	0,339
500	89,40	0,336

**DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA , CON TEMPO DI RITORNO DI 500 - 200 –  
100 – 20 ANN, IN DEFLUSSO DAL BACINO SOTTESO DALLE STAZIONI DI MISURA**

Di seguito vengono riportati i calcoli per la determinazione delle massime piene lungo i due tratti interessati dalle verifiche idrauliche. Per il calcolo dei bacini imbriferi si sono utilizzati i dati forniti dal geoportale di Regione Lombardia [www.geoportale.regione.lombardia.it](http://www.geoportale.regione.lombardia.it) e riportati nella tabelle sottostanti.

**Tratto settentrionale**

sottobacino 1	1,2356	<b>2,465</b>
sottobacino 2	0,5892	1,323
sottobacino 3	0,8464	<b>0,649</b>
sottobacino 4	0,3340	1,305
sottobacino 5	0,3620	0,908
sottobacino 6	0,1272	0,491
sottobacino 7	0,1317	<b>0,340</b>
Bacino idrografico sotceso	<b>3,626</b>	Totale 3,454
<b>Lunghezza asta principale</b>		<b>3,454</b>

**Tratto meridionale**

sottobacino 1	1,2356	<b>2,465</b>
sottobacino 2	0,5892	1,323
sottobacino 3	0,8464	<b>0,649</b>
sottobacino 4	0,3340	1,305
sottobacino 5	0,3620	0,908
sottobacino 6	0,1272	0,491
sottobacino 7	0,6318	<b>1,102</b>
Bacino idrografico sotceso	<b>4,126</b>	Totale 4,216
<b>Lunghezza asta principale</b>		<b>4,216</b>

TRATTO SETTENTRIONALE( punto di chiusura n° 1)

$$T_c = \frac{(4 \times \sqrt{S} + 1,5 \times L)}{(0,8 \times \sqrt{H_m - H_0})}$$

Tc = tempo di corrievazione

S = superficie del bacino ( 3,626 Km<sup>2</sup> )

Ha= 640,00 m quota punto di chiusura

Hb= Quota massima bacino (M.te Ponciv 1452,00 m)

Hm = Ha + Hb / 2 dislivello medio del bacino rispetto a B ( 1.046 m )

L = distanza tra il punto estremo del bacino e la sezione di misura (3.454 m)

$$\mathbf{Tc = 0,793 h}$$

$$P_c = (a \times T_c^n)$$

dove P<sub>c</sub> = pioggia critica (massima quantità di precipitazione durante il Tc espressa in mm) che a seconda del valore del Tempo di ritorno Tr considerato vale:

per un Tr= 500 anni =  $(88,56 \times 0,793^{0,336}) = 81,92 \text{ mm} = 0,08192 \text{ m}$

per un Tr= 200 anni =  $(79,88 \times 0,793^{0,338}) = 73,85 \text{ mm} = 0,07385 \text{ m}$

per un Tr= 100 anni =  $(73,34 \times 0,793^{0,339}) = 67,79 \text{ mm} = 0,06769 \text{ m}$

per un Tr= 20 anni =  $(57,91 \times 0,793^{0,343}) = 53,48 \text{ mm} = 0,05348 \text{ m}$

$$Q_{\max} = \frac{\varphi \times P_c \times S}{T_c}$$

dove:

$\varphi$  = coefficiente di afflusso (variabile tra 0,05 e 1) – assunto pari a 0,3

Tempo ritorno 500 anni = **31,21 mc/sec**

Tempo ritorno 200 anni = **28,13 mc/sec**

Tempo ritorno 100 anni = **25,79 mc/sec**

Tempo ritorno 20 anni = **20,37 mc/sec**

TRATTO MERIDIONALE( punto di chiusura n° 2)

$$T_c = \frac{(4 \times \sqrt{S} + 1,5 \times L)}{(0,8 \times \sqrt{H_m - H_0})}$$

Tc = tempo di corrievazione

S = superficie del bacino ( 4,126 Km<sup>2</sup> )

Ha= 620,00 m quota punto di chiusura

Hb= Quota massima bacino (M.te Ponciv 1452,00 m)

