

STUDIO GEOLOGICO BONINSEGGNI E LAVENI ASSOCIATI  
via Galeno, 17 - 20033 Desio (MI) - Tel. 0362/303925 - e-mail: boninsegni.laveni@libero.it



## COMUNE DI LAINO

DENOMINAZIONE DELL'OPERA:

### DETERMINAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO NELL'AMBITO DEL TERRITORIO COMUNALE DI LAINO (PROVINCIA DI COMO)

D.G.R. n.7/13950 del 1 Agosto 2003

COMMITTENTE:

Comune di Laino - via XX Settembre, 5 - 22020 Laino (CO)

DATA

MARZO 2010

OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA

**AGGIORNAMENTO DICEMBRE 2010**

FIRMA DEI COMMITTENTI:

FIRMA DEI PROGETTISTI:

## INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO (D.G.R. n.7/13950 del 01.08.2003, R.D. n.523/1904) .....	4
2.1 Definizione del reticolo principale .....	4
2.2 Definizione del reticolo minore.....	5
3. ELEMENTI IDROGRAFICI PRINCIPALI.....	7
3.1 Struttura del reticolo idrografico.....	7
3.2 Classificazione del reticolo idrografico.....	10
4. INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA.....	16
4.1 Fasce di rispetto del <i>reticolo idrografico principale</i> .....	16
4.2 Fasce di rispetto del <i>reticolo idrografico minore</i> .....	17
4.2.1. <i>Calcolo della portata di piena dei bacini del Rio di Laino e del Rio via ai Monti sottesi ai manufatti di ingresso alla tombinatura</i> .....	19
4.2.2 <i>Verifica idraulica delle sezioni di interesse: Legge di Chézy</i> .....	30

## ELENCO FIGURE

*Figura 1* - Schema pattern subangolare

*Figura 2* - Schema pattern subdendritico

*Figura 3* - Corografia Rio di Laino: ubicazione sezione sottoposta a verifica idraulica

*Figura 4* - Corografia Rio via ai Monti: ubicazione sezioni sottoposte a verifica idraulica

## ELENCO TABELLE

*Tabella 1* – Corsi d'acqua del *reticolo idrografico minore*

*Tabella 2* – Parametri “a” ed “n” della curva di possibilità pluviometrica

*Tabella 3* – Tempo di corrivazione

*Tabella 4* – Coefficiente di deflusso

*Tabella 5* – Intensità di pioggia

*Tabella 6* – Portata di piena per assegnati tempi di ritorno

*Tabella 7* – Portata di piena e portata massima transitante dalle sezioni di deflusso

## ELENCO TAVOLE

*Tavola A* - Carta del reticolo idrografico del territorio comunale: settore occidentale (1:2.000)

*Tavola B* - Carta del reticolo idrografico del territorio comunale: settore orientale (1:2.000)

*Tavola C* - Carta del reticolo idrografico del territorio comunale: settore orientale (1:2.000)

*Tavola D* - Carta di sintesi reticolo idrografico del territorio comunale: (1:10.000)

## APPENDICE

*Normativa di riferimento:* D.G.R. del 1 Agosto 2003 – n.7/13950 – Norme di attuazione

## 1. PREMESSA

Il presente studio, commissionato dall'Amministrazione Comunale, è finalizzato alla definizione del reticolo idrografico insistente sul territorio del Comune di Laino (Provincia di Como) e delle sue caratteristiche peculiari, e rientra nell'ambito della stesura dello "Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio".

In ambito comunale insistono corsi d'acqua appartenenti al *reticolo idrografico principale* ubicati in corrispondenza dei limiti amministrativi settentrionale e nord-occidentale, nello specifico:

- il **T. Lirone** – (CO 011 – el. AAPP n.43) nel tratto "*dallo sbocco al ponte di Ponna sulla SP 842*"

- il **T. Val Mora** o **T. Telo di Osteno** – (CO 012 – el. AAPP n.46) nel tratto "*dallo sbocco sino al ponte della SP 13 a quota 700 m s.l.m.*".

Su tali corsi d'acqua l'Ente competente è la Regione Lombardia per ogni tipo di attività.

La restante parte dei corpi idrici appartiene al *reticolo idrografico minore*, sul quale ha competenza il Comune nell'imporre e far rispettare norme e vincoli territoriali, nel provvedere alla manutenzione, nonché nell'adottare provvedimenti di polizia idraulica.

L'attività svolta, in conformità alle indicazioni e prescrizioni della D.G.R. n.7/13950 del 01.08.2003, ha riguardato la redazione di una carta del reticolo idrografico nella quale viene anche proposta la perimetrazione delle fasce di rispetto fluviali, in accordo con gli indirizzi normativi.

L'elaborato cartografico è stato restituito sulla base topografica della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000, attualmente supporto cartografico di maggior dettaglio disponibile con copertura di tutto il territorio comunale, restituita per un maggior dettaglio alla scala 1:2.000 dello strumento urbanistico, distinguendo un settore occidentale (*Tavola A*), uno centrale (*Tavola B*) e uno orientale (*Tavola C*).

La cartografia è stata fornita su supporto informatizzato in modo da poter essere eventualmente aggiornata in futuro.

Per completezza e per sintesi, lo sviluppo del reticolo idrografico è stato riportato sulla base cartografica della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000, fogli B4a1 Pellio d'Intelvi e B4b1 Lenno, redigendo la Carta di Sintesi di *Tavola D*.

A corredo della sezione cartografica è stata redatta una relazione tecnica esplicativa della metodologia di lavoro condotta e un'*Appendice* contenente gli aspetti puramente normativi riguardanti la definizione dei criteri per l'esercizio delle attività di polizia idraulica sul reticolo

idrografico, nella quale vengono indicate le attività vietate o soggette ad autorizzazione all'interno delle fasce di rispetto fluviali.

La definizione del reticolo idrografico è stata effettuata attraverso l'analisi della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000, delle mappe catastali comunali e della cartografia I.G.M., in modo da ottenere un quadro complessivo di dettaglio su tutto il territorio di Laino.

Questa prima fase conoscitiva è stata completata dal rilevamento finalizzato sul terreno dove sono state analizzate le caratteristiche del sistema idrico, il suo sviluppo e gli aspetti di modificazione che si sono determinati nel tempo sia per modellazione naturale che per interventi antropici (regimazione, canalizzazione, tombinatura, ecc.).

Ai sensi della D.G.R. n.7/13950 il complesso delle attività svolte, preventivamente da sottoporre al parere tecnico vincolante da parte del competente Ufficio Territoriale Regionale (STER), dovranno essere recepite nello Strumento Urbanistico Comunale.

Prima di procedere all'analisi delle varie fasi di lavoro, viene proposta una sintetica descrizione dei contenuti della normativa vigente, che costituisce lo strumento cui riferirsi in fase di attuazione delle previsioni urbanistiche.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO (D.G.R. n.7/13950 del 01.08.2003, R.D. n.523/1904)

Con la pubblicazione della D.G.R. n.7/13950 del 1 Agosto 2003, “*Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni di polizia idraulica concernenti il reticolo idrografico minore come indicato dall’art.3, comma 114, della L.R. 1/2000. Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica*”, quale modificazione della precedente D.G.R. n.7/7868 del 25.01.2002, viene di seguito proposta la determinazione del *reticolo idrografico principale* (art.3, comma 108, della L.R. 1/2000).

Il *reticolo idrografico principale*, sul quale la Regione esercita le funzioni di polizia idraulica, viene definito dall’elenco dei corsi d’acqua di cui all’Allegato A della D.G.R. n.7/13950.

Il *reticolo idrografico minore* è individuato per differenza dall’elenco del suddetto Allegato A ed è di competenza dei Comuni che applicano i “Criteri per l’esercizio delle attività di polizia idraulica”, questi ultimi definiti dall’Allegato B della suddetta normativa.

Nella fattispecie “i corsi d’acqua naturali o artificiali non presenti nelle tabelle, nonché i tratti dei corsi d’acqua naturali o artificiali presenti nelle tabelle ma non rientranti nella descrizione “tratto indicato come principale”, sono da considerarsi non appartenenti al *reticolo principale*, così come previsto nella precedente D.G.R. n.VI/47310 del 22.12.1999”.

