

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	pag. 2
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	pag. 2
<b>3. DEFINIZIONI</b>	pag. 3
<b>4. INDIVIDUAZIONE RETICOLO IDRICO MINORE</b>	pag. 9
<b>5. STATO DI FATTO</b>	pag. 12
<b>6. ANALISI IDRAULICHE</b>	pag. 16
<b>7. CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO MINORE E DELLE FASCE DI RISPETTO</b>	pag. 20

### **ALLEGATI:**

#### **ALLEGATO n.1**

## 1. PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Villa d'Adda con l'emanazione della Deliberazione della Giunta Regionale n. 7/7868 del 25 gennaio 2002 "Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della L. R. 1/2000 – Determinazione dei canoni di polizia idraulica", si è trovata nella condizione di procedere all'identificazione del reticolo idrico minore, diventato di sua competenza.

Finalità di suddetta deliberazione è quella di trasferire dalle Strutture del Territorio della Regione Lombardia (ex Genio Civile) ai Comuni (ed alle Comunità Montane per i Comuni ricadenti nel territorio di loro competenza) le funzioni concernenti il reticolo idrico minore:

- relative all'adozione di provvedimenti di polizia idraulica quali: individuazione fasce di rispetto, autorizzazioni e concessioni per interventi interni a tali fasce, autorizzazioni di scarichi nei corsi d'acqua (sotto l'aspetto della quantità delle acque recapitate);
- relative alla manutenzione, controllo e gestione;
- relative al calcolo e all'introito dei canoni di polizia idraulica, con precisa specifica che tali introiti dovranno essere utilizzati per le spese di gestione delle attività di polizia idraulica e per la manutenzione dei corsi d'acqua del reticolo idrico minore.

Tale passaggio di competenze è avvenuto a decorrere dalla data di pubblicazione della D.G.R. in questione sul BURL il 15 febbraio 2002.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il principale riferimento normativo per il lavoro in questione risulta essere il R.D. n. 523/1904 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie". Questa è la norma fondamentale che storicamente ha costituito il riferimento per la regolamentazione delle attività di polizia idraulica, indicando, all'interno delle fasce di rispetto ben definite dei corsi d'acqua pubblici, le attività vietate, quelle consentite previa autorizzazione o nulla osta idraulico.

Il Testo Unico n. 1775/1933 prevede le modalità di classificazione delle acque pubbliche in base alle quali sono stati redatti gli “Elenchi delle acque pubbliche”, che hanno subito nel tempo periodici aggiornamenti.

L’art. 1 della legge 36/94 e il relativo regolamento, D.P.C.M. 4 marzo 1996, hanno innovato il concetto di acqua pubblica, introducendo nell’ordinamento il principio di pubblicità di tutte le acque superficiali e sotterranee.

La L.R. 1/2000 “ Riordino del sistema delle autonomie in Lombardia. Attuazione del D. Lgs. 31 marzo 1998, n. 112”, citata nel titolo della D.G.R. 7/7868, ha decretato il trasferimento delle funzioni di polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore ai Comuni. Con successive D.G.R. di ottobre e novembre 2000 è stata approvata la proposta di riparto delle risorse finanziarie e umane agli enti locali.

Il D.Lgs. n. 490 del 29 ottobre 1999 “Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali ed ambientali, a norma dell’art. 1 della legge 8 ottobre 1997, n. 352” definisce i beni tutelati per legge, in quanto di rilevante valore storico e/o paesaggistico. Per l’identificazione di fiumi, torrenti e corsi d’acqua è necessario rifarsi agli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con R.D. n.1775 dell’11 dicembre 1933, ed alla successiva D.G.R. del 25 luglio 1986, n. 4/12028 “Determinazione, in applicazione dell’art. 1 quater Legge 8 agosto 1985, n. 431 dei corsi d’acqua classificati pubblici, ai sensi del Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775, esclusi in tutto o in parte, per la loro irrilevanza ai fini paesaggistici, dal vincolo ex lege 29 giugno 1939, n. 1497 imposto in forza dell’art.1, lett. C, Legge 8 agosto 1985, n.431.

### 3. DEFINIZIONI

Ai fini della presente relazione tecnica si intende per:

**Acqua pubblica:**

“tutte le acque superficiali e sotterranee, ancorché non estratte dal suolo, sono pubbliche ....”.art. 1 della legge n.36/94.

**Alveo:**

spazio concavo compreso fra le sponde nel quale fluiscono le acque normali di un corso.

**Alveo di piena**

porzione della regione fluviale del corso d'acqua comprendente l'alveo inciso e una parte delle aree inondabili ad esse adiacenti, che contribuiscono al deflusso di portate superiori a quelle di piena ordinaria, a piene cioè di elevato tempo di ritorno.

