



COMUNE DI VERVIO
(Provincia di Sondrio)

Titolo

**INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO MINORE, LE
RELATIVE FASCE DI RISPETTO E LA DEFINIZIONE DELLE
ATTIVITA' VIETATE O SOGGETTE AD AUTORIZZAZIONE
COMUNALE, IN BASE AI CRITERI ESPOSTI NELLA D.G.R
7/7868 DEL 25/01/2002 PER L'ESERCIZIO DI POLIZIA
IDRAULICA DI COMPETENZA COMUNALE**

Committente

Comune di Vervio, Via Roma 18

Progettisti

DOTT. Ing. Colotti Nicola

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA

Dott. Ing. Colotti Nicola

Via Nazionale 123 - 23030 Villa di Tirano (SO)

tel. 0342.719790 - cell. 393.7657614

Cod. fisc. CLTNCL78E27L175N - P. IVA 00826840142

DOTT. Geol. Giudes Francesco

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dott. Geol. Giudes Francesco

Via Pisani 1 - 23037 Tirano (SO)

tel. 0342.703318 - cell. 347.6870274

Cod. fisc. GDSFNC78H22L175H - P. IVA 00819380148

Timbri

Allegato

ALLEGATO N. 1

Relazioni Tecniche

Relazione Idrologica - Idraulica

N. tavola

1.2

Data

agg. gennaio 2009

Scala del disegno

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. ASPETTI IDROLOGICI | 3 |
| 1.1 PREMESSA | 3 |
| 1.2 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL' AREA IN ESAME..... | 4 |
| 1.3 STIMA DELLE PORTATE AL COLMO DI PIENA..... | 5 |
| 1.3.1 PREMESSA | 5 |
| 1.3.2 PRECIPITAZIONI DI BREVE DURATA E FORTE INTENSITÀ..... | 5 |
| 1.3.3 METODI DI STIMA DELLA PORTATA AL COLMO DI PIENA | 7 |
| 1.3.4 IL MODELLO CINEMATICO..... | 9 |
| 1.3.5 IL MODELLO DEL CURVE NUMBER (CN)..... | 10 |
| 1.3.6 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO | 15 |
| 1.4 LE PORTATE DI PIENA..... | 15 |
| 1.5 CONCLUSIONI..... | 18 |
| 2. ASPETTI IDRAULICI..... | 19 |
| 2.1 PREMESSA | 19 |
| 2.1.1 VERSANTE RETICO | 19 |
| 2.2 INQUADRAMENTO IDRAULICO..... | 20 |
| 3. METODOLOGIA DI VERIFICA | 22 |
| 3.1 PREMESSA | 22 |
| 3.2 METODOLOGIA | 23 |
| 3.2.1 Caratteristiche geometriche dell'alveo | 23 |
| 3.2.2 Coefficiente di scabrezza | 23 |
| 3.2.3 Calcoli idraulici..... | 25 |
| 4. VERIFICHE IDRAULICHE – VERSANTE RETICO | 28 |
| 4.1 VALLE SCURA – SO/VV/001 | 29 |
| 4.1.1 SEZIONE 4 | 29 |
| 4.1.2 CONCLUSIONI | 29 |
| 4.2 VALLE DEI MARTINELLI - SO/VV/020 | 30 |
| 4.3 VALLE DELL' ACQUA ROSSA - SO/VV/021 E VALLE DEI MAZUC - SO/VV/02231 | |

| | | |
|-------|------------------------------------|----|
| 4.4 | VALLE DELLA BOSCA SO/VV/023 | 32 |
| 4.5 | VALLE ROVINACCIO - SO/VV/026 | 34 |
| 4.5.1 | <i>SEZIONE 11</i> | 34 |
| 4.5.2 | <i>CONCLUSIONI</i> | 34 |
| 4.6 | VALLE DEI FALSI - SO/VV/028..... | 35 |
| 4.7 | VALLE DI GAGGIO - SO/VV/029 | 37 |

1. ASPETTI IDROLOGICI

1.1 PREMESSA

La presente relazione idrologica idraulica si riferisce all'individuazione ed allo studio del reticolo minore del Comune di Vervio.

In particolare per individuare le criticità idrauliche presenti sul territorio si è seguita una metodologia messa a punto ad hoc per i piccoli corsi d'acqua a carattere torrentizio che caratterizzano il reticolo minore dell'area oggetto di studio, e della quale si riporta nel seguito una sintetica descrizione.

L'individuazione delle criticità nella rete idrografica minore ha comportato lo svolgimento di studi specifici sul regime idrologico della zona di intervento. Tali studi hanno lo scopo di stimare i valori di portata al colmo di piena corrispondenti a preassegnati valori del tempo di ritorno a cui riferirsi per la verifica della capacità idraulica dei corsi d'acqua costituenti il reticolo minore.

Il regime idrologico di quest'area è già stato inquadrato da parte dell'autorità di bacino nella redazione del PAI dove vi sono i parametri pluviometrici 'a' ed 'n' per le principali stazione di misura della zona stimati per diversi tempi di ritorno (20, 100, 200 e 500 anni). Nei pressi della zona d'interesse sono riportati i parametri relativi alla stazione di Tirano ed alla stazione di Bormio. In mancanza di sufficienti dati per effettuare un'analisi idrologica attendibile specifica sul comune di Vervio si è deciso di effettuare un'interpolazione lineare dei parametri forniti dal PAI.

Nella presente relazione viene presentata la metodologia seguita per ricostruire la formazione dei deflussi prodotti da precipitazioni atmosferiche di prefissate caratteristiche.

La stima dei valori di portata al colmo ha richiesto valutazioni di carattere geomorfologico e di uso dei suoli per l'approntamento dei modelli di trasformazione afflussi-deflussi.

1.2 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'AREA IN ESAME

Dal punto di vista fisico, il territorio in esame si identifica sostanzialmente con l'area prealpina della Lombardia ed in particolare col versante retico; la struttura orografica fondamentale è quindi rappresentata dalla catena delle Alpi Retiche Occidentali a Nord del solco vallivo della Valtellina.

Il reticolo idrografico è caratterizzato dalla presenza di corsi d'acqua di varie dimensioni ed estensione con foce nell'Adda.

Tali corsi d'acqua presentano un decorso in direzione prevalente nord-ovest – sud-est e sono caratterizzati da alvei che, nel primo tratto hanno il tipico profilo di torrente di alta montagna fortemente pendente ed incanalato in valli profondamente incise ; mentre nel secondo tratto hanno un profilo con pendenza minore, più o meno rapidamente raccordato al primo, che si sviluppa mediamente intorno a quota 550 - 700 m s.l.m. all'interno di coni di deiezione.

Oltre a questo reticolo idrografico principale è presente nel territorio un fitto reticolo minore costituito da impluvi, naturali ed artificiali, talvolta anche poco incisi, che drenano superfici in genere di estensione minore di 2–4 Km².

Questi ultimi corsi d'acqua rivestono un ruolo molto importante per la stabilità del territorio e, pertanto, costituiscono un importante oggetto delle attività di studio.

Una volta individuati i corsi d'acqua appartenenti al reticolo minore, si sono individuati, all'interno dell'area in studio, le più significative sezioni

di interesse, in corrispondenza delle quali sono state determinate l'estensione del bacino e le caratteristiche morfologiche necessarie per procedere al calcolo delle portate di piena. Nella tavola A sono rappresentati i limiti dei bacini idrografici individuati, chiusi nelle sezioni di interesse.

