COMUNE DI SERNIO
(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 Sernio, Via Roma 11

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.....2

1.ASPETTI IDRAULICI.....17

2.METODOLOGIA DI VERIFICA.....22

3.VERIFICHE IDRAULICHE – VERSANTE RETICO.....28

4.VERIFICHE IDRAULICHE – VERSANTE OROBICO.....33

1. ASPETTI IDROLOGICI

1.1 PREMESSA

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

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 Sernio 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 coi versanti retico ed orobico; la struttura orografica fondamentale è quindi rappresentata dalla catena delle Alpi Retiche Occidentali a Nord del solco vallivo della Valtellina e dalla catena delle prealpi Orobiche a Sud 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'estremità dell'esteso cono di deiezione presente sul versante orobico .

Questi 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 Sernio 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
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 pendenza piccole, alvei poco incisi e rappresenta la porzione di territorio dove sono localizzate le attivita antropiche (agricole, produttive eresidenziali) 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 attivita 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 Ia, 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 τc 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 h

t_c = 0.5 h

t_c = 0.75 h

t_c = 1 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}, 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 la 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. Comprendeforti 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 colloidi, 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:

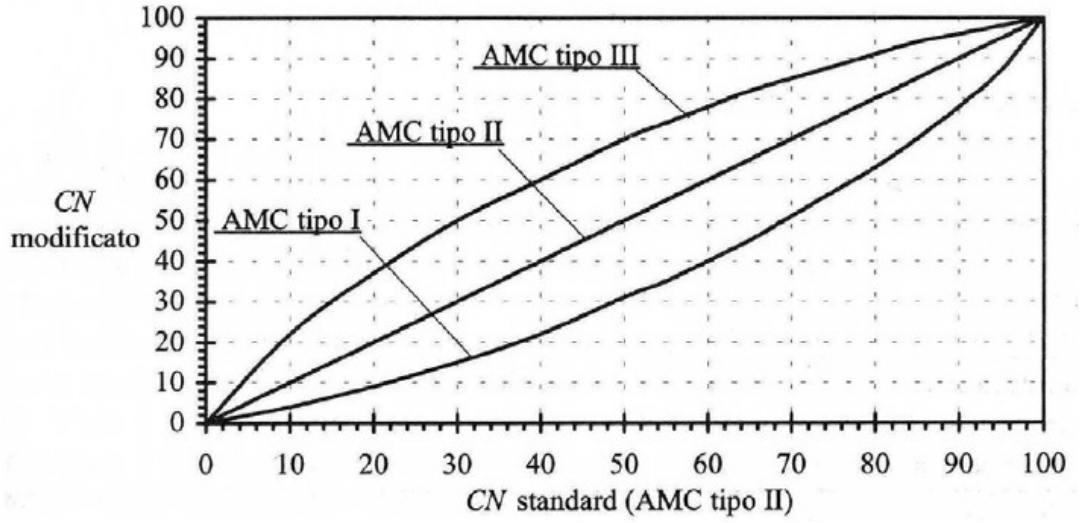

Fig. 5. Curva per la definizione del CN in funzione dell'umidità del suolo antecedente l'evento.

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 = 43,1 n = 0.232

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 aflussi-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 sulla tavola A con lo 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									
Val di Gatti	665	1	0.581	498	SO/SR/002	43.10	0.232	30.3	0.588
Valle delle Piazzole (o Solco)	1894	2	0.777	2720	SO/SR/003	43.10	0.232	39.5	6.410
	1932	3	0.932	2833	SO/SR/005	43.10	0.232	40.6	7.533
Valle delle Vallene	1231	4	0.840	2884	SO/SR/001	43.10	0.232	45.2	6.258

TOPONOMASTICA	DISLIVELLO [m]	SEZIONE	AREA [kmq]	LUNGHEZZA [m]	CODICE	a	n	tc [min]	Q [mc/s]
VERSANTE OROBICO									
Valchiosa	1163	5	3.241	2533	SO/SR/019	43.10	0.232	55.2	20.678
Valle Lunga	794	6	0.377	1234	SO/SR/020	43.10	0.232	37.2	3.254
Fosso dello Stradello	1154	7	1.116	2408	SO/SR/012	43.10	0.232	45.5	8.263
Rio Rifreddo	1140	8	0.768	2056	SO/SR/007	43.10	0.232	41.7	6.078

I limiti dei bacini idrogafici 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 suddivisa in due sottozone. La prima, rappresentata dal versante Retico, di limitata estenzione e presenta caratteristiche comune dei corsi d'acqua ivi presenti. Essa è caratterizzata dalla presenza di valgelli che nascono a quote elevate ed il cui bacino idrografico è quasi totalmente compreso all'interno dell'area montana con pendenze molto elevate, la direzione dell'asta ortogonale al versante ed un regime idrologico di tipo torrentizio.

La seconda sottozona, rappresentata dal versante Orobico, si estende su tutto il conoide della Valchiosa ed è caratterizzata dalla assenza di torrenti i quali nascono a quote abbastanza elevate e cambiano direzione in prossimità del conoide stesso. Tali corsi d'acqua, tra cui è presente anche il torrente Valchiosa (appartenete al reticolo principale), sono caratterizzati da un apporto liquido più costante rispetto a quelli delle valli situati nella prima sottozona.