**Alveo inciso**

porzione della regione fluviale associata ad un corso d'acqua compresa tra le sponde dello stesso, sede normalmente del deflusso di portate inferiori alla piene più gravose. In conformità alla circolare n.780 del 28.2.1907 del Ministero dei Lavori Pubblici, il limite dell'alveo appartenente al demanio pubblico ai sensi dell'articolo 822 del C.C. viene determinato in base al livello corrispondente alla portata di piena ordinaria.

**Aree inondate**

Aree investite da volumi di piena non contribuenti al moto ma temporaneamente invasati.

**Aree vulnerabili**

Aree potenzialmente interessate da eventi.

**Arginatura**

Opera idraulica atta a disciplinare il corso delle acque e ad impedire straripamenti.

**Argine**

Opera idraulica in rilevato a diversa tipologia costruttiva, con funzioni di contenimento del livello idrico corrispondente alla portata di piena di progetto a protezione del territorio circostante.

**Avambriglia o controbriglia**

Piccola briglia sussidiaria costruita a valle della briglia principale allo scopo di rallentare la forza d'urto dell'acqua.

**Briglia**

Opera costruita trasversalmente al corso dei torrenti per evitare o ridurre la corrosione del fondo rallentando la velocità di deflusso.

**Calamità**

Si evidenzia in ogni fatto (evento, accadimento) dal quale conseguono effetti dannosi per una pluralità di persone, con riferimento alla loro vita ed ai loro beni.

**Contrazione**

Brusca diminuzione della sezione di una vena liquida in presenza di un restringimento del condotto.

**Corrivazione (tempo di)**

Tempo occorrente ad una goccia d'acqua caduta nel punto più lontano dell'area del bacino imbrifero per raggiungere il corso d'acqua, ovvero il tempo che occorre ad una massa d'acqua in una posizione a di monte per raggiungere una posizione b di valle.

**Corso d'acqua:**

qualsiasi massa d'acqua che presenti proprie caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, che sia caratterizzata da movimento di deflusso in superficie e non nel sottosuolo; sono corsi idrici sia quelli naturali (fiumi, torrenti, rii,...) che quelli artificiali (canali irrigui, industriali, navigabili, reti di scolo, ...) ad eccezione di canali appositamente costruiti per lo smaltimento di liquidi e di acque reflue industriali e delle acque meteoriche. (D.C.I.A. del 04 febbraio 1977 e la D.G.R. 7/7868 – allegato B).

**Danno (D)**

$$D = E \times V.$$

In un periodo di t anni in cui possono verificarsi Nt eventi, il danno totale Dt sarà:  $Dt = \sum_{i=1}^{Nt} Di = \sum_{i=1}^{Nt} Ei \times Vi$ .

**Deflusso (scale di)**

Indicazione delle variazioni di portata di un corso d'acqua in funzione della portata.

**Deflussi profondi**

I deflussi sotterranei profondi contribuiscono alla formazione della portata di piena in una sezione di un fiume quando parte dell'acqua di infiltrazione ha la possibilità di raggiungere la rete idrografica a monte di tale sezione. Poiché il moto delle acque filtranti avviene molto lentamente, i deflussi sotterranei giungono in alveo con notevole ritardo rispetto all'inizio del fenomeno piovoso. A causa poi, dell'azione modulatrice esercitata dagli ammassi filtranti attraversati, l'andamento nel tempo delle relative portate è molto regolare.

**Deflusso ipodermico**

Talvolta accade che parte dell'acqua di pioggia infiltratasi nel terreno scorra più o meno parallelamente alla superficie del suolo in uno strato superficiale dello spessore di alcune decine di centimetri. Nel complesso, comunque, si tratta di portate che non sono quasi mai rilevanti, per cui generalmente esse vengono conglobate con quelle derivanti dai deflussi profondi o superficiali.

**Deflusso superficiale**

Inizia a formarsi dopo un certo tempo dall'inizio dell'evento pluviometrico quando l'intensità di pioggia supera globalmente l'intensità di evapotraspirazione e di infiltrazione,

dopo che si sono riempite le capacità di invaso presenti nel bacino che non hanno connessione diretta con la rete idrografica.

**Destra idrografica**

Sponda del fiume guardato spalle a monte e occhi a mare.

**Difesa di sponda**

Opera idraulica a diversa tipologia costruttiva, con andamento parallelo alla sponda incisa dell'alveo o addossata alla stessa, con funzioni di protezione delle sponde dall'azione erosiva esercitata dalla corrente.

**Disastro**

Effetto dannoso che interessa più persone e deriva da un evento di non comune gravità, idoneo a costituire pericolo per l'incolumità pubblica ma non danno rilevante o morte o lesione di persone, suscitando pubblica commozione.

**Elementi a rischio (E)**

Persone e/o beni che possono subire danni quando si verifica un evento. La grandezza è misurabile. Può esprimere il numero di persone a rischio o l'ammontare del valore economico dei beni monetizzabili presenti nell'area vulnerabile.