Occorre precisare che per queste valutazioni è trascurabile il fenomeno del glacialismo, sia per la sua estensione che per la debole ripercussione che esso ha sulla stima delle portate di piena dei corsi d'acqua in studio. Le superfici ricoperte di ghiaccio sono infatti presenti in maniera significativa solo sui bacini più grandi e situati a quote molto elevate i cui corsi d'acqua appartengono quasi esclusivamente al reticolo principale.

Similmente priva di interesse per gli scopi del presente studio è la considerazione della presenza di laghi alpini alcuni naturali ed altri di carattere artificiale.

1.3 STIMA DELLE PORTATE AL COLMO DI PIENA

1.3.1 PREMESSA

Data la modesta estensione dei bacini oggetto del presente progetto, si è scartata l'adozione di modelli regionali e ci si è riferiti a modelli afflussi-deflussi che, come è noto, stimano la portata al colmo di piena a partire dalle precipitazioni meteoriche riassunte nelle curve di possibilità pluviometrica aventi lo stesso tempo di ritorno della portata che si vuole stimare.

1.3.2 PRECIPITAZIONI DI BREVE DURATA E FORTE INTENSITÀ

La stima indiretta delle portate di piena tramite l'utilizzazione di modelli di trasformazione afflussi deflussi, ha reso necessaria la definizione

del regime delle piogge di breve durata e forte intensità. L'area oggetto di studio è caratterizzata da un regime di precipitazione pressoché costante sull'intero territorio comunale.

Il PAI fornisce dei parametri a ed n relativi alla curva di possibilità pluviometrica, ricavati sulla base di serie storiche, sono indicativi di eventi piovosi più lunghi di un'ora, che purtroppo è maggiore (nella quasi totalità dei casi) delle durate critiche dei bacini considerati. Tuttavia utilizzando questi parametri per la stima delle portate al colmo di piena relative a bacini con tempi critici inferiori all'ora, gli eventuali errori che si commettono sono a favore di sicurezza in quanto, come è noto, per $d > 1$ ora l'esponente n della curva di possibilità pluviometrica è maggiore di quello relativo a durate superiori.

In mancanza di sufficienti dati per effettuare un'analisi idrologica attendibile specifica sul comune di Vervio si è deciso di effettuare un'interpolazione lineare dei parametri forniti dal PAI.

I dati qui di seguito riportati sono, come precedentemente segnalato, sono relativi a stazioni di misura nei pressi della zona d'interesse ovvero si riportano i parametri relativi alla stazione di Tirano ed alla stazione di Bormio. Sono stati giudicati realistici i dati ricavati applicando tale procedura dopo un'attenta analisi dei risultati ottenuti in diversi studi idrologici precedentemente redatti sulla Valtellina medio-alta che evidenziano una variazione graduale delle precipitazioni tra Tirano e Bormio.

Nelle tabella 1, di seguito riportata, sono raccolti i valori assunti dai parametri a ed n per fissati tempi di ritorno relativi alla stazione di Tirano.

| | a [mm] | n |
|-----|----------|-------|
| 20 | 34.96 | 0.225 |
| 100 | 45.31 | 0.206 |
| 200 | 49.73 | 0.200 |

| | a [mm] | n |
|-----|--------|-------|
| 500 | 55.56 | 0.193 |

Tab. 1. Parametri della curva di possibilità pluviometrica della stazione di Tirano.

Anche per la stazione di Bormio si fa riferimento ai valori dei parametri a ed n forniti dal PAI e relativi alla suddetta stazione e riportati qui di seguito.

| T [anni] | a [mm] | n |
|----------|--------|-------|
| 20 | 15.81 | 0.527 |
| 100 | 19.42 | 0.533 |
| 200 | 20.93 | 0.535 |
| 500 | 22.97 | 0.537 |

Tab. 2. Parametri della curva di possibilità pluviometrica della stazione di Bormio.

1.3.3 METODI DI STIMA DELLA PORTATA AL COLMO DI PIENA

Il territorio in esame presenta una morfologia molto variegata; nella fascia bassa del versante interessato si hanno pendenze piccole, alvei poco incisi e rappresenta la porzione di territorio dove sono localizzate le attività antropiche (agricole, produttive e residenziali) e sono state realizzate la maggior parte delle opere di regimazione idrogeologica. Sui versanti si ha una situazione opposta ovvero le pendenze sono elevate, gli alvei generalmente ben incisi e le attività antropiche quasi nulle (territorio boschivo) con la presenza sporadica di opere di regimazione idrogeologica.

Il metodo di calcolo della portate di piena e la scelta dei valori da assegnare ai parametri dei modelli idrologici utilizzati, sono fortemente influenzati dalle caratteristiche morfologiche e di uso del territorio.

Sono state pertanto eseguite accurate indagini ambientali e mirati sopralluoghi, volti ad affinare le conoscenze del territorio oggetto dello studio.

Per la determinazione delle portate al colmo di piena alla sezione di chiusura dei bacini si sono analizzate diverse metodologie.

Una prima, che ben schematizza i bacini caratterizzati da elevate pendenze e da una copertura vegetale spontanea a carattere di bosco, basa il calcolo della portata corrispondente ai tempi di ritorno assegnati applicando il modello cinematico, come descritto al paragrafo 1.3.4., attribuendo un valore di 0.5 al coefficiente di afflusso.

Un'altra modellazione possibile si basa sul metodo del Curve Number (CN) proposto dal Soil Conservation Service [SCS, 1972], che, come è noto, è particolarmente adatto a situazioni in cui i fenomeni dell'infiltrazione di acqua nel terreno e di laminazione del bacino assumono maggiore importanza. Si ricorda che tale metodo introduce il parametro I_a , la cosiddetta perdita iniziale, che tiene conto di quel complesso di fenomeni, quali l'intercettazione da parte della vegetazione e l'accumulo nelle depressioni superficiali del terreno, che ritardano il deflusso superficiale.

La scelta del valore da assegnare ai parametri dei modelli idrologici utilizzati nei diversi casi è stata guidata sia dalle indagini ambientali effettuate sia da una sorta di taratura nel valutare la capacità di portata di alcuni tratti di alveo, (tratti di controllo), dei quali si avevano informazioni in merito alle portate realmente transitanti.

1.3.4 IL MODELLO CINEMATICO

Lo schema di calcolo utilizzato per la stima delle portate di piena è basato sulla formula razionale:

$$q(T) = \phi A i_c(T),$$

dove $q(T)$, A e $i_c(T)$ indicano rispettivamente la portata al colmo di piena di tempo di ritorno T , l'area del bacino e l'intensità della precipitazione relativa al centro di scroscio di durata pari al tempo t_c critico del bacino; $\Phi = \Phi_1 \Phi_2 \Phi_3$ è il coefficiente di deflusso minore di 1 (posto pari a 0,5 nella nostra analisi) che tiene conto delle perdite per infiltrazione (Φ_1), del ragguaglio delle piogge all'area (Φ_2) e dell'effetto di laminazione del bacino (Φ_3).

La relazione può essere giustificata concettualmente assumendo uniforme nello spazio e nel tempo l'intensità di precipitazione e schematizzando il fenomeno di trasformazione afflussi - deflussi con un particolare modello detto cinematico.

In un modello di questo tipo, l'evento critico di un corso d'acqua coincide con un evento piovoso di durata pari al tempo di corrivazione del bacino sotteso ed intensità i di pioggia $i = \frac{h}{t_c}$ costante.

Il tempo di corrivazione, funzione delle caratteristiche morfologiche dell'area, è stato valutato attraverso la ben nota formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H}}$$

dove A è la superficie del bacino espressa in km^2 , L la lunghezza in km del percorso idraulicamente più lungo del bacino e H è l'altezza media rispetto alla sezione di chiusura del bacino in m.