### 2.1 Definizione del reticolo principale

La definizione dei corpi idrici superficiali appartenenti al *reticolo principale* (Allegato A) è stata effettuata dalle strutture dell’ex Genio Civile sulla base dei requisiti contenuti nella D.G.R. n.VI/47310 del 22.12.1999”, riprese dalla D.G.R. n.7/7868, verificandone successivamente la congruenza con i seguenti criteri:

1. Significatività dei bacini: il *reticolo principale* è rappresentato dai soli corsi d’acqua che sottendono bacini idrografici significativi. Sono da considerarsi “significativi” i bacini sottesi da corsi d’acqua aventi lunghezza superiore a 2 km.
2. Particolarità di corsi d’acqua di lunghezza inferiore a 2 km: tali corsi d’acqua sono da considerarsi appartenenti al *reticolo principale* purché siano caratterizzati da rilevanti problematiche idrauliche o idrogeologiche o siano interessati da interventi idraulici o di versante particolarmente significativi, in essi siano presenti opere di sbarramento di cui alla L.R. 8/98 o, comunque, siano oggetto di significative autorizzazioni di derivazioni d’acqua a scopo idroelettrico.
3. Significatività dei corsi d’acqua totalmente compresi nel territorio di un comune: i corsi d’acqua che scorrono all’interno di uno stesso comune o che fungono da confine tra comuni limitrofi devono essere considerati appartenenti al *reticolo principale* solo se interessati da

interventi idraulici o di versante particolarmente significativi, in essi siano presenti opere di sbarramento di cui alla L.R. 8/98 o, comunque, siano oggetto di significative autorizzazioni di derivazioni d'acqua a scopo idroelettrico.

4. Individuabilità dei tratti costituenti il reticolo principale: deve essere possibile individuare, attraverso elementi territorialmente visibili, il punto d'inizio del tratto di corso d'acqua costituente il *reticolo principale*: rimane inteso che il tratto iniziale di un corso d'acqua dalla sorgente al punto ove diventa principale, deve sempre essere considerato appartenente al *reticolo minore*.

5. Visibilità in cartografia dei limiti che definiscono il reticolo principale: i punti che delimitano il *reticolo principale* devono essere rappresentati sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, oltre che territorialmente visibili in loco.

6. Congruenza con i limiti di definizione dei laghi principali: i corsi significativi che rappresentano i principali immissari ed emissari dei laghi lombardi devono essere definiti per quanto riguarda il punto di immissione e quello di emissione, in congruenza con i limiti amministrativi con cui vengono delimitati i laghi stessi ai fini delle competenze di trasporto lacuale.

## 2.2 Definizione del reticolo minore

Il *reticolo idrografico minore* accorpa corpi idrici superficiali, ad esclusione di tutte le "acque piovane non ancora convogliate in un corso d'acqua": in particolare i corpi idrici del reticolo minore debbono rispondere ad almeno uno dei seguenti requisiti:

- siano indicati come demaniali nelle carte catastali o in base alle 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 (C.T.R., I.G.M.).

L'Amministrazione Comunale è tenuta ad individuare le fasce di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo minore, nonché stabilire le attività vietate o soggette ad autorizzazione comunale.

Le fasce di rispetto devono essere individuate sulla base delle "*aree storicamente soggette ad esondazioni, delle aree interessabili da fenomeni erosivi e di divagazione dell'alveo e della necessità di garantire una fascia di rispetto sufficiente a consentire l'accessibilità al corso d'acqua ai fini della sua manutenzione, fruizione e riqualificazione ambientale*".

In tale ottica strumento legislativo di riferimento è il R.D. 523/1904, con particolare riferimento all'art.96 comma f).

Stante quanto sopra, in assenza dell'individuazione del reticolo minore, della definizione delle fasce di rispetto e delle attività vietate o regolamentate, su tutte le acque pubbliche vale il divieto di edificazione a distanza inferiore a 10 m.

La giurisprudenza corrente indica che le distanze dai corsi d'acqua vanno intese come misurate dal piede arginale esterno oppure, in assenza di argini in rilevato, dalla sommità della sponda incisa. Nel caso di sponde stabili consolidate o protette, le distanze possono essere valutate a partire dalla linea sottesa dalla piena ordinaria.

Questo aspetto riveste particolare importanza in riferimento all'esatta perimetrazione delle fasce di rispetto proposte nelle tavole grafiche allegate; nel caso specifico, la reale distanza della fascia di rispetto, giocoforza proposta rispetto allo sviluppo del corso d'acqua causa lo scarso dettaglio della base cartografica disponibile, dovrà essere puntualmente verificata in sito alla luce di quanto espressamente sopraindicato circa assetto dei corsi d'acqua e morfologia delle loro sponde naturali, al fine di perseguire una perimetrazione quanto più corretta possibile, quindi derivare da apposito rilievo sul terreno.

Dette distanze possono tuttavia essere derogate solo se previsto da discipline locali, da intendersi anche come norme urbanistiche a livello comunale, frutto di specifici studi e di valutazioni dei caratteri del territorio, fatta salva la struttura urbanistica, le vocazioni e destinazioni d'uso dei differenti settori territoriali.

Per i motivi suddetti, sempre ai sensi della D.G.R. n.7/13950, in base agli indirizzi scelti sarà possibile procedere ad una valutazione a carattere urbanistico in quanto le fasce di rispetto dovranno diventare parte integrante della pianificazione comunale dopo il loro recepimento nello Strumento Urbanistico Comunale, previo parere vincolante dell'Autorità Regionale.

### **3. ELEMENTI IDROGRAFICI PRINCIPALI**

Lo studio del reticolo idrografico è stato condotto con la finalità di acquisire progressivamente tutti gli elementi fisiografici fondamentali per la sua specifica caratterizzazione.

Sulla base della bibliografia disponibile e del supporto di specifici sopralluoghi, il lavoro ha previsto la ricostruzione dell'assetto geologico, geomorfologico e strutturale dei differenti corsi d'acqua, e la successiva verifica dello stato degli alvei e dei tratti spondali, laddove possibile per motivi logistici (accessibilità).

Si è trattato quindi di un rilevamento esteso all'intero territorio comunale e mirato alla verifica delle condizioni specifiche che contraddistinguono le aste che compongono il reticolo idrografico principale e minore.

#### **3.1 Struttura del reticolo idrografico**

La morfologia dell'area è il risultato dell'azione di escavazione glaciale avvenuta in epoca quaternaria ad opera del ghiacciaio dell'Adda e della successiva sovrainposizione di processi erosivi legati all'azione fluviale e delle acque meteoriche, che hanno condotto all'attuale conformazione fisiografica dell'area. Nello specifico il ghiacciaio abduano, discendendo dalla Valtellina incise profondamente l'attuale ramo di Como del Lario, con ramificazioni minori che si insinuarono nella valle di Menaggio e nella val d'Intelvi, raccordandosi anche tra loro, risalendo sino all'attuale quota di circa 1200 m s.l.m. e modellando i rilievi esistenti secondo una morfologia tondeggiante. Successivamente al ritiro delle lingue glaciali, si instaurarono processi erosivi che si sono esplicitati con marcate incisioni del profilo topografico (incisioni torrentizie), fenomeni favoriti dal contestuale innalzamento generalizzato della crosta terrestre per implicazioni di carattere isostatico, e con processi di alterazione chimico-fisica superficiale.

La conformazione e lo sviluppo del reticolo idrografico in ambito comunale è pertanto il risultato di dette implicazioni legate ai processi climatici e all'evoluzione morfologica; tuttavia nel caso in oggetto, particolare importanza rivestono anche i caratteri geologici e tettonico strutturali, ovvero la serie di lineazioni (faglie e fratture) che coinvolgono i termini del substrato roccioso, ad andamento prevalente all'incirca Nord-Sud e in subordine Ovest-Est, in corrispondenza delle quali si sono impostati preferenzialmente i corsi d'acqua.

Il territorio comunale di Laino si ubica quasi interamente a ridosso del versante idrografico sinistro del T. Lirone, il cui asse vallivo si sviluppa in senso Est-Ovest dalla sella di Boffalora dove nasce e si identifica come valle dei Rovasci (Comune di Ossuccio), sino all'altezza della località il Castello, laddove subisce una brusca deviazione verso Nord.

L'estremità occidentale del territorio comunale, è invece posta in corrispondenza del versante idrografico destro del T. Telo e, più a valle, poco a Nord del capoluogo, del T. Telo di Osteno,



corsi d'acqua a decorso Sud-Nord. In entrambi i casi i due corsi d'acqua identificano buona parte del limite amministrativo comunale settentrionale ed occidentale.

Ad ampia scala i bacini idrografici manifestano un pattern da angolato a subdendritico; nel primo caso si tratta di un reticolo idrografico che mostra una ramificazione con due direzioni prevalenti ad indicare controllo strutturale conseguente alla presenza di fasci di faglie, fratture o discontinuità litologiche (*Figura 1*).