**Esondazione**

Intesa come il superamento dei limiti di contenimento in alveo per una rete idraulica a pelo libero (alveo non arginato o sistema di fognatura urbana): - per eccessivo deflusso, in caso di portate eccedenti l'efficienza dell'alveo, con effetti molto diversi, talora anche molto disastrosi; - per rigurgito, in caso di ostacoli accidentali e localizzati negli alvei a valle o disservizi negli impianti idrovori, con effetti normalmente più circoscritti, ma talora molto dannosi.

**Evento**

Ogni singola manifestazione di un fenomeno temuto perché suscettibile di produrre danni.

**Fascia di rispetto:**

porzione di territorio attorno ai corsi d'acqua da tutelare, all'interno della quale ogni tipo di attività è normata.

**Gabbione**

Cassa in rete metallica, riempita di pietre, servente per l'esecuzione di opere di difesa dei corsi d'acqua.

**Griglia**

Elemento reticolare per la separazione di parti di materiale aventi dimensioni diverse, adoperato per protezione di condotte di scarico.

**Idrometro**

Asta graduata per lettura altezza dell'acqua.

**Inondazione**

Riferita normalmente a vasti territori, con altezze d'acqua attorno al metro o superiori, in genere con importanti effetti dinamici e con lunghi tempi di permanenza.

**Magra**

Condizioni di un corso d'acqua nei periodi di minore portata.

**Morbida**

Stato di corso d'acqua con portata intermedia fra quella di magra e quella di piena.

**Morta di fiume**

Tratto di fiume abbandonato dal corso d'acqua principale.

**Ordinanza**

E' uno strumento giuridico che viene utilizzato in caso di azioni indifferibili ed urgenti da porsi in essere anche in deroga a norme di legge, ma nel rispetto dei principi generali dell'ordinamento giuridico.

**Paratoia**

Apparato di chiusura di canali che si immettono a fiume costituito da portale a saliscendi in ferro azionate da volanti, da motori elettrici o da quote idrometriche

**Pelo**

Superficie libera di una massa d'acqua.

**Pericolosità (H)**

La probabilità che un evento si verifichi in una data area in un dato periodo di tempo.

**Piano di Bacino**

E' lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, all'utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio.

**Piena**

Condizione di deflusso caratterizzata dal repentino e notevole innalzamento del livello idrico. Il livello o la portata a partire dal quale viene considerato l'inizio dello stato di piena è del tutto convenzionale.

**Piena ordinaria**

Livello o portata di piena in una sezione di un corso d'acqua che, rispetto alla serie storica dei massimi livelli o delle massime portate annuali verificatesi nella stessa sezione, è uguagliata o superata nel 75% dei casi.

**Portata**

Volume di fluido che, nell'unità di tempo, attraversa la sezione dell'elemento contenitore, per i fiumi si valuta in genere in metri cubi al secondo.

**Portata di progetto**

Valore di portata, normalmente correlata ad un tempo di ritorno, assunto per il dimensionamento di un'opera idraulica o di un intervento di sistemazione idraulica di un corso d'acqua.

**Regime fluviale**

Portata più o meno costante durante l'anno, condizione di un corso d'acqua nel quale la sedimentazione prevale sull'erosione.

**Regime torrentizio**

Portata molto variabile durante l'anno; condizione di un corso d'acqua nel quale l'erosione prevale sulla sedimentazione.

**Reticolo idrico principale:**

l'elenco dei corsi d'acqua riportato nell'allegato A della D.G.R. n. 7/7868 del 25 gennaio 2002.

**Reticolo idrico minore:**

la rete idrografica costituita, ai sensi dell'allegato B della D.G.R. n. 7/7868, da tutte le acque superficiali ad esclusione di tutte le acque piovane non ancora convogliate in un corso d'acqua, ricavato per differenza rispetto al reticolo principale. E' consentito all'Amministrazione Comunale escludere dal reticolo corsi d'acqua aventi le suddette caratteristiche supportando la scelta con adeguate motivazioni e giustificazioni tecniche. Allo stesso modo è consentito aggiungere corsi d'acqua ritenuti di particolare valenza idraulica e/o paesaggistica.

**Rischio**

Valore atteso del danno che può subire un determinato elemento a rischio in più anni. In maniera analitica il rischio si può esprimere come il prodotto della pericolosità (P), della vulnerabilità (V) e della quantificazione economica (E); in formula:  $R = P \times V \times E$ .

**Rosta (inferriata a raggiera)**

Lavoro di riempimento di una corrosione di argine con terra o ghiaia e fascine eseguiti a protezione di sponde di corsi d'acqua a regime torrentizio.

**Rotta d'argine**

Squarcio prodottosi in un argine per cause varie.

**Rovina**

Effetto dannoso che pregiudica parzialmente o totalmente una costruzione, senza incidere su persone, altrimenti sarebbe un "disastro".

**Saracinesca**

Struttura mobile per intercettare o regolare una corrente liquida.