Nella stima delle portate di piena i bacini, al fine di semplificare i calcoli, sono stati suddivisi in quattro classi caratterizzate dai seguenti valori di tempi di corrivazione:

$$t_c = 0,25 \text{ h}$$

$$t_c = 0.5 \text{ h}$$

$$t_c = 0.75 \text{ h}$$

$$t_c = 1 \text{ h}$$

Questa suddivisione in classi porta a stimare le portate dei corsi d'acqua con un leggero arrotondamento per eccesso, quindi una stima a favore di sicurezza.

1.3.5 IL MODELLO DEL CURVE NUMBER (CN)

Il metodo del Curve Number, introdotto dal Soil Conservation Service (SCS), è particolarmente diffuso negli Stati Uniti d'America, soprattutto grazie alla grande mole di dati forniti dallo stesso SCS per la taratura del modello sul territorio federale.

Secondo tale modello, il volume specifico (altezza) di pioggia netta $P_{net,t}$, dall'inizio dell'evento meteorico fino all'istante generico t , risulta legato al volume specifico (altezza) di pioggia lorda P , caduta nel medesimo intervallo temporale, dalla relazione:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

nella quale S è il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione ed I_a è la perdita iniziale, vale a dire quel valore limite di altezza di pioggia che il terreno può trattenere nella fase iniziale del fenomeno, senza che si abbia produzione di deflusso. Questa relazione è valida solo per $P > I_a$, mentre nel caso in cui l'altezza di pioggia risulti minore della perdita iniziale si ha $P_{net} = 0$.

I due parametri che compaiono nella relazione, S e I_a , possono essere determinati attraverso la seguente espressione:

$$I_a = 0.2 \cdot S$$
$$S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Nell'ultima formula l'indice CN è un numero adimensionale, compreso tra 0 e 100, funzione della natura del suolo, del tipo di copertura vegetale e delle condizioni di umidità del suolo antecedenti la precipitazione e si trova tabulato nella letteratura tecnica.

In fase di taratura, noti i volumi affluiti e defluiti, è possibile risalire al valore del parametro CN. Se la procedura viene poi applicata passo – passo anche ai volumi parziali di precipitazione, è possibile risalire alla distribuzione nel tempo delle piogge nette e non soltanto al loro volume complessivo. Tuttavia la totale mancanza di osservazioni sistematiche, che consentirebbero di potere effettuare tale tipo di taratura, ha indotto ad assumere valori di CN costanti nel tempo.

I valori del parametro "CN" sono ampiamente tabulati in letteratura in funzione dei diversi tipi di suolo, divisi in quattro categorie e riportati nella tabella 3, e secondo il tipo di copertura e le condizioni di umidità del suolo antecedenti l'evento di pioggia. Questi valori per una condizione standard di umidità del terreno ("AMC", Antecedent Moisture Condition, di classe II) sono riportati nella tabella 4.

| Tipo | Descrizione |
|------|--|
| A | Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende forti spessori di sabbie con scarsissimo limo e argilla; anche forti spessori di ghiaie profonde, molto permeabili. |
| B | Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte degli strati sabbiosi meno spessi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità d'infiltrazione anche a saturazione. |
| C | Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno del gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità d'infiltrazione a saturazione. |
| D | Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie. |

Tab. 3. Classificazione della permeabilità dei suoli secondo il Soil Conservation Service.

| Copertura (uso del suolo) | Tipo di suolo | | | |
|--|---------------|----|----|----|
| | A | B | C | D |
| Suolo coltivato: | | | | |
| senza trattamenti di conservazione | 72 | 81 | 88 | 91 |
| con trattamenti di conservazione | 62 | 71 | 78 | 81 |
| Suolo da pascolo: | | | | |
| cattive condizioni | 68 | 79 | 86 | 89 |
| buone condizioni | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Praterie in buone condizioni | 30 | 58 | 71 | 78 |
| Suoli boscosi o forestali: | | | | |
| suolo sottile, sottobosco povero, senza foglie | 45 | 66 | 77 | 83 |
| sottobosco e copertura buoni | 25 | 55 | 70 | 77 |
| Spazi aperti, prati rasati, parchi: | | | | |
| buone condizioni con almeno 75% dell'area con copertura erbosa | 39 | 61 | 74 | 80 |
| condizioni normali, con copertura erbosa attorno al 50% | 49 | 69 | 79 | 84 |
| Aree commerciali (impermeabilità 85%) | 89 | 92 | 94 | 95 |
| Distretti industriali (impermeabilità 72%) | 81 | 88 | 91 | 93 |
| Aree residenziali con permeabilità media: | | | | |
| 65% | 77 | 85 | 90 | 92 |
| 38% | 61 | 75 | 83 | 87 |
| 30% | 57 | 72 | 81 | 86 |
| 25% | 54 | 70 | 80 | 85 |
| 20% | 51 | 68 | 79 | 84 |
| Parcheggi impermeabilizzati, tetti | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Strade: | | | | |
| pavimentate con cordoli e fognature | 98 | 98 | 98 | 98 |
| inghiaiate o selciate con buche | 76 | 85 | 89 | 91 |
| in terra battuta (non asfaltate) | 72 | 82 | 87 | 89 |

Tab. 4. Valori del parametro CN per i diversi tipi di suolo A,B,C,D (Tab. 3) e per AMC di classe II.

Per condizioni antecedenti l'evento molto umide (AMC di classe III) o molto asciutte (AMC di classe I) i valori del parametro "CN" vanno

modificati, secondo il Soil Conservation Service, in relazione alle curve riportate nella seguente figura:

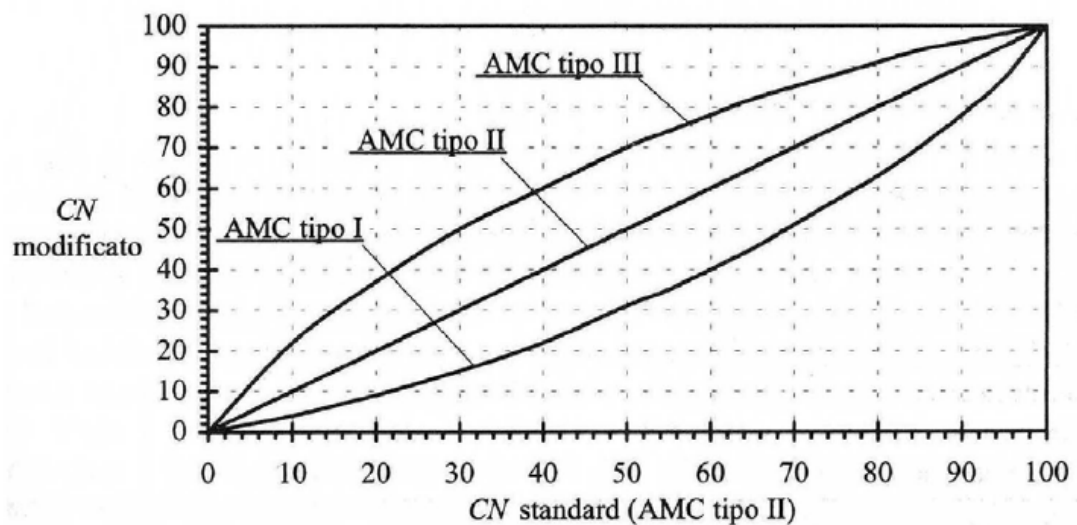


Fig. 5. Curva per la definizione del CN in funzione dell'umidità del suolo antecedente l'evento.