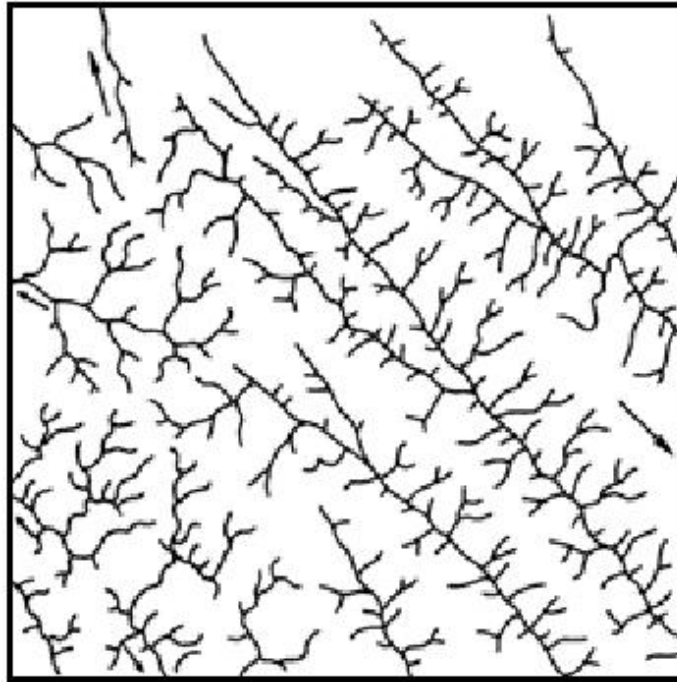
Nel secondo caso si apprezza una direzione preferenziale ad andamento più o meno parallelo di alcuni rami, aspetti che suggeriscono caratteristiche di discreta omogeneità dei terreni/rocce affioranti, una loro permeabilità da media a ridotta e modesta acclività, ma sempre un certo controllo tettonico ad opera di un sistema di fratture più o meno parallele (*Figura 2*).

Analizzando lo sviluppo del reticolo più nel dettaglio, si evincono due situazioni tipo:

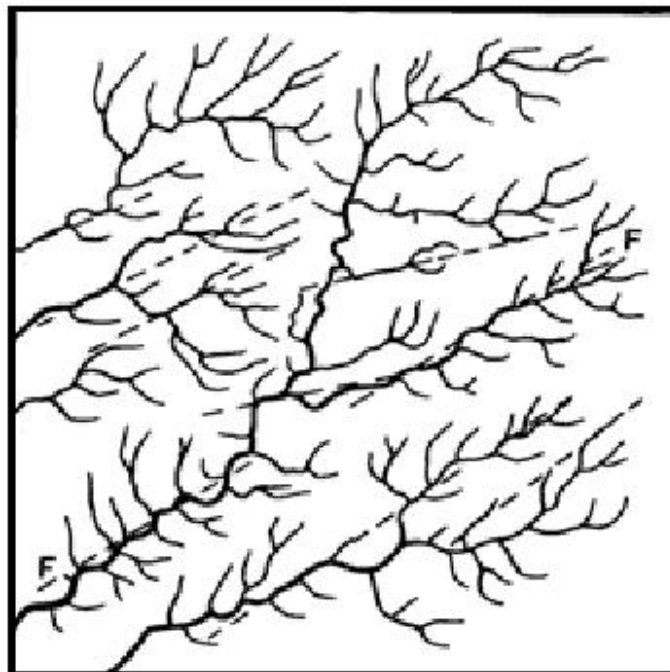
- a) corsi d'acqua rettilinei e di breve sviluppo lineare (max un centinaio di metri) che si impostano lungo lo sviluppo dell'asta principale del T. Lirone e dei T. Telo e T. Telo di Osteno, a partire dall'orlo del terrazzo morfologico il cui limite si deve all'erosione fluviale instauratasi successivamente allo scioglimento dei ghiacci, ed incidono marcatamente il rilievo topografico;
- b) corsi d'acqua ad andamento sub-rettilineo essenzialmente affluenti in sinistra idrografica del T. Lirone che, con sviluppo lineare mediamente di 1 km ma anche superiore, si impostano sul versante culminante alla dorsale M. Luria-Costone di Pigra. Essi presentano bassa gerarchizzazione sebbene il tratto di monte presenti varie ramificazioni conseguenti all'assetto litologico e soprattutto strutturale dei termini affioranti. In tale ottica peso notevole riveste il grado di fratturazione del substrato lapideo che, contestualmente all'azione di dissoluzione carsica dei carbonati in superficie, favorisce l'instaurarsi di condizioni locali di maggior permeabilità lungo le aste idriche e l'infiltrazione nel sottosuolo di parte dei volumi idrici defluenti.

La dinamica idraulica che caratterizza i singoli bacini insistenti in ambito comunale si contraddistingue per essere alquanto irregolare, in quanto si assiste ad una notevole attività durante i periodi di maggiore precipitazione ed all'assenza di deflussi durante buona parte dell'anno. Il regime di portata è quindi a carattere torrentizio, concorde al regime stagionale delle precipitazioni.

In riferimento agli aspetti idrologici, si apprezzano tempi di corrivazione ridotti che, favoriti dall'acclività dei versanti, dalle caratteristiche litologico-strutturali e dal tipo e sviluppo della vegetazione, permettono il convogliamento degli afflussi nelle singole aste idriche e, successivamente, nelle aste principali del T. Lirone e del T. Telo di Osteno, in brevi intervalli temporali.



*Figura 1 - pattern subangolare*



*Figura 2 – pattern subdendritico*

Per quanto concerne le opere di regimazione idraulica, i corsi d'acqua maggiori scorrono ben incassati rispetto al profilo topografico per cui vengono escluse problematiche connesse a fenomeni di esondazione, tant'è che non sono presenti manufatti di regimazione idraulica.

Di contro per ovviare a fenomenologie di erosione di sponda connesse all'elevato trasporto solido in alveo, si apprezzano localmente protezioni spondali (gabbionate) in corrispondenza di manufatti di attraversamento (ad esempio ponte di Ponna).

Relativamente ai corsi idrici minori, in base alle indagini di campagna si è potuto stabilire che solo localmente e per tratti localizzati si manifestano fenomeni significativi di erosione al fondo e spondale, con apporti detritici talora cospicui in occasione delle precipitazioni meteoriche più abbondanti che si depositano nei tratti contraddistinti da minor pendenza. Opere di protezione in tal senso riguardano essenzialmente briglie e "selciati" di fondo in corrispondenza degli attraversamenti viari minori, ad esempio lungo le strade agro-silvo-pastorali (via detta "ai Monti"), nonché lungo la SP14 (via Ponna). Alcuni corsi d'acqua risultano intubati al di sotto di attraversamenti viari soprattutto presso l'abitato, deviati in epoca passata verosimilmente per mitigare problematiche idrauliche all'urbanizzato. In tal senso le situazioni rilevate riguardano:

- Rio di Laino (cod. 013 120 004), presso via ai Monti prende origine un piccolo corso d'acqua che diviene intubato a partire da detta direttrice, sottopassa il capoluogo sempre in sotterraneo sino a raggiungere la SP 14 presso via Fonte d'Ino, laddove dopo un breve percorso a cielo aperto riprende un tratto in sotterraneo di breve sviluppo, prima di raggiungere l'orlo del terrazzo morfologico che si affaccia sul T. Telo;
- Rio via ai Monti (cod. 013 120 009), all'estremità orientale del capoluogo: si tratta di un piccolo corso d'acqua, posto in fregio al precedente, che si origina anch'esso poche decine di metri a monte dell'inizio di via ai Monti, sottopassa via Ponna (SP14) per poi venir convogliato con percorso sotterraneo lungo via G.B. Aliprandi di circa 350 m, prima di ritornare a cielo aperto (quota 675 m s.l.m.) ed afferire nel T. Lirone.

Il rischio idraulico connesso a tale assetto è comunque alquanto ridotto in ragione del fatto che in entrambi i casi il bacino idrografico sotteso ai singoli manufatti di immissione è di limitatissimo sviluppo e di conseguenza assai esigua la portata defluente.

In ogni caso si è proceduto alla verifica idraulica dei manufatti di ingresso alla tombinatura per accertare eventuali problematiche connesse, aspetto sviluppato nel seguente § 4.2 relativo alla definizione delle fasce di rispetto del *reticolo idrico minore*.

### **3.2 Classificazione del reticolo idrografico**

In ambito comunale la corrente classificazione delle acque pubbliche individua corsi d'acqua appartenenti sia al *reticolo idrografico principale* sia al *reticolo idrografico minore*.

Il *reticolo idrografico principale* viene identificato dai seguenti corsi d'acqua (Allegato A della D.G.R. n.7/13959):

1) **T. Lirone** – (CO 011 – el. AAPP n.43) nel tratto “*dallo sbocco al ponte di Ponna sulla SP 842*”

2) **T. Val Mora** o **T. Telo di Osteno** – (CO 012 – el. AAPP n.46) nel tratto “*dallo sbocco sino al ponte della SP 13 a quota 700 m s.l.m.*”.

Al *reticolo idrografico minore* appartengono di conseguenza tutti i tributari naturali (torrenti e rii) sviluppati in ambito montano e/o al raccordo del ripiano morfologico di origine glaciale su cui sorge il capoluogo, afferenti ai corsi d’acqua del *reticolo idrografico principale* sopra individuato. Le *Tavole A-B-C* rispettivamente relative ai settori occidentale, centrale e orientale dell’ambito comunale, redatte alla scala 1:2.000, illustrano lo sviluppo del reticolo idrografico.