**Selvagge (acque)**

Acque di pioggia scorrenti liberamente sul terreno prima di raccogliersi nei corsi naturali.

**Sistemi passivi di difesa delle acque**

Lo scopo è di opporre alle acque delle opere atte a contenere i livelli idrometrici. Essi sono costituiti dalle arginature e dalle opere di ritenuta in situazioni localizzate, quali repellenti in alveo, muri di sovralzato, etc.

**Sistemi attivi di difesa delle acque**

Lo scopo è quello di attuare un complesso di interventi atti a limitare la formazione di portate eccedenti l'efficienza degli alvei e a ridurre i livelli idrometrici raggiungibili dall'acqua. Essi sono necessari per integrare i sistemi di difesa passiva e sono costituiti da bacini di laminazione in linea, come gli invasi nei tratti di monte e le traverse di bacinizzazione nei tratti di pianura, e casse di espansione laterali, le rettifiche, i diversivi e gli scolmatori, le reti idrauliche, come i canali di bonifica e le fognature, gli impianti di sollevamento e gli altri manufatti idraulici.

**Turbolenza**

Moto irregolare delle correnti liquide a contatto con pareti solide o con altre correnti aventi diversa velocità o direzione.

**Udometrico (coefficiente)**

Massima portata in funzione di sezione ed area del bacino imbrifero di un fiume, torrente, canale o fogna a monte della sezione alla quale si riferisce.

**Ventola**

Paratoia spesso di piccole dimensioni posta all'uscita di una scarico, incernierata in sommità, che permette solamente il deflusso delle acque ed è azionata automaticamente dalle quote idrometriche.

**Vulnerabilità (V)**

Attitudine dell'elemento a subire danni per effetto dell'evento a può precisamente indica qual è l'aliquota dell'elemento a rischio che viene danneggiata (0-1)

#### **4. INDIVIDUAZIONE RETICOLO IDRICO MINORE**

Per l'individuazione del reticolo idrico minore del Comune di Villa d'Adda è stata considerata la seguente documentazione cartografica:

- Carta Tecnica Regionale, scala 1:10000 foglio B5 sezione e2 aggiornamento 1994
- Mappe catastali: acquisite, da parte del Comune di Villa d'Adda, dall'Agenzia del Territorio in data 14 agosto 2002
- Carta I.G.M: scala 1:25000 foglio n.33, quadrante III, orientamento S.O. Caprino Bergamasco, edizione 4 del 1974

Per ciascuna mappa si sono evidenziati i corsi d'acqua ritenuti utili allo studio in oggetto, in modo tale da ottenere tramite il confronto tra i diversi elaborati un primo risultato di massima.

Nelle pagine seguenti sono riportati i risultati delle indagini cartografiche sintetizzati su una serie di acetati, allo scopo di permettere una facile sovrapposizione planimetrica dei dati e una valutazione delle corrispondenze dei corsi d'acqua evidenziati da ciascuna delle carte sopra citate.

Di seguito si riporta l'elenco dei corsi d'acqua, che dopo un'attenta analisi si sono ritenuti appartenenti al reticolo idrico minore. Tali corsi sono identificati con successione numerica riportata nella cartografia allegata ed affiancati dalle coordinate Gauss-Boaga dei punti di inizio e fine delle tracce considerate; dove conosciuta, viene assegnata anche la denominazione del corso d'acqua.

La numerazione è stata assegnata partendo da Ovest e procedendo verso Est, e da Nord verso Sud.

N.	Denominazione	Coordinate Gauss-Boaga		Provenienza idrografica	Sbocco a valle
		Punto iniziale	Punto finale		
1		X:1.535.684 Y: 5.064.149	X: 1.534.996 Y: 5.064.097	Villa d'Adda	Fiume Adda
2		X: 1.536.158 Y: 5.063.846	X: 1.535.688 Y: 5.064.391	Villa d'Adda-Pontida	Pontida
3		X: 1.536.171 Y: 5.063.501	X: 1.535.080 Y: 5.063.444	Villa d'Adda	Fiume Adda
4		X: 1.536.565 Y: 5.063.475	X: 1.536.819 Y: 5.062.528	Villa d'Adda	Villa d'Adda-località Alzata-
5	Rio Grandone	X: 1.536.856 Y: 5.063.424	X: 1.536.891 Y: 5.062.528	Villa d'Adda	Villa d'Adda-località Alzata-
6	Rio Tassodine	X: 1.537.393 Y: 5.063.233	X: 1.536.886 Y: 5.062.912	Villa d'Adda	Rio Grandone
7		X: 1.536.463 Y: 5.061.592	X: 1.535.731 Y: 5.061.476	Villa d'Adda	Fiume Adda

Per ciascun corso d'acqua si riportano sia la lunghezza totale dell'asta principale che quella delle singole diramazioni per una migliore descrizione geografica.