Le condizioni di umidità antecedenti l'evento, secondo il Soil Conservation Service, possono essere ricavate sulla base della precipitazione complessivamente caduta nei 5 giorni precedenti l'evento considerato, secondo quanto riportato nella tabella 6.

| Classe di AMC | Precipitazione totale nei 5 giorni precedenti l'evento [mm] | |
|---------------|---|----------------------|
| | Stagione di riposo | Stagione di crescita |
| I | <12,7 | <35,5 |
| II | 12,7+28 | 35,5+53,3 |
| III | >28 | >53,3 |

Tab. 6. Definizione della classe di Antecedent Moisture Condition (AMC) in funzione della pioggia complessivamente caduta nei 5 giorni precedenti l'evento.

Per i bacini in esame tenuto conto delle caratteristiche geomorfologiche e di utilizzazione del suolo per CN è stato assunto il valore 78.

1.3.6 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

Il valore del tempo di ritorno cui fare riferimento per le verifiche idrauliche e quindi per l'individuazione delle criticità del sistema idrografico minore è stato assunto pari a 100 anni in quanto si ritiene sufficientemente cautelativo oltre che richiesto dalla Comunità Montana Valtellina di Tirano.

Per quanto riguarda i parametri della curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno di 100 anni ricavati per interpolazione dei dati forniti dal PAI per la stazione di Tirano e quella di Bormio risultanti pari a:

$$a = 40,13 \quad n = 0.271$$

1.4 LE PORTATE DI PIENA

Dopo aver analizzato il territorio in esame e tarato il modello idrologico sui valori di portata reperibili da rilevazioni precedentemente effettuate si è deciso di applicare sia un modello afflussi-deflussi di tipo cinematico per la determinazione delle precipitazioni spaziali e conseguentemente delle portate al colmo di piena sia il metodo del Curve Number del Soil Conservation Service che stimando le perdite idrologiche permette di ottenere le portate al colmo di piena per tutti i bacini analizzati. Per le analisi successive si è deciso di utilizzare le portate calcolate con il metodo cinematica in quanto i risultati così ottenuti sembrano ben adattarsi alla realtà fisica del territorio in esame.

Nella tabella 7, di seguito riportata, sono mostrati i valori di portata al colmo corrispondenti ad un tempo di ritorno di 100 anni, ricavati con la metodologia definita nei precedenti paragrafi.

Per ogni corso d'acqua sono riportati, in corrispondenza delle sezioni di chiusura di interesse anche il tempo di corrivazione e la superficie del bacino idrografico.

Nella prima colonna (Sezione) è mostrato il numero progressivo della sezione di chiusura a cui si fa riferimento, rappresentata sulle tavola A dallo stesso indice.

Tab. 7 Valori di portata al colmo di piena per $T = 100$ anni

| TOPONOMASTICA | DISLIVELLO [m] | SEZIONE | AREA [kmq] | LUNGHEZZA [m] | CODICE | a | n | tc [min] | Q [mc/s] |
|------------------------|--------------------------|----------------|----------------------|-------------------------|---------------|----------|----------|--------------------|--------------------|
| VERSANTE RETICO | | | | | | | | | |
| Valle delle Zoule | 662 | 1 | 3,454 | 2948 | SO/VV/014 | 40,13 | 0,271 | 69,9 | 17,228 |
| Val Ravion | 764 | 2 | 0,826 | 2283 | SO/VV/005 | 40,13 | 0,271 | 48,1 | 5,410 |
| Valle Scura | 1324 | 3 | 0,440 | 2390 | SO/VV/001 | 40,13 | 0,271 | 39,2 | 3,346 |
| Valle Scura | 1656 | 4 | 0,588 | 3080 | SO/VV/001 | 40,13 | 0,271 | 41,0 | 4,322 |
| Valle dei Martinelli | 960 | 5 | 0,261 | 1734 | SO/VV/020 | 40,13 | 0,271 | 36,9 | 2,074 |
| Valle dei Martinelli | 1101 | 6 | 0,323 | 1976 | SO/VV/020 | 40,13 | 0,271 | 37,7 | 2,523 |
| Valle dell'Acqua Rossa | 1096 | 7 | 0,189 | 1915 | SO/VV/021 | 40,13 | 0,271 | 35,8 | 1,536 |
| Valle dei Mazuc | 1105 | 8 | 0,234 | 1978 | SO/VV/022 | 40,13 | 0,271 | 36,6 | 1,871 |
| Valle della Bosca | 1352 | 9 | 0,462 | 2325 | SO/VV/023 | 40,13 | 0,271 | 38,9 | 3,528 |
| Valle Rovinaccio | 1277 | 10 | 0,368 | 2189 | SO/VV/026 | 40,13 | 0,271 | 37,9 | 2,865 |
| Valle Rovinaccio | 1401 | 11 | 0,452 | 2637 | SO/VV/026 | 40,13 | 0,271 | 39,8 | 3,393 |
| Valgello dei Falsi | 1155 | 12 | 0,210 | 1996 | SO/VV/028 | 40,13 | 0,271 | 36,1 | 1,697 |
| Valle di Gaggio | 1022 | 13 | 0,238 | 1742 | SO/VV/029 | 40,13 | 0,271 | 36,1 | 1,921 |

I limiti dei bacini idrografici sono stati tracciati tenendo conto anche dell'effetto di drenaggio delle principali reti viarie.

1.5 CONCLUSIONI

Dall'analisi della tabella 7, ma ancor più da un'attenta osservazione delle carte allegate è possibile notare come l'area in studio possa essere considerata omogenea. Infatti all'interno del versante in oggetto sono presenti caratteristiche sia geomorfologiche che idrologiche omogenee. Essa è caratterizzata dalla presenza di valli che non nascono a quote elevate, rispetto all'altitudine del versante, e il cui bacino idrografico si presenta con una forma molto allungata sul versante. L'asta dei torrenti presenti è quasi totalmente compreso all'interno dell'area montana con pendenze molto elevate, la cui direzione risulta ortogonale al versante instaurando così un regime idrologico di tipo torrentizio.

2. ASPETTI IDRAULICI

2.1 PREMESSA

La zona di studio comprende quel tratto di Valtellina che si sviluppa in direzione sud-nord tra il Torrente Saento ed la Valle Caregna sul versante Retico per un tratto lungo circa 3 km. L'area in oggetto è il territorio del comune di Vervio.

Il versante Retico, sia per le sue caratteristiche geomorfologiche ed agronomiche, che per l'uso del suolo, può essere idealmente diviso in due fasce: Fascia Montana e Fascia Valliva. E' evidente che le linee immaginarie di separazione delle fasce danno un ritratto approssimato della realtà.

2.1.1 VERSANTE RETICO

Fascia Montana

Si estende al di sopra dei centri abitati e può superare i 2000 m s.l.m.. In quest'area sono stati individuati i corsi d'acqua appartenenti al reticolo minore e si è tenuto conto dell'apporto dei bacini idrografici sulle sezioni di chiusura a ridosso dei centri abitati. I torrenti appartenenti a questa fascia presentano un alveo molto inciso e ben delimitato, i quali, a fronte di questa osservazione, possono dar luogo a fenomeni di esondazione di limitata entità ed estensione mentre possono essere più importanti i fenomeni di trasporto solido. In quest'area non vi sono rilievi di dettaglio delle aste torrentizie e si osserva che l'area interessata non presenta problemi di natura tale da poter interferire con le aree antropizzate.