Hm = Ha + Hb / 2 dislivello medio del bacino rispetto a B ( 1.036 m )

L = distanza tra il punto estremo del bacino e la sezione di misura (4.216 m)

$$\mathbf{Tc = 0,885 h}$$

$$P_c = (a \times Tc^n)$$

dove P<sub>c</sub> = pioggia critica (massima quantità di precipitazione durante il Tc espressa in mm) che a seconda del valore del Tempo di ritorno Tr considerato vale:

per un Tr= 500 anni =  $(88,56 \times 0,885^{0,336}) = 84,99 \text{ mm} = 0,08499 \text{ m}$

per un Tr= 200 anni =  $(79,88 \times 0,885^{0,338}) = 76,64 \text{ mm} = 0,07664 \text{ m}$

per un Tr= 100 anni =  $(73,34 \times 0,885^{0,339}) = 70,36 \text{ mm} = 0,07036 \text{ m}$

per un Tr= 20 anni =  $(57,91 \times 0,885^{0,343}) = 55,53 \text{ mm} = 0,05553 \text{ m}$

$$Q_{\max} = \frac{\varphi \times P_c \times S}{T_c}$$

dove:

$\varphi$  = coefficiente di afflusso (variabile tra 0,05 e 1) – assunto pari a 0,3

Tempo ritorno 500 anni = **33,01 mc/sec**

Tempo ritorno 200 anni = **29,77 mc/sec**

Tempo ritorno 100 anni = **27,33 mc/sec**

Tempo ritorno 20 anni = **21,57 mc/sec**

## VERIFICA DELLA POSSIBILITA' DI SMALTIRE LE MASSIME PIENE TEORICHE IN AFFLUSSO NEI PUNTI DI VERIFICA

Nelle pagine seguenti sono riportate le velocità della corrente e l' altezza idrometrica , determinate per un tempo di ritorno di 500 - 200 - 100 e 20 anni , entro l' alveo Torrente Lambro nei due punti di verifica ubicati, come precedentemente detto, uno a nord del Municipio e uno in prossimità della nuova piazzola ecologica di Barni (Co).

Le verifiche sono state eseguite adottando il criterio del " moto uniforme " (si veda paragrafo seguente) cioè immaginando che la linea piezometrica abbia la stessa inclinazione dell' alveo nella direzione della corrente .

Le verifiche sono state eseguite , con programma di calcolo elaborato dalla ditta " PROGRAM GEO " di Brescia , in corrispondenza delle Sezioni indicata nella Tavola n° 2.2.

Si evidenzia che per la ricostruzione delle sezioni di verifica sono stati utilizzati rilievi topografici forniti direttamente dall'Amministrazione Comunale di Barni (Co)

I Certificati di calcolo sono allegati al termine della presente Relazione .

### METODO ADOTTATO PER LA VERIFICA IN CONDIZIONE DI MOTO UNIFORME

La portata che defluisce per una determinata sezione d'alveo è fornita dalla relazione:

$$Q \text{ (mc/s)} = A \times v_m;$$

dove:

A (mq) = area della sezione trasversale dell'alveo;

$v_m$  (m/s) = velocità media della corrente.

Assumendo il criterio del moto uniforme, cioè immaginando che la linea piezometrica abbia la stessa inclinazione dell'alveo nella direzione della corrente la velocità media della corrente può essere espressa dalla relazione Manning-Strickler:

$$v_m \text{ (m/s)} = K_s \times R_h^{2/3} \times (i/100)^{1/2};$$

dove:

$K_s$  ( $m^{1/3}s^{-1}$ ) = coefficiente di resistenza di Strickler;

$R_h(m)$  = raggio idraulico =  $A / \text{Perimetro bagnato}$ ;  
 $i (\%)$  = pendenza dell'alveo nel tratto considerato.

Valutata la velocità della corrente, noto il valore dell'area della sezione del corso d'acqua, si è quindi proceduto a verificare la possibilità dell' alveo torrentizio esistente di contenere le massime piene teoriche calcolate potenzialmente in afflusso dal bacino imbrifero di monte .