Le distanze, considerate in modo progressivo dall'origine di misurazione, dell'intersezione con eventuali infrastrutture aeree, in superficie o subalveo (quali possono essere gli elettrodotti, strade e gasdotti) si sono ritenute utili per localizzare: luoghi possibilmente vulnerabili e/o critici per la sicurezza delle persone e/o cose, condizioni di particolari servitù a cui corrisponde un canone, la cui riscossione spetta all'Amministrazione Comunale.

Le distanze riportate si sono ottenute prendendo come punto d'origine quello più a valle del corso d'acqua appartenente al territorio comunale e, risalendo il corso controcorrente, si è presa la direzione del punto più a monte appartenente sempre all'area del comune in esame.

Inoltre per agevolare la lettura del lavoro si è assegnato un ordine gerarchico alle aste della rete idrografica in oggetto. Tale gerarchia è costituita da:

- asta principale: a cui è stato dato ordine 1;
- aste secondarie: a cui è stato dato ordine 2.i, dove i indica il numero progressivo dell'asta secondaria incontrata percorrendo in modo controcorrente il corso d'acqua dallo sbocco alla sorgente;
- le ulteriori diramazioni dalle aste del secondo ordine sono state contraddistinte con l'ordine d'asta 3.i, e così via per le ulteriori ramificazioni.

### Corso d'acqua N.1

ORDINE D'ASTA	LUNGHEZZA TOTALE (m)	DISTANZE PROGRESSIVE (m)	SPONDA	DESCRIZIONE
1	732,60	253,50	destra	Diramazione del corso d'acqua in 2.1
		488,00		Intersezione con strada comunale di S.Martino e Brivio
		697,85		Intersezione con elettrodotto
2.1	20,80	11,5		Intersezione con strada comunale di S.Martino e Brivio

**Corso d'acqua N.2**

ORDINE D'ASTA	LUNGHEZZA TOTALE (m)	DISTANZE PROGRESSIVE (m)	SPONDA	DESCRIZIONE
1	872,47	178,52		Intersezione con strada comunale per Odiago
		261,55		Intersezione con acquedotto
		600,73	destra	Diramazione del corso d'acqua in 2.1
		711,43	sinistra	Diramazione del corso d'acqua in 2.2
2.1	130,32			
2.2	76,15			

**Corso d'acqua N.3**

ORDINE D'ASTA	LUNGHEZZA TOTALE (m)	DISTANZE PROGRESSIVE (m)	SPONDA	DESCRIZIONE
1	1.369,89	143,37		Intersezione con elettrodotto
		283,01	sinistra	Inizio area urbanizzata
		434,46	sinistra	Fine area urbanizzata
		493,83		Intersezione strada comunale di S. Martino e Brivio
		970,35	sinistra	Diramazione del corso d'acqua in 2.1
		1.091,49	sinistra	Diramazione del corso d'acqua in 2.2
		1.137,92		Intersezione strada comunale di Gavardo
2.1	169,92			
2.2	135,35			

**Corso d'acqua N.4**

ORDINE D'ASTA	LUNGHEZZA TOTALE (m)	DISTANZE PROGRESSIVE (m)	SPONDA	DESCRIZIONE
1	1.026,40	411,70		Fine tratto intubato
		569,35		Inizio tratto intubato
		848,55		Fine tratto intubato
		904,15	sinistra	Diramazione del corso d'acqua in 2.1
2.1	94,70			

**Corso d'acqua N.5**

ORDINE D'ASTA	LUNGHEZZA TOTALE (m)	DISTANZE PROGRESSIVE (m)	SPONDA	DESCRIZIONE
1	1.032,11	445,71	destra	Innesto del corso d'acqua N. 6
		676,16	destra	Diramazione del corso d'acqua in 2.1
2.1	258,80			

**Corso d'acqua N.6**

ORDINE D'ASTA	LUNGHEZZA TOTALE (m)	DISTANZE PROGRESSIVE (m)	SPONDA	DESCRIZIONE
1	571,65	196,35		Intersezione con strada comunale Tassodine
		226,60		Intersezione con strada comunale Tassodine
		424,50		Intersezione con strada comunale Tassodine
		477,20		Intersezione con strada comunale Tassodine

**Corso d'acqua N.7**

ORDINE D'ASTA	LUNGHEZZA TOTALE (m)	DISTANZE PROGRESSIVE (m)	SPONDA	DESCRIZIONE
1	1.010,11	354,94		Intersezione con elettrodotto
		502,44		Intersezione con elettrodotto
		667,06		Intersezione con strada comunale del Rito
		1.015,11		Intersezione con elettrodotto

**5. STATO DI FATTO**

I rilievi di campagna hanno confermato come la quasi totalità dei corsi d'acqua presenti nel Comune di Villa d'Adda non presenti particolari criticità.

La maggiore criticità emersa durante il sopralluogo è stata individuata lungo il corso d'acqua N.1, infatti in loco è ancora possibile osservare i danni causati con le piogge dell'autunno 2002. Il punto critico risulta essere soprattutto quello in cui il torrente, che scende a valle seguendo l'andamento della strada consortile, a un certo punto cambia direzione e taglia in senso trasversale la strada.