Fascia Valliva

Rappresenta l'area su cui si concentra maggiormente l'interesse al fine dello svolgimento dell'incarico in quanto si ha la presenza di attività antropiche con conseguente aumento dell'indice di danno in caso di esondazioni.

Si trova circa a quota 500-650 m s.l.m. ed inizia, procedendo da monte verso valle, nel punto in cui vi è una evidente diminuzione della pendenza passando dal regime idrico torrentizio a quello di roggia nel deflusso verso il corpo idrico ricettore di fondovalle: il Fiume Adda.

2.2 INQUADRAMENTO IDRAULICO

Nel territorio comunale di Vervio le porzioni di territorio geomorfologicamente simili precedentemente individuate (Fascia Montana e Fascia Valliva) presentano scarse problematiche di tipo idrogeologico ma differenti tra loro le quali necessitano di un approccio d'insieme. I corsi d'acqua, infatti, sono sistemi continui che hanno la prerogativa di "traslare" verso valle le criticità idrauliche che si verificano lungo il loro sviluppo.

Nella tavola A – Cartografia dei bacini idrografici – scala 1:10.000 sono stati illustrati gli elementi meritevoli di interesse, che costituiscono il reticolo idrografico minore. La simbologia utilizzata per la loro identificazione è già stata presentata nei paragrafi precedenti e riportata in legenda.

L'analisi del territorio esaminato permette di individuare delle caratteristiche idrauliche comuni all'interno della stessa fascia, precedentemente descritte.

Infatti, all'interno della Fascia Montana, le aste torrentizie si presentano molto incassate nel versante e ne risulta conseguentemente un rischio di esondazione molto basso e comunque sia di limitata estensione.

Nella Fascia Valliva ci si trova in una situazione praticamente opposta, anche se va sottolineato come in caso di esondazioni le aree interessate possono anche essere di notevole estensione anche se il rischio che l'esondazione provochi danni rilevanti risulta basso. Le aree su cui si è intensificata l'analisi delle criticità del reticolo minore sono rappresentate da quelle appartenenti alla fascia Valliva in quanto risultano avere un rischio di danno maggiore ed inoltre sono le zone che, normalmente, racchiudono il maggior numero di criticità.

Uno degli aspetti fondamentali, comune all'intero territorio esaminato, è lo stato di manutenzione spesso precario delle aste costituenti il reticolo minore che, non solo contribuisce ad aggravare la situazione, ma rende più complicata l'individuazione delle soluzioni progettuali. Di tale fenomeno può essere utile osservarne le ragioni: la principale è il progressivo abbandono dell'attività agricola nei fondi, soprattutto quelli terrazzati ed i pascoli sia in alpeggio che a mezza costa. Esso ha avuto come conseguenza il deterioramento dei muretti a secco di sostegno dei gradoni, delle arginature degli alvei, dei cunettoni drenanti, e non ultimo lo sviluppo di una folta vegetazione nei corsi d'acqua fino a trovare a veri e propri alberi a rapida crescita negli alvei. Di questa situazione di riduzione della sezione utile dei corsi d'acqua, associata alla forte erosione ed alla disponibilità di materiale mobilizzabile.

3. METODOLOGIA DI VERIFICA

3.1 PREMESSA

Come già detto precedentemente, le verifiche idrauliche sono state effettuate in relazione ai valori di portata al colmo di piena ricavati con le metodologie esposte in precedenza in corrispondenza di un tempo di ritorno di 100 anni, così come indicati dal responsabile dell'ufficio tecnico della Comunità Montana di Tirano Ing. Corradini Mauro.

Data la complessità della geometria dei corsi d'acqua in studio, bruschi cambi di pendenza, attraversamenti, salti di fondo di altezza molto variabile, alternanza tra tratti tombinati e altri a cielo libero, si è ritenuto di non utilizzare modelli matematici di calcolo che permettono di determinare l'andamento dei profili idraulici in funzione della portata di ingresso e delle condizioni al contorno che vengono imposte. Si è ritenuto invece maggiormente adatto alle problematiche in studio un approccio diverso, di volta in volta adatto alla singola problematica esaminata, di cui si esporrà nel corso della presente relazione.

La fase di verifiche idrauliche è stata accompagnata da ulteriori sopralluoghi, che hanno permesso di stabilire la reale pericolosità delle aree circostanti alle sezioni esaminate e di valutare lo stato di manutenzione degli alvei e dei manufatti particolari.

Particolarmente importante infatti, nella fase di individuazione delle criticità del reticolo idrografico minore della zona, è stata l'individuazione dei tratti che "a tavolino" risultavano idraulicamente sufficienti, ma che invece, a causa delle cattive condizioni in cui vertono, potrebbero essere causa di dissesti presenti soprattutto nelle aree in stato di progressivo abbandono: alvei sporchi, difese spondali in cattivo stato, manufatti di attraversamento e dissabbiatori pieni di materiale depositato.

La verifica delle sezioni di chiusura dei bacini è stata fatta considerando il 70% del riempimento, cioè con un franco di sicurezza del 30% di h , dove h è l'altezza del pelo libero (altezza di moto uniforme o altezza critica, nei casi maggiormente pericolosi). Il franco di sicurezza scelto, pari al 30% dell'altezza della lama d'acqua, è stato giudicato sufficiente in relazione anche alla scelta cautelativa della portata di piena, avente un tempo di ritorno di 100 anni.

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Caratteristiche geometriche dell'alveo

Per una corretta caratterizzazione geometrica degli alvei analizzati mancano, in quanto non oggetto dell'incarico, i rilievi longitudinali delle aste del reticolo minore e le relative sezioni trasversali. I rilievi effettuati, eseguiti manualmente, consistono nella definizione geometrica delle sezioni di alveo di volta in volta esaminate.

In mancanza di rilievi topografici dettagliati eseguiti con strumentazione elettronico-digitale si estrapolano dalla cartografia esistente (CTR, Fotogrammetrico della C.M. ecc) le informazioni necessarie alla corretta definizione dei parametri idraulici utilizzati per le verifiche. Tale situazione costituisce un limite, data l'elevata incertezza delle misurazioni, all'applicazione di modelli di calcolo sofisticati, i quali permetterebbero una quantificazione migliore delle eventuali esondazioni dei corsi d'acqua analizzati.

3.2.2 Coefficiente di scabrezza

Per quanto riguarda il coefficiente di scabrezza, a seconda delle caratteristiche del fondo e delle sponde sono stati assunti valori differenti, riassunti nella tabella 8 riportata di seguito.

In particolare si è fatto riferimento alle indicazioni fornite da "U.S. Department of Agricultura - Technical Bulletin n° 129, Novembre 1929, e n° 652, Febbraio 1934 e dalle indicazioni fornite dalle tabelle del testo "Ven Te Chow, Ph. D - Open - Channel Hydraulics Mc Graw - Hill International Editions - 1986".

I valori così ricavati sono stati verificati attraverso la consultazione di studi idrologici-idraulici esistenti i quali si basano su rilievi topografici di "tratti di controllo", di cui si era a conoscenza del comportamento durante eventi di piena.