**DAI CALCOLI SVOLTI SI EVIDENZIA COME L' ALVEO TORRENTIZIO, IN ENTRAMBI I PUNTI DI VERIFICA, SIA IN GRADO DI SMALTIRE ANCHE LE MASSIME PIENE TEORICHE DETERMinate CON TEMPI DI RITORNO PARI A 500- 200- 100 e 20 ANNI, GARANTENDO UN FRANCO MINIMO PARI A.... M. LUNGO LA SEZIONE DI VERIFICA A-A ( TRATTO SETTENTRIONALE) E UN FRANCO PARI A..... M. LUNGO LA SEZIONE DI VERIFICA B-B**

## RIDEFINIZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO

Con riferimento alle considerazioni espresse circa le specifiche caratteristiche morfologiche del Torrente Lambro , alle rilevazioni eseguite direttamente in loco e all'individuazione dei punti critici presenti lungo il corso d'acqua ( cfr. “PROPOSTA DI REDEFINIZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO DEL TORRENTE LAMBRO”, integrate e supportate delle verifiche idrauliche eseguite nel presente studio viene di seguito proposta una ridefinizione delle fasce di rispetto del Fiume Lambro

Pertanto, come visualizzato nella Tavola n° 2.2, in allegato, sui corsi d'acqua presenti sul territorio comunale si propone la riduzione a 4,00 m della fascia di rispetto in alcune zone del Torrente Lambro mentre si mantiene una distanza di 10,00 di estensione nelle zone che presentano punti critici per il contenimento delle massime piene previste.

Più in particolare:

1. Si propone una riduzione della fascia di rispetto a 4,00 m. nella porzione settentrionale del Torrente dalla confluenza del Torrente n° 3 -Tarbiga (cfr. “Studio per l'individuazione del reticolo idrico minore”) con il Torrente Lambro fino al ponticello di collegamento con il Municipio ( punto n° 2)
2. Si propone il mantenimento della fascia di rispetto pari a 10,00 m. nella parte centrale del centro urbano di Barni (punti 2 e 3) - La fascia di rispetto potrà essere eventualmente ridefinita qualora, a seguito di interventi migliorativi che potranno essere realizzati lungo le aste torrentizie, vengano eliminati i punti critici di possibile esondazione, mediante l'attuazione di adeguati interventi di regimazione dei tratti individuati come critici.
3. Si propone una riduzione della fascia di rispetto a 4,00 m dal punto 3 fino alla confluenza del Torrente n° 17 con il Torrente Lambro (in prossimità dello stabilimento della Fonte S.Luigi)

Nella seguente tabella vengono riportate le coordinate Gauss-Boaga dei punti di confine tra le varie fasce di rispetto riportate nell'Allegata Tavola n° 2.2. Si evidenzia che le coordinate Gauss – Boaga sono state prese nel punto di confluenza tra gli elementi idrici ( per i punti 1 e 4 ) o al centro dell'alveo torrentizio (punti 2 e 3)

Punto	Coordinate Gauss - Boaga	
	Latitudine N	Longitudine E
1	5084453	1520256
2	5084133	1520557
3	5083826	1520570
4	5083492	1520705

Si precisa che le distanze dai corsi d'acqua devono intendersi come misurate dal piede arginale esterno o, per corsi d'acqua privi di argini dalla sommità, della sponda incisa. La rappresentazione delle fasce di rispetto riportata sugli elaborati grafici deve necessariamente intendersi come indicativa, in quanto la base topografica utilizzata (rilievo aerofotogrammetrico in scala 1:2.000) rappresenta comunque una forma approssimata della realtà, che nel dettaglio è suscettibile di inevitabili imprecisioni. Si ribadisce pertanto che l'individuazione precisa dell'estensione delle fasce di rispetto dei corpi idrici appartenenti al reticolo idrico minore sul terreno non debba prescindere da apposite misurazioni in sito.

Si evidenzia infine che per il tratto di Torrente in cui si è provveduto ad una ridefinizione delle fasce di rispetto restano valide tutte le "Norme di Polizia Idraulica" riportate nello Studio del Reticolo Idrico minore di Barni (Co).

Dr. Geologo Flavio Rossini

Dr. Geologo Samuele Azzan

**ALLEGATO N° 1**  
**CERTIFICATI DI VERIFICA**