La criticità è dovuta alle esigue dimensioni dell'alveo inciso, il quale quando si verificano piogge di una certa consistenza non trattiene più l'acqua al proprio interno con conseguente straripamento lungo la strada. Tale punto è possibile osservarlo nelle fotografie che seguono.

Sempre lungo il corso d'acqua N.1 e sempre a causa delle piogge dell'autunno 2002 è avvenuto un dissesto ideologico causando grossi problemi lungo l'intersezione con la strada per Odiago. Tale luogo è stato oggetto di una significativa opera di sistemazione idraulica.

Di seguito si riportano per ogni corso d'acqua le fotografie scattate durante la ricognizione. Come si può osservare si è posta maggiore attenzione nei punti critici evidenziatisi nella fase analitica, in modo tale da fornire una maggiore descrizione.

**Corso d'acqua N.1**



Foto n.1



Foto n.2



Foto n.3

**Corso d'acqua N.2**



Foto n.1

**Corso d'acqua N.3**



Foto n.1



Foto n.2

**Corso d'acqua N.4**



Foto n.1



Foto n.2



Foto n.3



Foto n.4



Foto n.5



Foto n.6



Foto n.7



Foto n.8



Foto n.9

**Corso d'acqua N.5**



Foto n.1



Foto n.2



Foto n.3



Foto n.4

**Corso d'acqua N.6**



Foto n.1



Foto n.2



Foto n.3



Foto n.4



Foto n.5



Foto n.6



Foto n.7



Foto n.8

**Corso d'acqua N.7**



Foto n.1



Foto n.2

## 6. ANALISI IDRAULICHE

Le analisi idrauliche seguenti si sono effettuate in quanto ritenute un utile supporto indicativo, in relazione alla decisione per l'individuazione dell'ampiezza delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo idrico minore.

Tale studio si è effettuato per ciascun corso in punti ritenuti critici, soprattutto in corrispondenza di intersezione con la rete stradale; e la localizzazione di ciascuna sezione è riportata nella pagina seguente.

Obiettivo delle analisi è quello di ricavare inizialmente la portata di massima piena e di conseguenza la verifica della condizione dell'alveo, riferite ad un tempo di ritorno stabilito pari a 100 e 200 anni, e successivamente la stima del trasporto solido lungo l'alveo sempre riferito ad un tempo di ritorno pari a 100 e 200 anni.

Per quanto riguarda il calcolo della portata di massima piena ci si è avvalsi dei metodi di calcolo cinematica, nello specifico la formula di Giandotti e il "metodo razionale" come controprova. Una volta nota la portata critica si è effettuata una verifica delle sezioni d'alveo in condizione di moto uniforme. Da tale analisi si è ottenuta la velocità e l'altezza critica delle portate di massima piena riferite ai tempi di ritorno stabiliti. Il calcolo dell'altezza critica risulta utile allo scopo del lavoro in oggetto poiché attraverso tale valore si possono meglio definire le dimensioni delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore.

Per il calcolo del trasporto solido lungo l'alveo si è utilizzato il metodo di "Di Silvio" il quale permette di valutare l'entità del trasporto solido lungo l'asta principale del bacino in funzione della portata liquida del corso d'acqua.

### **Portata di massima piena**

Per il calcolo della portata di massima piena innanzitutto va stimato il tempo di corrivazione, che è il tempo necessario perché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura del bacino, rispetto alla quale viene eseguito il calcolo della portata di massima piena. Per tale calcolo si è utilizzata la formula di Giandotti, che è in funzione della superficie, della quota media del bacino e della lunghezza dell'asta.

Una volta stimato il tempo di corrivazione, per il calcolo della portata di massima piena risulta necessario determinare la pioggia di progetto, cioè

dell'evento meteorico più gravoso per un determinato tempo di ritorno. La pioggia di progetto risulta dal prodotto tra la stima dell'altezza pluviometrica e il coefficiente di ragguaglio. Fissato il tempo di ritorno dell'evento meteorico e la sua durata, posta uguale al tempo di corrivazione, l'altezza di precipitazione meteorica può essere stimata attraverso la curva di possibilità climatica della stazione pluviometrica di riferimento. I dati di base a disposizione sono costituiti dalle rilevazioni della stazione pluviometriche di Bergamo (piogge di breve durata e di forte intensità nel periodo 1936-1972) e Lecco (piogge di breve durata e di forte intensità nel periodo 1933-1967). Le curve di possibilità climatica sono state determinate attraverso un'elaborazione statistica sulla distribuzione di probabilità cumulata delle distribuzioni di Gumbel, realizzate utilizzando i valori delle altezze massime di pioggia espresse in mm per durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore, e considerando un periodo di ritorno massimo di 200 anni:

$$h \text{ (mm)} = a t^n$$

dove: **h** = mm di pioggia; **t** = durata della pioggia in minuti; **Tr** = tempo di ritorno, **a** ed **n** = parametri dipendenti dal tempo di ritorno.