Sulla base delle osservazioni di campagna, confrontate con i dati reperibili in letteratura, per il coefficiente n di Manning si sono adottati i valori riportati nella successiva tabella ed elencati a partire dalle tipologie con scabrezza superiore e di conseguenza si sono calcolati i valori di scabrezza di Strickler Ks legati dalla relazione $Ks = 1 / n$. Nel calcolo dei profili di moto permanente si utilizza il coefficiente di Strickler in quanto di più semplice implementazione nel codice di calcolo.

| TIPOLOGIA | Valore di n | Valore di Ks |
|--|---------------------------------|----------------------------------|
| Alberatura fitta, detriti, roccia | 0.050 | 20 |
| Alveo di magra con grossi massi | 0.040÷0.050 | 25-20 |
| Scarpata in terra vegetale, arbusti, alberatura rada | 0.040 | 20 |
| Prato, pascolo | 0.040 | 20 |
| Alveo di magra senza grossi massi | 0.025÷0.035 | 40-30 |
| Alveo rivestito in pietrame cementato | 0.025 | 40 |
| Alveo in calcastruzzo | 0.015 | 70 |

| TIPOLOGIA | Valore di n | Valore di Ks |
|-----------------|---------------|----------------|
| Alveo in roccia | 0.015 | 70 |

Tab. 8 Valori di Ks assunti nei calcoli idraulici

3.2.3 Calcoli idraulici

Tutti i corsi d'acqua esaminati in corrispondenza delle portate di riferimento sono risultati a forte pendenza, sui versanti (pendenze spesso superiori a 30 ÷ 35 %). La corrente è pertanto sempre caratterizzata da un numero di Froude di molto maggiore di 1.

Trattandosi di corrente veloce, si è ritenuto sufficientemente cautelativo considerare come tirante d'acqua rappresentativo per le verifiche idrauliche e per il successivo dimensionamento delle opere di progetto l'altezza di moto uniforme, ricavata dalla formula di Chezy di seguito riportata:

$$Q = A \cdot Ks \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove A è l'area bagnata della sezione, ks il coefficiente di scabrezza di Gauckler – Strickler, R il raggio idraulico, definito come il rapporto tra l'area bagnata ed il perimetro bagnato e i è la pendenza del fondo.

Nelle rogge di fondovalle la corrente è lenta, ma i tracciati sono sufficientemente regolari da poter considerare l'instaurarsi del moto uniforme.

In alcuni casi si è scelta, come grandezza di riferimento, l'altezza critica k (maggiore dell'altezza di moto uniforme, nel caso di correnti veloci), calcolabile con la seguente relazione:

$$k = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot B^2}}$$

Questa scelta, maggiormente cautelativa di quella di considerare l'altezza di moto uniforme, è stata adottata nei casi maggiormente critici in cui non era possibile ipotizzare l'instaurarsi del moto uniforme, o nei casi in cui la geometria dell'alveo non era perfettamente nota per oggettive difficoltà incontrate nelle fasi di rilievo. Ipotizzare un tirante idrico pari all'altezza critica ha significato infatti imporre la massima altezza d'acqua possibile, nel caso di alvei a forte pendenza e questo ha permesso sicuramente di operare con un buon grado di sicurezza.

In fase di verifica in presenza di salti di fondo di qualsiasi entità si è verificato che il getto di acqua stramazzone dal salto sia o meno contenuto nel tratto compreso tra due salti successivi.

Per eseguire tale verifica, nel caso di correnti veloci caratterizzate da un elevato numero di Froude (comunque ≤ 5), sono stati utilizzati i risultati di una ricerca sperimentale eseguita da A. Paoletti nel 1979, che ha dato modo di fissare le seguenti relazioni interpolari:

$$\frac{y_p}{\Delta_Z} = (1,236 - 0,136 \cdot F) \cdot \left(\frac{y_c}{\Delta_Z} \right)^{0,765 - 0,051 \cdot F}$$

$$\frac{y_1}{\Delta_Z} = (0,566 - 0,021 \cdot F) \cdot \left(\frac{y_c}{\Delta_Z} \right)^{1,314 - 0,015 \cdot F}$$

$$\frac{y_2}{\Delta_Z} = (1,61 + 0,04 \cdot F) \cdot \left(\frac{y_c}{\Delta_Z} \right)^{0,813 + 0,006 \cdot F}$$

$$\frac{L_1}{\Delta_Z} = (3,44 + 0,21 \cdot F) \cdot \left(\frac{y_c}{\Delta_Z} \right)^{0,753 - 0,048 \cdot F}$$

$$L_2 = 6 \cdot y_2$$

dove F è il numero di Froude della corrente indisturbata, y_c l'altezza critica, Δ_Z il salto di fondo; le altre grandezze sono rappresentate nella figura 2.

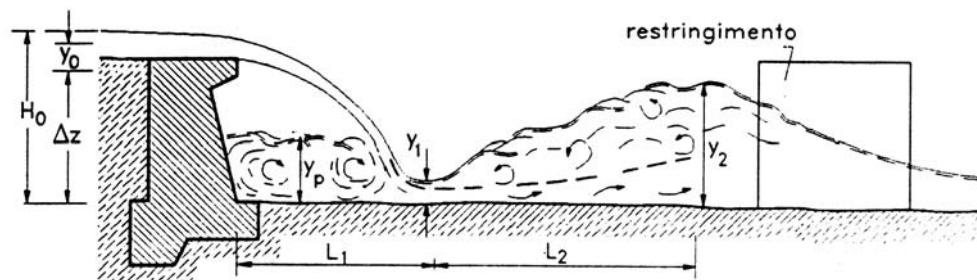


Fig.2 Grandezze significative del salto di fondo con getto libero e corrente veloce a monte

I punti critici individuati durante le verifiche idrauliche e le descrizioni dei tratti oggetto degli interventi vengono riportate nei prossimi paragrafi.

4. VERIFICHE IDRAULICHE – VERSANTE RETICO

Il territorio oggetto di verifica può essere suddiviso in due fasce, già precedentemente individuate e descritte, che presentano caratteristiche comuni.

Infatti, all'interno della fascia Montana, le aste torrentizie si presentano molto incassate nei versanti e ne risulta conseguentemente un rischio di esondazione generalmente molto basso e di limitata estensione tale da rendere di solito sufficiente la fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste torrentizie del reticolo minore già prevista dalla normativa vigente.

Nella fascia Valliva ci si trova in una situazione notevolmente diversa in quanto si ha il passaggio da corsi d'acqua di tipo torrentizio a rogge. Queste rogge raccolgono l'acqua scaricata dal versante e la fanno defluire nell'Adda attraversando un tratto con pendenze sensibilmente inferiori rispetto a quelle a monte. L'insufficienza della capacità di deflusso delle rogge porta ad un'allagamento del tratto pianeggiante in caso di eventi eccezionali. Tali esondazione sono difficili da valutare in quanto a monte di questa fascia si ha una situazione di dissesto generalizzato che influenza, attraverso la laminazione dell'onda di piena, soprattutto per quelle aste caratterizzate da tempi di corrivazione molto brevi (inferiore ad un'ora) che rappresentano la maggior parte dei corsi d'acqua presenti sul territorio. In questa fascia è inoltre presente la delimitazione delle fasce di rispetto imposte dal P.A.I. relative al fiume Adda come riportate nella tavola A.

Qui di seguito si riporta una descrizione dell'asta dei torrenti più rilevanti sia in termini di bacino idrologico che per la loro interazione con le attività antropiche presenti sul versante presi in esame, le eventuali verifiche idrauliche di sezioni ritenute critiche e le conseguenti deduzioni sulla pericolosità del corso d'acqua in oggetto. Per una descrizione più ampia dei bacini e delle relative aste del reticolo minore si rimanda al Cap. 5 della relazione tecnica-geologica. Le sezioni di chiusura dei bacini

idrologici sono state precedentemente individuate e riportate nella tavola A.