Sulle medesime è stata riportata la nomenclatura dei corsi d’acqua cartografati costituenti la rete idrografica, di seguito tabulati e descritti in modo sintetico per fornire un quadro di riferimento (*Tabella 1*).

I corsi d’acqua censiti sono stati identificati con una codifica numerica costituita da tre parti numeriche, la prima relativa al codice provinciale (013), la seconda al codice ISTAT comunale (120) e la terza dalla numerazione progressiva del corso d’acqua (001÷022).

I corsi d’acqua sono stati identificati con il toponimo di riferimento riportato sulla cartografia ufficiale (Carta Tecnica Regionale 1:10.000, mappe catastali comunali, cartografia I.G.M.), mentre per quelli privi è stata adottata informalmente una toponomastica che si riferisce a “nomi di luoghi” limitrofi.

La nomenclatura adottata si riferisce all’asta idrica di maggiore importanza e/o di sviluppo lineare ed areale più consistente, nel senso che non sono state codificate le gerarchizzazioni di ordine superiore (ad esempio valle Lunga, valle del Ponte).

In tale ottica alcune aste di breve sviluppo sono state accorpate in “gruppi di corsi d’acqua”, mentre altre, vista la loro modesta importanza, non sono state codificate, sebbene censite e cartografate.

NOME	CODICE	BACINO	NOTE DESCRITTIVE
<b>T. Telo</b>	<b>013 120 001</b>	<b>T. Telo di Osteno</b>	Decorre con direzione Sud-Nord a costituire il limite comunale occidentale sino alla confluenza nel T. Telo di Osteno (reticolo principale) alla quota di 490 m s.l.m.
<b>Rio Brai</b> (toponimo informale)	<b>013 120 002</b>	<b>T. Telo di Osteno</b>	Piccola asta che costituisce in parte il drenaggio delle omonime sorgenti. Percorre un breve tratto tombinato prima dell'attraversamento della SP14
<b>Rio della Selvetta</b> (toponimo informale)	<b>013 120 003</b>	<b>T. Telo di Osteno</b>	Piccola asta che nasce in località Selvetta a quota 770 m s.l.m. circa. Nella parte mediana drena anche le acque delle sorgenti Toaggia, mentre risulta tombinata al di sotto della SP14
<b>Rio di Laino</b> (toponimo informale)	<b>013 120 004</b>	<b>T. Telo di Osteno</b>	Decorre in senso Est-Ovest, si origina a tergo del capoluogo presso via ai Monti, a partire dalla quale attraversa in sotterraneo il nucleo urbano sino alla SP14; sottopassa la medesima direttrice stradale e attraversa con tratto intubato parte del nucleo urbano, prima di raggiungere la scarpata di raccordo con il T. Telo
<b>Rio Molino di Quai</b> (toponimo informale)	<b>013 120 005</b>	<b>T. Telo di Osteno</b>	Sito ad Ovest della località Il Castello, ha decorso Sud-Nord di sviluppo pari a 650 m, a partire dal bordo del terrazzo morfologico a Nord del capoluogo
<b>Rio di Claino</b> (toponimo informale)	<b>013 120 006</b>	<b>T. Telo di Osteno</b>	E' presente all'estremità nord-occidentale del territorio comunale ad una quota di 484 m s.l.m., per poi scorrere pressoché interamente in Comune di Claino con Osteno
<b>Rii Il Castello</b> (toponimo informale)	<b>013 120 007</b>	<b>T. Lirone</b>	Si tratta di n.3 aste idriche tra loro parallele, sviluppate secondo una direzione SudOvest-NordEst, insistenti sulla scarpata di raccordo tra il terrazzo de Il Castello ed il T. Lirone, nel tratto di quest'ultimo immediatamente a monte della forra di San Vittore
<b>Rii Ponte per Ponna</b>	<b>013</b>	<b>T. Lirone</b>	Si tratta di n.3 aste idriche sviluppate

<b>inf.</b> (toponimo informale)	<b>120 008</b>		secondo una direzione SudOvest-NordEst, insistenti sulla scarpata di raccordo tra il terrazzo su cui sorge l'abitato ed il T. Lirone, confluenti presso il ponte della strada che sale verso Ponna inf.
<b>Rio via ai Monti</b> (toponimo informale)	<b>013 120 009</b>	<b>T. Lirone</b>	Si tratta di una piccola asta idrica che si origina immediatamente a monte del bivio tra via ai Monti e la SP14, tombinato a valle di quest'ultima, laddove percorre in sotterraneo via G.B. Aliprandi
<b>Rii della Cappelletta</b> (toponimo informale)	<b>013 120 010</b>	<b>T. Lirone</b>	Si tratta di un gruppo di piccole aste idriche che decorrono lungo la scarpata di raccordo con la valle del T. Lirone nel tratto compreso tra i Rio via ai Monti a Ovest e Valle della Bolletta a Est.
<b>Valle della Bolletta</b>	<b>013 120 011</b>	<b>T. Lirone</b>	Si tratta di un'asta idrica che nasce presso l'Alpe di Cola ad una quota di 1050 m s.l.m., presso Monte Luria, e si sviluppa per circa 1 km prima di confluire nel T. Lirone a 570 m s.l.m.. Presenta alcune ramificazioni in sinistra e destra idrografica
<b>Valle Cascia</b>	<b>013 120 012</b>	<b>T. Lirone</b>	Si identifica tra la confluenza nel T. Lirone (600 m s.l.m.) e la quota 675 m s.l.m. per uno sviluppo di circa 250 m, laddove si biforca in due rami distinti ed articolati, rispettivamente la Valle del Ponte e la Val Lunga. Nel tratto di pertinenza riceve due piccoli tributari in sinistra idrografica
<b>Valle del Ponte</b>	<b>013 120 013</b>	<b>T. Lirone</b>	L'asta idrica più lunga ha sviluppo di circa 1.3 km dalla Bocchetta Zerla (crinale spartiacque) sino alla confluenza nella valle Cascia a 675 m s.l.m.. Il corso d'acqua presenta numerosi singoli tributari in sinistra idrografica soprattutto nella sua porzione di monte, in corrispondenza della Fonte dell'Abis
<b>Valle Lunga</b>	<b>013</b>	<b>T. Lirone</b>	L'asta idrica più lunga ha sviluppo di circa

	<b>120 014</b>		1.9 km dalla località Bassetta presso punta il Costone a quota 1441 m s.l.m. (crinale spartiacque), sino alla confluenza nella valle Cascia a 675 m s.l.m.. Anche in tale caso il corso d'acqua presenta alcuni tributari a monte della località Case Val Lunga.
<b>Rii Cascia di Sopra</b>	<b>013 120 015</b>	<b>T. Lirone</b>	Si tratta di un gruppo di piccole aste idriche rettilinee che decorrono lungo la scarpata di raccordo con il T. Lirone, nel tratto tra la valle Cascia ed i Rii Ponte di Ponna; il più importante, dello sviluppo di circa 400 m prende origine poco a monte del nucleo rurale di Cascia di sopra
<b>Rii Ponte di Ponna</b>	<b>013 120 016</b>	<b>T. Lirone</b>	Si tratta di un gruppo di piccole aste idriche rettilinee che decorrono lungo la scarpata di raccordo con il T. Lirone, tra la valle Cascia ed il ponte di Ponna sulla SP14. La più sviluppata raggiunge una lunghezza di circa 200 m
<b>T. Lirone</b>	<b>013 120 017</b>	<b>T. Lirone</b>	A monte del Ponte di Ponna, il T. Lirone risulta appartenere al <i>reticolo idrico minore</i> ; continua ad identificarsi con tale denominazione per un tratto di lunghezza di 1.65 km circa sino a che si divide, a quota 970 m s.l.m., nella valle dei Roasci e nei Rii Costone di Pigra
<b>Rii Roccolo di Sesso</b>	<b>013 120 018</b>	<b>T. Lirone</b>	Anche in tale caso poco a monte del Ponte di Ponna sulla SP14, si apprezzano alcune aste idriche rettilinee di modesto di sviluppo lineare. La più importante nasce a Nord dell'agglomerato rurale denominato Roccolo di Sesso (1112 m s.l.m.) ed ha sviluppo di circa 600 m
<b>Rio Sesso</b>	<b>013 120 019</b>	<b>T. Lirone</b>	Si tratta essenzialmente di un'asta idrica che drena le acque di ruscellamento superficiale provenienti dal versante che culmina al "costone" spartiacque de La Bassetta (1324

			m s.l.m.) presso la località Sesso. Il corso d'acqua "spaglia" a quota 1054 m s.l.m. sul lato del ripiano morfologico presso la medesima località, causa la presenza dei resti di un cordone morenico rilevato topograficamente che impedisce di fatto il suo naturale deflusso verso valle
<b>Valle della Tenesina</b>	<b>013 120 020</b>	<b>T. Lirone</b>	Si tratta di un'asta idrica ad andamento rettilineo con direzione Sud-Nord che nasce poco a valle dello spartiacque identificato dal culmine di M. Costone, ad una quota di 1300 m s.l.m., laddove presenta tre ramificazioni distinte, di modesto sviluppo. Nel tratto principale è priva di tributari
<b>Rii Costone di Pigra</b>	<b>013 120 021</b>	<b>T. Lirone</b>	Si tratta di due aste idriche tra loro parallele e ad andamento rettilineo con direzione Sud-Nord, che nascono poco a valle dello spartiacque identificato dal Costone di Pigra. Dopo un tratto di circa 600 m confluiscono in un'unica asta ad una quota di circa 1030 m s.l.m. che, a sua volta, dopo circa 250 m si immette nel T. Lirone
<b>Valle dei Roasci</b>	<b>013 120 022</b>	<b>T. Lirone</b>	Rappresenta la porzione montana del T. Lirone. Come detto si origina quale prosecuzione verso monte di quest'ultimo a partire da quota 970 m s.l.m., percorre per circa 500 m un tratto con direzione OvestNordOvest-EstSudEst sino alla ramificazione con la valle dei Rovasci che sale alla sella della Boffalora. A partire da tale punto prende decisamente direzione NordNordOvest-SudSudEst sino a raggiungere il Costone di Pigra presso l'Alpe di Colonno