**Tabella: Valori dei coefficienti delle curve di possibilità climatica in funzione del tempo di ritorno di un evento piovoso – Determinati dai dati della stazione meteorologica di Bergamo, serie 1936 – 1972**

<b>Tempo di ritorno (anni)</b>	5	10	20	50	100	200
<b>a</b>	38.8	44.6	50.2	57.5	62.9	68.3
<b>n</b>	0.266	0.265	0.265	0.264	0.264	0.264

**Tabella: Valori dei coefficienti delle curve di possibilità climatica in funzione del tempo di ritorno di un evento piovoso – Determinati dai dati della stazione meteorologica di Lecco, serie 1933 – 1967**

<b>Tempo di ritorno (anni)</b>	5	10	25	50	100	200
<b>a</b>	43,5	50,4	59,2	65,6	72,1	78,5
<b>n</b>	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309

Per l'area in esame si è ritenuto opportuno considerare i dati di Lecco, poiché geograficamente più vicina al territorio comunale in oggetto.

L'altezza di precipitazione così stimata risulta essere un dato puntuale che va corretto, in funzione dell'area sulla quale si considera distribuito l'evento piovoso, attraverso un fattore moltiplicativo (coefficiente di ragguglio), che serve a tener conto del fatto che l'altezza di precipitazione tende a diminuire all'aumentare dell'area interessata dall'evento meteorico. Nel caso in esame, trattandosi di bacini piccoli, a favore della sicurezza si è posto il coefficiente di ragguglio pari a 1.

Una volta noti questi parametri si possono applicare la formula di Giandotti e il "metodo razionale" per ricavare la portata di massima piena, i cui valori per ciascuna sezione e tempo di ritorno vengono riportati di seguito.

**Portata di massima piena calcolata con formula di Giandotti e "metodo razionale".**

Sezione	Formula di Giandotti		Metodo razionale	
	Q (m <sup>3</sup> /s) T <sub>r</sub> = 100	Q (m <sup>3</sup> /s) T <sub>r</sub> = 200	Q (m <sup>3</sup> /s) T <sub>r</sub> = 100	Q (m <sup>3</sup> /s) T <sub>r</sub> = 200
A-A	10,9	11,9	8,7	9,5
B-B	8,6	9,3	6,9	7,5
C-C	12,4	13,6	3,3	10,9
D-D	29,6	32,4	23,8	26
E-E	8,9	9,7	7,2	7,8

In allegato si riportano i dati e le relazioni utilizzate per giungere a tali risultati.

**Verifica della sezione d'alveo**

La portata che defluisce per una determinata sezione d'alveo risulta pari al prodotto tra l'area della sezione trasversale dell'alveo e la velocità media della corrente. La velocità media della corrente, nell'ipotesi di moto uniforme, può essere espressa in funzione del coefficiente di resistenza di Strickler, del raggio idraulico, dato dal rapporto tra area della sezione e perimetro bagnato e dalla pendenza dell'alveo. Il coefficiente di resistenza di Strickler risulta in funzione della tipologia e della scabrezza dell'alveo; e poiché gli alvei considerati in questo studio sono tutti approssimabili a corsi d'acqua con sezioni regolari e con massi, allora si è posto tale coefficiente pari a 30 m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup> per ciascuna sezione delle analisi effettuate.

Valutata la velocità della corrente, noto il valore dell'area della sezione del corso d'acqua, si può calcolare la portata smaltibile, da confrontare con la portata di piena di riferimento.

I risultati di queste analisi evidenziano situazioni critiche nelle sezioni A-A e B-B, anche se la loro localizzazione non risulta creare pericolo alle persone perché lontane da aree urbanizzate.

Per tale motivo si ritiene sufficiente per il corso d'acqua relativo alla sezione A-A una costante manutenzione.

Per quanto riguarda la sezione B-B, e di conseguenza il relativo tratto di corso d'acqua, è in atto una sistemazione idraulica a causa dei danni provocati dalle piogge di novembre 2002.

Per le altre sezioni in esame le portate di piena risultano abbondantemente all'interno della fascia di rispetto posta pari a 10 m.

Per tali sezioni saranno riportate in allegato le velocità e le altezze idrometriche relative alle portate di piena con i tempi di ritorno precedentemente fissati, in quanto ritenute più importanti vista la prossimità di aree urbanizzate.