4.1 VALLE SCURA – SO/VV/001

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 1400 m di quota s.l.m.m. sul versante retico in comune di Vervio ed arriva all'altezza della fascia Valliva a quota 550 m s.l.m.m. per poi scorrere in un alveo pensile un breve tratto e successivamente viene intubato e convogliato in Adda. Lungo tutto il suo percorso all'interno della Fascia Montana l'asta ha delle pendenze molto elevate che garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

4.1.1 SEZIONE 4

Il torrente in esame si presenta con una sezione, nel tratto dove scorre parallelo al centro abitato, a corda molle con base pari a 50 cm, altezza pari a 40 cm e coefficiente K_s di 30. La sezione individuata consente il passaggio, con il franco di sicurezza assegnato, di una portata pari a 1,49 mc/s e di una portata pari a 3,43 mc/s senza garantire alcun franco di sicurezza. La portata di verifica, corrispondente ad un tempo di ritorno di 100 anni, risulta dall'analisi idrologica essere pari a 4,322 mc/s che, come si può immediatamente notare, non può essere completamente smaltita dalla sezione attuale.

4.1.2 CONCLUSIONI

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione nella Fascia Montana, con un'alveo incassato ed inciso nel versante. Tale situazione rende idraulicamente sufficiente l'estensione della fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste

torrentizie del reticolo minore come già prevista dalla normativa vigente.

La sezione in esame, nella Fascia Valliva, risulta non verificata in seguito ad un'onda di piena con tempo di ritorno di 100 anni e, di conseguenza, non si ritiene di dover ridurre al di sotto di quella già presente nel PRG la fascia di rispetto. La portata che non può essere smaltita dall'attuale sezione idraulica è limitata, ciò permette di considerare sufficiente una fascia di rispetto di 10 m come prevista dalla normativa vigente. Una determinazione delle possibili aree esondabili al di sotto della strada comunale non è determinabile in quanto si rende necessario effettuare rilievi topografici longitudinali dell'asta della valle che permettano studi più approfonditi e specifici.

Va inoltre sottolineato, soprattutto per i tratti non regimati dell'asta o regimata con muri a secco e precari, che le situazioni di pericolo aumentano in caso di mancanza di manutenzione e pulizia idraulica dell'alveo (situazione attuale) secondo i canoni che dovranno essere stabiliti dall'amministrazione comunale. La determinazione delle eventuali aree esondabili sia all'interno dell'area urbanizzata che all'esterno sono necessari rilievi topografici longitudinali dell'asta della valle da effettuarsi in altri incarichi in quanto non previsti in questo.

4.2 VALLE DEI MARTINELLI - SO/VV/020

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 800/900 m di quota s.l.m.m. sul versante retico ed arriva alla quota di circa 500 m s.l.m.m. a confluire in Adda. La pendenza media risulta molto elevata in quanto si tratta di un bacino montuoso a carattere torrentizio e comunque non inferiore al 20-30%. Delle pendenze così elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

Il nodo più critico di quest'asta è l'imbocco del tratto tombinato in quanto vi è un pozzetto con una griglia che raccoglie le acque provenienti da monte. Tale pozzetto non è in grado di smaltire la portata del torrente in esame in caso di eventi anche non troppo rari, ovvero con tempi di ritorno dell'ordine dei 20-40 anni. Le acque in eccesso ruscellano nella strada comunale sottostante attraversando così il centro abitato per poi disperdersi nei boschi sottostanti.

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione a cielo libero con un'alveo incassato ed inciso nel versante. Tale situazione rende idraulicamente sufficiente l'estensione della fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste torrentizie del reticolo minore come già prevista dalla normativa vigente. Si ritiene altresì adeguata la fascia di rispetto anche per il tratto tombinato nonostante sia insufficiente per smaltire la portata di piena centenaria che risulta stimabile in 2,074 mc/s in quel tratto.

Va sottolineato, soprattutto per i tratti non regimati dell'asta, che le situazioni di pericolo aumentano in caso di mancanza di manutenzione e pulizia idraulica dell'alveo secondo i canoni che dovranno essere stabiliti dall'amministrazione comunale. L'analisi puntuale delle sezioni critiche dell'intera asta ed il conseguente tracciamento dei profili di moto permanente della corrente idrica, necessari per uno studio completo dell'asta, non sono effettuabili in quanto necessitano di rilievi topografici longitudinali dell'asta del valgello non oggetto di questo incarico.

4.3 VALLE DELL'ACQUA ROSSA - SO/VV/021 E VALLE DEI MAZUC - SO/VV/022

I corsi d'acqua in oggetto sono stati raggruppati in quanto presentano caratteristiche geomorfologiche e molto simili, entrambi sono dei torrenti montani che passano lontano dal centro abitato e con portate

confrontabili (rispettivamente 1,536 mc/s per la valle dell'Acqua Rossa e 1,871 mc/s per la valle dei Mazuc).

Le aste analizzate presentano le caratteristiche geomorfologiche ed idrauliche tipiche dei torrenti montani con una sorgente situata a quota circa pari a 750 m e presentano una pendenza media molto elevata, non inferiore al 20-30% e portata liquida assente nei periodi meno piovosi dell'anno (estate-inverno). Delle pendenze così elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

I torrenti in esame si presentano su tutta la loro estensione con un'alveo incassato ed inciso nel versante ed i punti più critici sono gli attraversamenti della viabilità locale. Tale situazione rende comunque sufficiente l'estensione della fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste torrentizie del reticolo minore come già prevista dalla normativa vigente. Va sottolineato, soprattutto per i tratti non regimati dell'asta, che le situazioni di pericolo aumentano in caso di mancanza di manutenzione e pulizia idraulica dell'alveo secondo i canoni che dovranno essere stabiliti dell'amministrazione comunale. L'analisi puntuale delle sezioni critiche dell'intera asta ed il conseguente tracciamento dei profili di moto permanente della corrente idrica, necessari per uno studio completo dell'asta, non sono effettuabili in quanto necessitano di rilievi topografici longitudinali dell'asta del valgello non oggetto di questo incarico.

4.4 VALLE DELLA BOSCA SO/VV/023

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 900/1000 m di quota s.l.m.m. sul versante retico ed arriva alla quota di circa 550 m s.l.m.m. a confluire in un tombino per poi scorrere intubato sotto il centro abitato senza mostrare segni dell'alveo precedente. Attorno ai 600 m di quota l'alveo dell'asta in oggetto è costituito da una strada sagomata a corda

molle con muratti laterali di contenimento. Immediatamente a monte del centro abitato le acque vengono raccolte con un tombino a raso. La pendenza media risulta molto elevata in quanto si tratta di un bacino montuoso a carattere torrentizio e comunque non inferiore al 20-30%. Delle pendenze così elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

Il nodo più critico di quest'asta è l'imbocco del tratto tombinato, immediatamente a monte del centro abitato. Tale tratto è stato oggetto di una recente sistemazione, ultimata nella primavera del 2008, rientrando nei lavori previsti nella legge 102/90 – Manutenzione territoriale diffusa 2° fase – Scheda M2/TI/19/03. Il progetto citato prevedeva l'adeguamento di questo tratto di asta utilizzando come portate di progetto quelle individuate nel presente studio ed è stato espressamente approvato, in sede di conferenza dei servizi, anche dalla Regione Lombardia. In allegato alla presente si invia copia della relazione idraulica del progetto precedentemente citato.

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione a cielo libero con un'alveo incassato ed inciso nel versante. Tale situazione unitamente all'entità della portata centenaria rende idraulicamente sufficiente l'estensione della fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste torrentizie del reticolo minore come già prevista dalla normativa vigente. Per quanto concerne il tratto tombinato che attraversa il centro abitato, come meglio evidenziato nelle cartografie allegate, si ritiene adeguata la riduzione della fascia di rispetto a 4 m, visti i lavori succitati e già eseguiti di adeguamento dell'asta in oggetto.