*Tabella 1 – Corsi d'acqua del reticolo idrografico minore*



#### 4. INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA

Nei paragrafi successivi verranno esplicitati i criteri e gli indirizzi specifici utilizzati per la definizione delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua in ambito comunale.

I risultati delle rilevazioni effettuati hanno condotto alla compilazione della cartografia tematica alla scala 1:2.000 di *Tavola A* (settore occidentale del Comune), *Tavola B* (settore centrale) e *Tavola C* (settore orientale).

Le fasce di rispetto dei corsi d'acqua proposte con il presente lavoro, sono zone da assoggettare a speciali vincoli e prescrizioni in rapporto alle specifiche condizioni idrauliche, alla conservazione delle prerogative ambientali e alla tutela dell'ambiente, nell'ottica di prevenzione contro presumibili effetti dannosi di origine antropica.

In linea generale, tali aree possono essere interessate dall'esecuzione di interventi strutturali, da intendersi come costruzione di nuovi argini o rafforzamento di quelli esistenti, aree di laminazione e altre opere idrauliche; in ogni caso per le medesime vigono specifiche norme di regolamentazione d'uso finalizzate a impedirne l'ulteriore occupazione e a recuperarne usi compatibili con l'ottimale regime delle acque.

##### 4.1 Fasce di rispetto del *reticolo idrografico principale*

La legislazione vigente stabilisce che sino all'individuazione del *reticolo idrografico principale* e *minore* e alla definizione delle fasce di rispetto con le relative attività vietate e autorizzate da recepire a livello di norme urbanistiche comunali, su tutte le acque pubbliche come definite dalla legge 36/94 e relativo regolamento, valgono le disposizioni di cui al Regio Decreto 523/1904, e in particolare il divieto di edificazione ad una distanza inferiore a 10 metri salvo diversa regolamentazione comunale.

Per i tratti del **T. Lirone** (CO 011 – el. AAPP n.43) e del **T. Val Mora** o **T. Telo di Osteno** (CO 012 – el. AAPP n.46) di appartenenza al *reticolo idrografico principale*, non sussistendo altre delimitazioni sovraordinate (Piano Stralcio Fasce Fluviali e Piano Assetto Idrogeologico) è stata applicata detta perimetrazione, ovvero un limite di inedificabilità di 10 m dal corso d'acqua, che nasce essenzialmente dall'esigenza di assicurare idonee condizioni di sicurezza idraulica ai territori limitrofi al corso d'acqua, nonché di perseguire il mantenimento delle pregevoli prerogative ambientali dell'area medesima.

In ogni caso, viste le caratteristiche morfologico-strutturali del *reticolo idrografico principale* che presenta l'alveo di deflusso della piena e la fascia di esondazione, quest'ultima apprezzabile solo in fregio ad alcuni tratti del T. Lirone, alquanto incassate rispetto al rilievo topografico, a ragione è possibile escludere problematiche di tipo idraulico (fenomeni di esondazione).

#### **4.2 Fasce di rispetto del *reticolo idrografico minore***

La definizione delle fasce di rispetto del *reticolo idrografico minore* di competenza comunale, in base alle quali l'Amministrazione procederà a stabilire vincoli e norme in campo di programmazione territoriale, nonché il relativo regolamento urbanistico, è stata condotta sulla base di una procedura che ha previsto l'identificazione dei corsi d'acqua, in base alle indicazioni relative alla perimetrazione delle fasce di rispetto fluviale contenute nella D.G.R. n.7/13950 che recepisce le linee guida fondamentali del R.D. 523/1904, con particolare riferimento all'art.96 comma f.

La perimetrazione delle fasce di rispetto del *reticolo idrografico minore* è stata effettuata considerando come elemento valutativo fondamentale le problematiche connesse con potenziali fenomeni di dissesto idrogeologico, in quanto detto reticolo è pertinente ad un ambito in gran parte montano. Pertanto è risultato imprescindibile dare priorità al mantenimento delle condizioni conservative di sicurezza idraulica in fregio ai singoli corsi d'acqua.

Tale approccio è stato applicato anche alle aree pertinenti il ripiano morfologico laddove risulta sviluppato il tessuto urbano; nello specifico è stato adottato un criterio di perimetrazione che prevede sistematicamente una fascia di rispetto fluviale posta ad una distanza di 10 m dal corso d'acqua atta a garantire un sufficiente margine di sicurezza nei confronti di problematiche idrauliche, quali possibili divagazioni del corso d'acqua in occasione di eventi di piena, fenomeni accentuati in presenza di materiale solido trasportato e depositato in alveo e/o fenomenologie erosivo-deposizionali.

La perimetrazione proposta consente inoltre, laddove logisticamente possibile, l'accessibilità al corso d'acqua per l'espletamento di tutte le necessarie attività di manutenzione, recupero e/o riqualificazione ambientale.

In corrispondenza dell'area urbanizzata dove è indispensabile proporre un'adeguata programmazione territoriale, prima di suggerire una delimitazione della fascia di rispetto anche differente rispetto a quella di 10 m prescritta dalla normativa, sono stati verificati e validati in sito i seguenti aspetti:

- analisi documentale e di ricerca storica che abbia escluso la presenza di aree storicamente interessate da esondazioni, aspetto peraltro confortato dalla pressoché assenza e/o limitatezza di strutture di regimazione idraulica;
- verifica di tratte di corso d'acqua eventualmente contraddistinte da fenomenologie erosive e/o deposizionali in alveo;
- analisi delle sezioni d'alveo naturali (inalveamento, scabrosità, pendenze, etc.) o artificiali (manufatti di attraversamento sotto la sede stradale).

Alla luce delle evidenze emerse, considerando che pochi tratti del reticolo idrico attraversano porzioni di territorio urbanizzate, in quanto perlopiù decentrati, è stata prevista una perimetrazione della fascia di rispetto fluviale ad una distanza di 10 m dal corso d'acqua, come prescritto dalla normativa vigente.

Si è invece proceduto a delimitare le fasce di rispetto adottando una distanza di 5 m dal corso d'acqua per le sole tratte intubate del Rio di Laino (presso il capoluogo a partire da via ai Monti) e del Rio ai Monti (lungo via G.B. Aliprandi), da considerarsi come corsi d'acqua a cielo aperto in cui le fasce fluviali applicate rispettano i criteri di salvaguardia di tutti i corsi d'acqua.

La proposta consegue al fatto di aver riscontrato un contesto specifico in cui entrambi i corsi d'acqua presentano un tratto tombinato con caratteri dimensionali adeguati al deflusso e che quest'ultimo è da reputarsi alquanto ridotto poiché relativo alla porzione iniziale dell'asta idrica che sottende un bacino imbrifero di superficie alquanto esigua.

Per validare detta proposta si sono comunque implementate verifiche idrauliche applicando un metodo di calcolo di tipo indiretto, Metodo Razionale (o di Giandotti), che trova valida applicazione per bacini di modeste dimensioni come quelli in oggetto, in accordo con le prescrizioni delle "Direttive sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" (N.T.A del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico).

I risultati conseguiti sono descritti nel seguente § 4.2.1.

Come premesso, le distanze dai corsi d'acqua vanno intese come misurate dal piede arginale esterno oppure, in assenza di arginature in rilevato, dalla sommità della sponda incisa.

Per questioni di ordine grafico, la rappresentazione delle fasce di rispetto sulla cartografia proposta, nella quale sono del tutto assenti evidenze morfologiche in fregio ai corsi d'acqua, illustra sommariamente la distanza di 10 o 5 m dal corso d'acqua, distanza che dovrà essere puntualmente verificata e determinata con specifici sopralluoghi nel caso di eventuali proposte di regolamentazione e vincolo urbanistico relative a nuove concessioni edilizie.