#### **Stima del trasporto solido lungo l'alveo.**

Il "metodo di Silvio" è basato essenzialmente su misure effettuate in bacini delle Alpi venete e lombarde, e permette di valutare l'entità del trasporto solido lungo l'asta principale del bacino in funzione della portata liquida del corso d'acqua. Per il suo utilizzo necessita in entrata di informazioni relative alla curva granulometrica del materiale presente nell'alveo, al suo peso specifico, all'altezza della precipitazione efficace, all'inclinazione dell'alveo, all'ampiezza del bacino e ad aree urbanizzate e/o impermeabili, alla portata di massima piena e al coefficiente di afflusso del bacino. La precipitazione efficace è la frazione della precipitazione complessiva, non trattenuta dal terreno e dalla vegetazione, che partecipa alla formazione del deflusso superficiale. La stima di tale parametro è stata effettuata con il metodo di Rasulo e Gissoni.

Il rapporto fra precipitazione efficace e precipitazione lorda prende il nome di coefficiente di afflusso.

Una volta noti tutti i dati di ingresso il metodo di Di Silvio restituisce la portata di materiale trasportato dalla portata di massima piena riferita ai tempi di ritorno presi in considerazione inizialmente.

Di seguito si riportano i valori delle portate solide riferite a tutte le sezioni meno la sezione A-A per la quale si è deciso di non effettuare tale calcolo vista

la tipologia del relativo corso d'acqua (prettamente ad uso agricolo) e la morfologia del territorio circostante.

**Portata solida riferita alla portata di massima piena con tempo di ritorno pari a 100 e 200 anni.**

Sezione	Q (t)	Q (t)
	T <sub>r</sub> = 100	T <sub>r</sub> = 200
B-B	199,2	420,7
C-C	252,0	527,9
D-D	996,2	1742,7
E-E	72,0	149,7

## **7. CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO MINORE E DELLE FASCE DI RISPETTO**

L'individuazione del reticolo idrico minore è stata condotta tenendo come riferimento le indicazioni della D.G.R. 7/7868 all'allegato B, in particolare partendo dal presupposto che devono essere inseriti i corsi d'acqua che rispondano ad almeno uno dei seguenti criteri:

- siano indicati come demaniali nelle carte catastali o in base a normative vigenti;
- siano stati oggetto di interventi di sistemazione idraulica con finanziamenti pubblici;
- siano interessati da derivazioni d'acqua;
- siano rappresentati come corsi d'acqua dalle cartografie ufficiali (IGM, CTR).

Oltre ai precedenti aspetti, richiesti espressamente dalla norma, sono stati considerati anche elementi di carattere ambientale ed urbanistico, considerando anche corsi che:

- rivestano particolare valenza paesaggistica e si inseriscano in un contesto di tutela ambientale del territorio,
- comportino interferenze con il tessuto urbanizzato, rivestendo importante ruolo idraulico

E' stato inoltre ritenuto fondamentale, nell'identificazione dei corsi d'acqua di interesse, verificare la continuità di questi ultimi all'interno dei Comuni

confinanti, siano essi sede della sorgente nonché del recapito o del proseguo del deflusso, al fine di operare nel modo più omogeneo e compatibile possibile. L'elaborazione per la proposta di reticolo idrico minore da sottoporre all'Amministrazione è stata individuata tramite il confronto tra i corsi d'acqua riportati sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1: 10.000, sull'IGM in scala 1:25.000 e quelli riportati sulle mappe catastali.

Questa prima elaborazione ha consentito di evidenziare come i corsi segnalati catastalmente coincidano quasi totalmente con quelli della CTR, ed inoltre ha introdotto una serie di punti critici che hanno richiesto una maggiore verifica tramite successivo sopralluogo in campo.

Le ricognizioni sul posto sono state mirate sia alla verifica dei casi di discordanza sui tracciati evidenziati nei differenti documenti cartografici, sia alla valutazione della effettiva potenziale appartenenza al sistema del reticolo idrico minore.

Il risultato finale è stato riportato su aerofotogrammetrico in scala 1:5000 e si sono considerati i corsi segnati sia catastalmente che su CTR, nel caso di corsi segnalati solo su una delle precedenti carte la ricognizione sul posto è servita a sapere se tali corsi potessero avere importanza rilevante per lo scopo del presente lavoro.

Per quanto riguarda le dimensioni delle fasce di rispetto, i cui valori sono riportati nell'elaborato n.2 (Regolamento), si è preso come riferimento il R.D. n.523/1904.

L'ampiezza di 10 m individuata dal decreto nominato precedentemente è stata valutata caso per caso in base alle condizioni sia dell'alveo che del territorio circostante ed anche in funzione dei risultati ottenuti con le analisi idrauliche.

La fascia di 10 m viene proposta anche per quel tratto del rio Grandone che non appartiene al reticolo idrico minore poiché secondo l'allegato A della D.G.R. 7/7868 viene considerato appartenente al reticolo idrico principale di competenza regionale.

Per quanto riguarda le fasce di rispetto del fiume Adda si devono prendere in considerazione le fasce stabilite dal PAI approvato dal Comitato istituzionale n.18 in data 26 Aprile 2001

I progettisti

Dott. Geol. Luigi Corna

Dott. Ing Davide Pelizzoli

Maggio, 2003.