Va sottolineato, soprattutto per i tratti non regimati dell'asta, che le situazioni di pericolo aumentano in caso di mancanza di manutenzione e pulizia idraulica dell'alveo secondo i canoni che dovranno essere stabiliti dall'amministrazione comunale. L'analisi puntuale delle sezioni critiche dell'intera asta ed il conseguente tracciamento dei profili di moto permanente della corrente idrica, necessari per uno studio completo

dell'asta, non sono effettuabili in quanto necessitano di rilievi topografici longitudinali dell'asta del valgello non oggetto di questo incarico.

4.5 VALLE ROVINACCIO - SO/VV/026

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 1400 m di quota s.l.m.m. sul versante retico in comune di Vervio ed arriva all'altezza della fascia Valliva a quota 550 m s.l.m.m. per poi scorrere, in alcuni tratti, in un alveo pensile per defluire in Adda. Lungo tutto il suo percorso all'interno della Fascia Montana l'asta ha delle pendenze molto elevate che garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

4.5.1 SEZIONE 11

Il torrente in esame si presenta con una sezione trapezia con base pari a 110 cm, altezza pari a 70 cm e coefficiente K_s di 35. La sezione individuata consente il passaggio, con il franco di sicurezza assegnato, di una portata pari a 1,83 mc/s e di una portata pari a 3,33 mc/s senza garantire alcun franco di sicurezza. La portata di verifica, corrispondente ad un tempo di ritorno di 100 anni, risulta dall'analisi idrologica essere pari a 3,393 mc/s che, come si può immediatamente notare, coincide con la portata che può essere smaltita dalla sezione attuale senza alcun franco di sicurezza.

4.5.2 CONCLUSIONI

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione nella Fascia Montana, con un'alveo incassato ed inciso nel versante. Tale situazione rende idraulicamente sufficiente l'estensione della fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste

torrentizie del reticolo minore come già prevista dalla normativa vigente.

Relativamente a quest'asta si è scelto di effettuare una verifica idraulica sulla sezione ritenuta più critica in quanto la più piccola come sezione e nel tratto terminale dell'asta. La sezione in esame, nella Fascia Valliva, non è in grado di assicurare un adeguato franco di sicurezza in seguito ad un'onda di piena con tempo di ritorno di 100 anni e, di conseguenza, si ritiene di dover confermare l'estensione della fascia di rispetto pari a 10 m come prevista dalla normativa vigente. Una determinazione delle possibili aree esondabili al di sotto della strada comunale non è determinabile in quanto si rende necessario effettuare rilievi topografici longitudinali dell'asta della valle che permettano studi più approfonditi e specifici.

Va inoltre sottolineato, soprattutto per i tratti non regimati dell'asta o regimata con muri a secco e precari, che le situazioni di pericolo aumentano in caso di mancanza di manutenzione e pulizia idraulica dell'alveo (situazione attuale) secondo i canoni che dovranno essere stabiliti dall'amministrazione comunale. La determinazione delle eventuali aree esondabili sia all'interno dell'area urbanizzata che all'esterno sono necessari rilievi topografici longitudinali dell'asta della valle da effettuarsi in altri incarichi in quanto non previsti in questo.

4.6 VALLE DEI FALSI - SO/VV/028

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 900/1000 m di quota s.l.m.m. sul versante retico ed arriva alla quota di circa 600 m s.l.m.m. a confluire in un tombino per poi scorrere incubato sotto il centro abitato. Subito a valle della strada si possono ancor oggi vedere i segni del vecchio alveo. La pendenza media risulta molto elevata in quanto si tratta di un

bacino montuoso a carattere torrentizio e comunque non inferiore al 20-30%. Delle pendenze così elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

Il nodo più critico di quest'asta è l'imbocco del tratto tombinato, immediatamente a monte del centro abitato. Tale tratto è stato oggetto di una recente sistemazione, ultimata nella primavera del 2008, rientrando nei lavori previsti nella legge 102/90 – Manutenzione territoriale diffusa 2° fase – Scheda M2/TI/19/06. Il progetto citato prevedeva l'adeguamento di questo tratto di asta utilizzando come portate di progetto quelle individuate nel presente studio ed è stato espressamente approvato, in sede di conferenza dei servizi, anche dalla Regione Lombardia. In allegato alla presente si invia copia della relazione idraulica del progetto precedentemente citato.

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione a cielo libero con un'alveo incassato ed inciso nel versante. Tale situazione unitamente all'entità della portata centenaria rende idraulicamente sufficiente l'estensione della fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste torrentizie del reticolo minore come già prevista dalla normativa vigente. Per quanto concerne il tratto tombinato che attraversa il centro abitato, come meglio evidenziato nelle cartografie allegate, si ritiene adeguata la riduzione della fascia di rispetto a 4 m, visti i lavori succitati e già eseguiti di adeguamento dell'asta in oggetto.

Va sottolineato, soprattutto per i tratti non regimati dell'asta, che le situazioni di pericolo aumentano in caso di mancanza di manutenzione e pulizia idraulica dell'alveo secondo i canoni che dovranno essere stabiliti dall'amministrazione comunale. L'analisi puntuale delle sezioni critiche dell'intera asta ed il conseguente tracciamento dei profili di moto permanente della corrente idrica, necessari per uno studio completo dell'asta, non sono effettuabili in quanto necessitano di rilievi topografici longitudinali dell'asta del valgello non oggetto di questo incarico.

4.7 VALLE DI GAGGIO - SO/VV/029

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 1200 m di quota s.l.m.m. sul versante retico ed arriva alla quota di circa 600 m s.l.m.m. a confluire in un tombino per poi scorrere incubato sotto il centro abitato. Subito a valle della strada si possono ancor oggi vedere i segni del vecchio alveo. La pendenza media risulta molto elevata in quanto si tratta di un bacino montuoso a carattere torrentizio e comunque non inferiore al 20-30%. Delle pendenze così elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

Il nodo più critico di quest'asta è l'imbocco del tratto tombinato in quanto vi è un pozzetto con una griglia che raccoglie le acque provenienti da monte. Tale pozzetto non è in grado di smaltire la portata del torrente in esame in caso di eventi anche non troppo rari, ovvero con tempi di ritorno dell'ordine dei 20-40 anni. Le acque in eccesso ruscellano nella strada comunale sottostante per poi disperdersi nei prati limitrofi.

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione a cielo libero con un'alveo incassato ed inciso nel versante ovvero, nell'ultimo tratto che scorre a cielo libero, con una sezione più che adeguata. Tale situazione rende idraulicamente sufficiente l'estensione della fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste torrentizie del reticolo minore come già prevista dalla normativa vigente. Si ritiene altresì adeguata la fascia di rispetto anche per il tratto tombinato nonostante sia insufficiente per smaltire la portata di piena centenaria che risulta stimabile in 1,921 mc/s in quel tratto.

Va sottolineato, soprattutto per i tratti non regimati dell'asta, che le situazioni di pericolo aumentano in caso di mancanza di manutenzione e pulizia idraulica dell'alveo secondo i canoni che dovranno essere stabiliti dall'amministrazione comunale. L'analisi puntuale delle sezioni critiche

dell'intera asta ed il conseguente tracciamento dei profili di moto permanente della corrente idrica, necessari per uno studio completo dell'asta, non sono effettuabili in quanto necessitano di rilievi topografici longitudinali dell'asta del valgello non oggetto di questo incarico.