Si sottolinea che, sempre in ragione di limitazioni di tipo essenzialmente grafico, eventuali attraversamenti sui corsi d'acqua del *reticolo idrografico minore* e le infrastrutture viarie ad essi associati, si debbono intendere in toto compresi entro le fasce di rispetto del reticolo minore medesimo.

La perimetrazione delle fasce di rispetto tracciata secondo le modalità descritte, riportata alla scala 1:2.000 sulle *Tavole A-B-C*, sarà pertanto lo strumento a disposizione dell'Amministrazione Comunale per regolamentare le attività sul territorio a secondo della tipologia di fascia di rispetto individuata.

In ogni caso, previo specifico studio a supporto, potranno essere proposte e applicate eventuali nuove ridefinizioni delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo minore, in deroga a quanto indicato dalla normativa vigente e/o da specifica regolamentazione comunale, rispetto a quelle riportate e previste nel presente lavoro.

In merito agli aspetti puramente normativi riguardanti la definizione dei criteri per l'esercizio delle attività di polizia idraulica sul reticolo idrografico, si rimanda all'apposita *Appendice* redatta di concerto con le esigenze dell'Amministrazione Comunale, nella quale vengono indicate in forma di articoli le attività vietate o soggette ad autorizzazione all'interno delle fasce di rispetto fluviali (Norme di Attuazione ai sensi della D.G.R. n.7/13950).

#### **4.2.1. Calcolo della portata di piena dei bacini del Rio di Laino e del Rio via ai Monti sottesi ai manufatti di ingresso alla tombinatura**

Nello specifico si è proceduto alla verifica della funzionalità idraulica dei manufatti di ingresso alla tombinatura del Rio di Laino e del Rio via ai Monti, al fine di accertare la sicurezza idraulica del territorio circostante.

L'indagine è stata indirizzata a verificare se la portata della "piena di progetto" calcolata per ciascun corso d'acqua in occasione di eventi di piena presi come riferimento, transiti o meno attraverso le sezioni di deflusso individuate e, in caso affermativo, supportare la proposta avanzata di riduzione della fascia di rispetto da 10 a 5 m esclusivamente per il tratto in sotterraneo.

Per conseguire dette finalità, l'attività svolta è stata sviluppata nel modo seguente:

1. caratterizzazione geologica, morfologica e idrologica dei bacini idrografici sottesi alle sezioni di deflusso individuate presso i manufatti di ingresso alla singola tombinatura;
2. calcolo dei parametri idrologici caratteristici dell'area effettuato a partire dai dati di piogge intense, che conducono alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno  $T_r$  pari a 20 e 100 anni;
3. calcolo delle portate di piena dei corsi d'acqua alle sezioni di deflusso, mediante l'applicazione del Metodo Razionale (o Metodo di Giandotti) che trova valida applicazione per bacini di modeste dimensioni come quelli in oggetto, in accordo con le prescrizioni delle "Direttive sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" (N.T.A del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico);
4. verifica idraulica delle sezioni di deflusso previa definizione in sito della loro geometria.

#### **Caratteri geomorfologici del bacino idrografico**

I bacini sottesi ai manufatti sono tra loro contigui e costituiscono la porzione altimetricamente più rilevata del bacino imbrifero, caratterizzato da una limitata estensione areale; essi si impostano sulla porzione più ribassata del versante che fa da raccordo con il terrazzo morfologico del centro abitato.

Interessano un substrato roccioso prevalentemente calcareo ricoperto da depositi morenici e/o eluvio-colluviali (cotica superficiale), il cui spessore complessivo non sembra essere superiore a 3-4 m; tali depositi sono ubiquitariamente affioranti sul ripiano morfologico sul quale sorge il capoluogo.

La porzione del bacino pertinente al Rio di Laino a monte del manufatto di immissione al tratto tombinato ha acclività moderatamente accentuata, non superiore a 20-25°. In corrispondenza dell'attraversamento con via ai Monti assume percorso in sotterraneo in direzione Ovest, di circa 500 m, attraversando la porzione urbanizzata più meridionale del capoluogo.

Il Rio via ai Monti, in corrispondenza dell'attraversamento con l'omonima direttrice stradale assume percorso tombinato in direzione Est, verso via G.B. Aliprandi.

Anche in tal caso stante la contiguità dei due bacini imbriferi, il versante presenta un'acclività media prossima a 25°.

Per entrambi i bacini, si può affermare che lo sviluppo della vegetazione è ubiquitariamente assai consistente, con subordinate aree a prato incolto immediatamente a monte della sezione di chiusura di entrambi i rami.

Le caratteristiche litologiche e il grado di permeabilità dei singoli bacini sono responsabili di una parziale diminuzione dei volumi idrici disponibili al deflusso superficiale, a causa dell'infiltrazione entro i depositi superficiali nonché entro le discontinuità del substrato roccioso (dislocazioni, fratturazioni e giunti di stratificazione), laddove si possono anche instaurare fenomeni di dissoluzione del carbonato di calcio (carsismo sub-superficiale).

### **Geometria delle sezioni di deflusso**

Come anticipato, le sezioni di deflusso sottoposte a verifica idraulica sono relative ai manufatti di immissione al tratto in sotterraneo del R. di Laino (*Figura 3*) e del Rio via ai Monti (*Figura 4*).

I caratteri geometrici delle sezioni di deflusso e le loro caratteristiche sono state ricostruite a seguito di rilievo in sito corredati da documentazione fotografica.

Di seguito viene proposto un breve riepilogo delle caratteristiche dei singoli bacini idrografici sottesi ai manufatti di regolazione e le caratteristiche salienti di questi ultimi, aspetti indispensabili per procedere alla determinazione della portata transitante a "pelo libero".

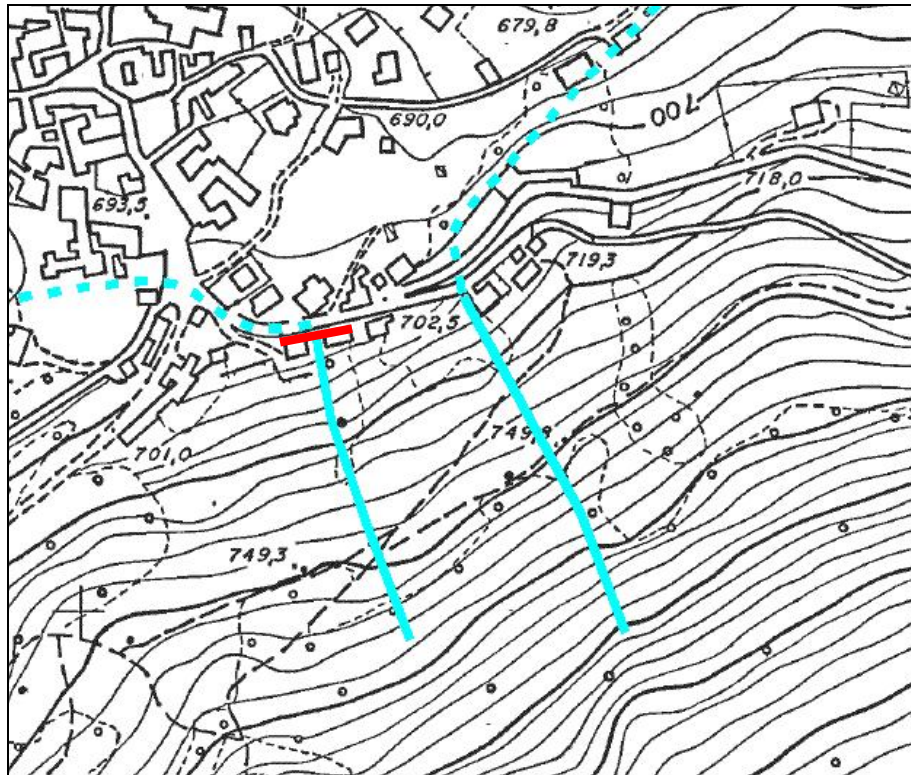


Figura 3 – corografia Rio di Laino: ubicazione sezione sottoposta a verifica idraulica

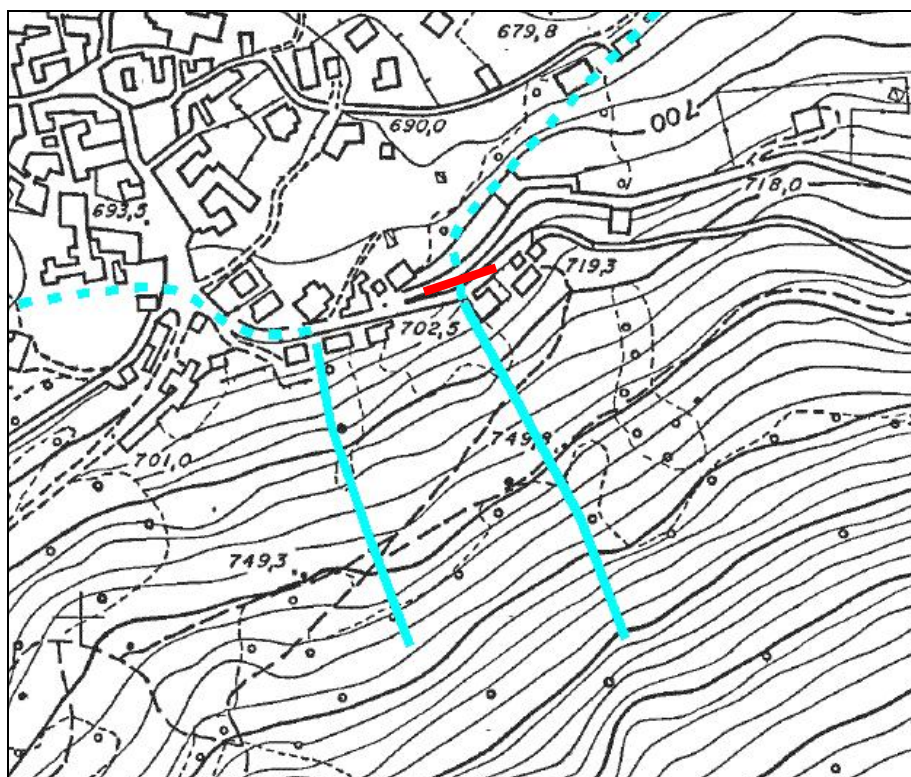


Figura 4 – corografia Rio via ai Monti: ubicazione sezione sottoposta a verifica idraulica



**Bacino del Rio di Laino**

- Superficie  $\Rightarrow S = 0,044 \text{ km}^2$
- Lunghezza tratto idraulicamente più lungo  $\Rightarrow L = 0,75 \text{ km}$
- Quota massima  $\Rightarrow H = 1025 \text{ m s.l.m.}$
- Quota minima (sezione di chiusura)  $\Rightarrow H_0 = 700 \text{ m s.l.m.}$
- Quota media (rispetto alla sezione di chiusura)  $\Rightarrow H_m = 862,5 \text{ m s.l.m.}$
- Caratteristiche della sezione di chiusura: la sezione è identificata da un manufatto circolare con diametro **800 mm** in cls, protetto da una grata (*Foto 1*), che permette l'attraversamento della SP14 alla sua intersezione con via detta ai Monti.

All'immissione esiste una vasca di smorzamento/laminazione dei volumi idrici provenienti da monte, anche in ragione del fatto che in sua corrispondenza si apprezza una sensibile riduzione della pendenza. Il tratto di ingresso intubato ha pendenza  $i = 0,04$ .

La sezione d'alveo naturale immediatamente a monte (*Foto 2*) presenta una larghezza inferiore al metro, corre in fregio ad un limite di proprietà ed incide lievemente il substrato roccioso.



*Foto 1*



*Foto 2*



**Bacino del Rio via ai Monti**

- Superficie  $\Rightarrow S = 0,05 \text{ km}^2$
- Lunghezza tratto idraulicamente più lungo  $\Rightarrow L = 0,70 \text{ km}$
- Quota massima  $\Rightarrow H = 1025 \text{ m s.l.m.}$
- Quota minima (sezione di chiusura)  $\Rightarrow H_0 = 705 \text{ m s.l.m.}$
- Quota media (rispetto alla sezione di chiusura)  $\Rightarrow H_m = 865 \text{ m s.l.m.}$
- Caratteristiche della sezione di chiusura: la sezione è identificata da un manufatto avente geometria sub-rettangolare con altezza spondale  $h = 0,5 \text{ m}$  e larghezza  $L = 1,1 \text{ m}$  (Foto 3), che permette l'attraversamento di via detta ai Monti.

Il tratto intubato a ridosso del manufatto ha pendenza  $i = 0,04$ .

All'immissione, nel substrato roccioso è stata ricavata una vasca di smorzamento/laminazione dei volumi idrici provenienti da monte.

La sezione d'alveo naturale immediatamente a monte (Foto 4) presenta una larghezza inferiore al metro e manifesta una modesta incisione del fondo in roccia.



Foto 3



*Foto 4*

### **Parametri idrologici: curva di possibilità pluviometrica**

La determinazione della quantità ed intensità delle precipitazioni viene in genere desunta dalle registrazioni effettuate presso le stazioni del Servizio Idrografico dotate di pluviografo registratore, presenti nelle immediate vicinanze al sito di intervento. Per il tipo di elaborazioni da effettuare, i dati rilevati devono essere rappresentativi per caratteristiche altimetriche, climatiche, morfologiche, per l'elevato numero di registrazioni nonché per la vicinanza al bacino considerato. Bisogna peraltro precisare che una semplice stazione pluviometrica può fornire la sola "quantità" di pioggia caduta nell'arco di una giornata ed eventualmente di un singolo evento, ma mai la reale "intensità" istantanea di una precipitazione. E' comunque ragionevole ammettere e, l'esperienza lo conferma, che per zone estese qualche decina di km<sup>2</sup> il regime delle precipitazioni si mantiene abbastanza costante in assenza di forti discontinuità climatiche e orografiche. Fissare il tempo di ritorno significa stabilire statisticamente che un certo evento si verifichi mediamente una volta nell'intervallo temporale fissato; in pratica si definisce una probabilità di non superamento. Questo tipo di determinazione informa anche sul livello di criticità di una precipitazione e sul margine di rischio cui andrà incontro un'opera idraulica nel corso della sua vita. Ovviamente tempi di ritorno elevati (100-1000 anni) preludono a precipitazioni di forte o fortissima intensità, viceversa bassi tempi di ritorno (2-5 anni) caratterizzano piogge con intensità più modesta.

L'elaborazione delle piogge intense riguarda le altezze di precipitazione massima annua di durata pari a 1h, 3h, 6h, 12h e 24h e conduce alla determinazione della curva di possibilità pluviometrica la cui espressione è del tipo:

$$h = a \cdot t^n \quad (1)$$

dove

$h$  = altezza di precipitazione [mm]

$t$  = durata di precipitazione [ore]

$a, n$  = parametri caratteristici della zona pluviometrica.

La statistica fornisce alcuni metodi per valutare quale sia tale curva di probabilità e il relativo adattamento alla distribuzione dei dati alle ipotesi. Trattandosi di campioni di massimi annuali di una variabile, in genere si ipotizza che la distribuzione di probabilità più idonea sia quella asintotica del massimo valore o di "Gumbel". Se si indica con  $h$  l'altezza di precipitazione di assegnata durata, tale distribuzione assume l'espressione:

$$P(h) = e^{-e^{-\alpha(h-u)}}$$

dove  $P$  rappresenta la probabilità di non superamento del valore  $h$ .

I parametri  $\alpha$  e  $u$  si calcolano come segue:

$$\alpha = 1.283/S \quad u = h - 0.450 S$$

dove  $h$  è la media dei campioni e  $S$  lo scarto quadratico medio.

Verificato per ciascun campione, ovvero per ogni durata presa in considerazione, il buon adattamento alla legge di Gumbel si può determinare l'altezza di precipitazione di durata assegnata ed in corrispondenza a prescelti tempi di ritorno, mediante la relazione:

$$h = u - 1/\alpha [\ln (-\ln (Tr - 1)/Tr)]$$

dove  $Tr$  è il tempo di ritorno. Da queste elaborazioni è possibile ricostruire i valori " $a$ " ed " $n$ " della curva di possibilità pluviometrica. Nel caso in oggetto, in mancanza di stazioni di registrazione in area limitrofa a quella di intervento sono stati utilizzati i dati ufficiali riportati nelle recenti Norme Attuative del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), sezione "Interventi sulla rete idrografica e sui versanti: Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", relativamente all'Allegato 3 – Distribuzione spaziale delle piogge intense". I parametri " $a$ " ed " $n$ " (per  $t \geq 1$  ora) della curva di possibilità pluviometrica ricavati dalle celle del reticolo chilometrico di riferimento (regionalizzazione su griglia 2 km – cella CZ54) per il settore di indagine sono riportati nella seguente *Tabella 2*:

<b>tempo di ritorno (anni)</b>	<b><math>a</math> (mm)</b>	<b><math>n</math></b>
<b>20</b>	52,18	0,357
<b>100</b>	65,76	0,355
<b>200</b>	71,54	0,354
<b>500</b>	79,18	0,354

*Tabella 2 – parametri " $a$ " ed " $n$ " della curva di possibilità pluviometrica*

### **Calcolo della portata di piena: Metodo Razionale**

Il metodo in oggetto, indiretto e di tipo analitico, considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata stabilendo le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno  $Tr$  di quello dell'intensità della precipitazione;
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione  $Tc$ .

La formula del metodo razionale si scrive:

$$Q = 0,28 C i A \quad (2)$$

dove:

Q = portata al colmo (m<sup>3</sup>/s)

C = coefficiente di deflusso

i = intensità di pioggia (mm/ora)

A = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)

Il tempo di corrivazione viene definito come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale. Una definizione più appropriata indica che esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

Il coefficiente di deflusso (C) tiene conto di tre fattori:

1. fattore di ragguaglio (Cr) della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato;
2. il fattore di trattenuta del terreno (Cd), funzione della capacità di assorbimento del terreno (rapporto tra l'altezza di pioggia netta e l'altezza di pioggia totale h);
3. il fattore di laminazione (Ci), che dipende dalla capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico dello stesso.

In via teorica l'utilizzo della formula razionale per convertire una precipitazione di assegnato tempo di ritorno Tr in una portata al colmo con pari valore di Tr, richiede di caratterizzare anche il coefficiente di deflusso con un valore medio di ricorrenza. Ciò è possibile solamente quando si disponga di serie storiche sufficientemente estese di dati pioggia e di portate al colmo.

La valutazione dell'intensità di precipitazione viene calcolata sulla base della legge di correlazione statistica "altezza di pioggia/tempo" (durata dell'evento), basata sui parametri della curva di possibilità pluviometrica elaborati per assegnati tempi di ritorno.

### ***Parametri di input per il calcolo della portata di piena***

Tempo di corrivazione (Tc): è normalmente calcolato con formule empiriche; nel caso specifico viene utilizzata quella di Giandotti (1937):

$$T_c \text{ (ore)} = (4 \sqrt{A} + 1.5L)/(0,8 \sqrt{H_m - H_0})$$

dove:



$A$  = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)

$L$  = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino (km)

$H_m$  = altitudine media del bacino (m s.l.m.)

$H_0$  = altitudine della sezione di chiusura (m s.l.m.)

Sulla base della superficie dei singoli bacini sottesi ai manufatti di verifica, della lunghezza del percorso idraulicamente più lungo e dell'altimetria, si ottengono i seguenti tempi di corrivazione, comprensivi di un tempo di ingressione del bacino pari a 10 minuti (*Tabella 3*):

<b>Bacino</b>	<b>Tc (ore)</b>	<b>Tc (min)</b>
<b>Rio di Laino</b>	0,60	36
<b>Rio via ai Monti</b>	0,60	36

*Tabella 3 – tempo di corrivazione*

Coefficiente di deflusso (C): la stima del coefficiente di deflusso è piuttosto difficile e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata.

Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra l'intensità media di pioggia e la portata al colmo; si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio.

Gli studi effettuati indicano che il valore di (C) per un dato bacino varia da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti.

E' possibile comunque ipotizzare che, per gli eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione e delle verifiche idrauliche, il parametro assuma valori sufficientemente stabili. In qualche caso si assume che il valore del coefficiente di deflusso cresca in funzione del tempo di ritorno dell'evento, supponendo in tal modo una risposta non lineare del bacino. Normalmente per i bacini di piccole dimensioni si trascura l'effetto di invaso, mentre un'indicazione dei valori da attribuire al fattore di trattenuta del terreno vengono normalmente riportati nella letteratura scientifica (American Society of Civil Engineers, Pollution Control Federation, Handbook of Applied Technology).

La stima del valore più consono del coefficiente di deflusso all'area di indagine richiede pertanto una certa esperienza, supportata laddove possibile, da osservazioni sperimentali e dati su eventi di piena relativi alla regione idrologica di interesse.

Sulla base della media ponderata alla scala areale di parametri quali la copertura vegetativa ed arborea, l'acclività ed il grado di infiltrazione, fattori in grado di sottrarre alla precipitazione una consistente aliquota di volume, non più disponibile al deflusso superficiale (perdite idrologiche), per i bacini in oggetto derivano i seguenti valori del parametro (*Tabella 4*):

<b>Bacino</b>	<b>Coefficiente di deflusso</b>
<b>Rio di Laino</b>	0,45
<b>Rio via ai Monti</b>	0,45

Tabella 4 – coefficiente di deflusso

Intensità di pioggia (i): facendo riferimento ai parametri "a" ed "n" della curva di possibilità pluviometrica di *Tabella 2*, nello specifico i soli valori relativi a tempi di ritorno di 20 e 100 anni come richiesto dalla normativa, dall'applicazione della (1) con un'intensità di pioggia avente durata identica al tempo corrvazione come da assunto del "Metodo Razionale" proposto, derivano i seguenti valori:

<b>Bacino</b>	<b>tempo di ritorno (anni)</b>	<b>Intensità di pioggia (mm/h)</b>
<b>Rio di Laino</b>	20	43,48
	100	54,85
<b>Rio via ai Monti</b>		

Tabella 5 – Intensità di pioggia

Una volta ricavati tutti i parametri necessari per la risoluzione della (2), è possibile calcolare l'entità della portata di massima piena dei bacini alla sezione di interesse, per gli assegnati tempi di ritorno. Nella fattispecie si ottiene (*Tabella 6*):

<b>Bacino</b>	<b>tempo di ritorno (anni)</b>	<b>Portata di piena (m³/s)</b>
<b>Rio di Laino</b>	20	0,24
	100	0,31
<b>Rio via ai Monti</b>	20	0,27
	100	0,35

Tabella 6 – portata di piena per assegnati tempi di ritorno

L'entità delle portate afferenti alle sezioni di chiusura dei bacini è effettivamente ridotta, a confermare le precedenti affermazioni in merito alla limitata estensione areale del bacino imbrifero, pertanto non in grado di raccogliere e veicolare portate di deflusso significative.

#### 4.2.2 Verifica idraulica delle sezioni di interesse: Legge di Chézy

In condizioni di moto uniforme la velocità media  $V_m$  è legata alle caratteristiche dell'alveo (pendenza, scabrezza, geometria trasversale) e della corrente (profondità, area bagnata, raggio idraulico) dalla legge che di norma si esprime con la formula di Chézy:

$$Vm = \chi \sqrt{Ri}$$

nella quale si è posto la pendenza  $i$  del fondo in luogo della cadente  $j$ .

Si precisa inoltre che  $R$  è il raggio idraulico e il coefficiente di scabrezza  $\chi$ , (secondo Strickler), si può esprimere con l'espressione:

$$\chi = C \cdot R^{1/6}$$

dove  $C$  è un coefficiente variabile tra 15 (alvei naturali) e 60 (sezioni in PVC e/o calcestruzzo). Nel caso in oggetto è stato adottato un valore  $C = 50$ , assolutamente cautelativo, per il manufatto del Rio di Laino ed un valore  $C = 35$  per quello del Rio via ai Monti.

Dall'equazione precedente si ricava immediatamente il valore della portata:

$$Q = A\chi \sqrt{Ri}$$

Questa relazione lega in modo univoco la portata  $Q$  all'altezza  $h$  in condizioni di moto uniforme, e costituisce la "scala delle portate" della sezione.

Dall'applicazione della precedente relazione si determina per le sezioni in oggetto la massima portata di deflusso in grado di transitare a "pelo libero" senza provocare rigurgiti.

Nella fattispecie, sulla base delle caratteristiche geometriche delle sezioni in precedenza descritte e di alcuni parametri relativi alla morfometria dell'alveo a ridosso della singola sezione di verifica, sono state calcolate le seguenti portate massime in grado di defluire a "pelo libero" attraverso le sezioni di deflusso (*Tabella 7*), comparate con la portata di piena di *Tabella 6*.

<b>Sezione di deflusso</b>	<b>tempo di ritorno (anni)</b>	<b>Portata di piena (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Portata massima convogliabile (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Rio di Laino</b>	20	0,23	<b>1,35</b>
	100	0,29	
<b>Rio via ai Monti (ramo Ovest)</b>	20	0,24	<b>1,92</b>
	100	0,31	
<b>Rio via ai Monti (ramo Est)</b>	20	0,27	<b>2,01</b>
	100	0,35	

*Tabella 7 – portata di piena e portata massima transitante dalle sezioni di deflusso*

Attesi i dati ricavati dalle elaborazioni, allo stato attuale tutti i manufatti di ingresso alle tratte tombinate del *reticolo idrografico minore* presentano officiosità idraulica, in quanto la portata di



piena ventennale e centennale transitano con volumi inferiori a quello massimo convogliabile attraverso i medesimi.

Le considerazioni espresse sono valide ammettendo condizioni di deflusso naturale dei volumi idrici, nella fattispecie assenza di fogliame, rami e altro materiale depositatosi in alveo (flottanti) che possono ostacolare il normale deflusso delle acque in occasione degli eventi di piena.

Si prescrive in tal senso la sistematica corretta pulizia e manutenzione periodica dei manufatti in esame da parte dei tecnici dell'Amministrazione Comunale, per consentire il libero deflusso dei volumi idrici.

dr. geol. Raffaele Boninsegni

dr. geol. Luca Laveni