1. ASPETTI IDRAULICI

1.6 PREMESSA

La zona di studio comprende quel fascia di Valtellina che si sviluppa in direzione Nord est – sud ovest tra la Valchiosa ed il Rio Rifreddo sul versante Orobico e la porzione di versante Retico prospiciente per un tratto di circa 1,5-2 Km. L'area in oggetto è il territorio del comune di Sernio.

1.6.1 VERSANTE RETICO

Il versante Retico, sia per le sue caratteristiche geomorfologiche ed agronomiche che per la presenza di uno sbarramento artificiale ai piedi del versante stesso, presenta una quasi totale assenza di attività antropica.

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 riportate in cartografia. I torrenti appartenenti al versante Retico presentano un alveo molto inciso e ben delimitato, sopprattutto nella parte alta del loro percorso. A fronte di questa osservazione i suddetti corsi d'acqua possono dar luogo a fenomeni di esondazione di limitata entità ed estensione mentre possono essere più importanti i fenomeni di trasporto solido ed in stabilizzazione del versante che risulta essere molto aclive. Si può osservare come l'area interessata non presenta problemi di natura tale da poter interferire con le aree del centro abitato, in quanto distante da questo versante, ma eventuali interferenze con aree antropizzate interessa singole baite di montagna o le strutture dell'AEM presenti.

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.

In tutta quest'area non vi sono rilievi topografici delle aste torrentizie necessari per una accurata e dettagliata definizione delle aree soggette a rischio idraulico.

1.6.2 VERSANTE OROBICO

Il versante Orobico ha un'estensione limitata, come anche quello Retico (corrispondente a circa 1,5-2 Km di fondovalle), su cui è concentratoe la maggioranza del tessuto urbano del territorio in esame.

Fascia Montana

Si estende al di sopra del fondo valle con la presenza di alcuni edifici isolati e sparsi sul versante (Baite di montagna) e può superare anch'essa 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 all'altezza della Fascia Valliva o alla confluenza con i corsi d'acqua principali. 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. Anche in quest'area, come sul

versante Retico, non vi sono rilievi di dettaglio delle aste torrentizie anche se si può osservare come l'area interessata non presenta problemi di natura tale da poter interferire con le aree urbanizzate.

Fascia Valliva

Ha origine subito a valle della Fascia Montana e rappresenta l'area su cui si concentra maggiormente la presenza di attività antropiche con conseguente aumento dell'indice di danno in caso di esondazioni. Si segnala come quest'area sia sviluppata sul conoide formatosi ad opera della Valchiosa. Questa situazione fa si che i corsi d'acqua del reticolo minore vengano deviati, rispetti alla naturale dirazione delle loro aste (ovvero ortogonale al versante), ed indirizzati verso il vicino comune di Lovero Valtellino.

Si trova circa a quota 650-750 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. In essa non vi sono ostacoli al naturale deflusso delle acque di versante verso il corpo idrico ricettore di fondovalle: il Fiume Adda.

Il reticolo minore del versante Orobico di competenza dell'amministrazione comunale di Sernio risulta essere costituito da due valli con le rispettive diramazioni secondarie. Le caratteristiche geomorfologiche naturali di questi corsi d'acqua sono similari e presentano un alveo incassato nel versante e con forti pendenze all'interno della Fascia Montana mentre nella parte di asta terminale, ovvero dove attraversa l'area coltivata di conoide (Fascia Valliva), la pendenza risulta pari al 2-4% e l'alveo si trova a raso rispetto al piano campagna

1.7 INQUADRAMENTO IDRAULICO

Nel territorio comunale di Sernio le porzioni di territorio geomorfologicamente simili precedentemente individuate 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, tra il versante Retico e quello Orobico.

Infatti, all'interno della Fascia Montana, le aste torrentizie si presentano molto incassate in entrambi i versanti 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 la come la presenza di un conoide di tali dimensioni rende atipica quest'area rispetto ai comuni limitrofi, ovvero si verifica il deposito del materiale eroso a monte con conseguente innalzamento del letto del corso d'acqua. In caso di esondazioni la aree interessate possono anche essere di notevole estensione anche se il rischio che l'esondazione provochi danni risulta basso e legato ad aree lontane dal nucleo urbano. 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. Occorre osservarne le ragioni: la principale è il progressivo abbandono dell'attività agricola nei fondi, soprattutto quelli terrazzati sul versante Retico ed i pascoli sia in alpeggio che a mezza costa su entrambi i versanti. Esso ha avuto come conseguenza il deterioramento dei muretti a secco a 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.

2. METODOLOGIA DI VERIFICA

1.8 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 indicatoci 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 (alvei sporchi, difese spondali in cattivo stato, manufatti di attraversamento e dissabbiatori pieni di materiale depositato), potrebbero essere causa di dissesti idrogeologici.

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.

1.9 METODOLOGIA

1.9.1 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.

1.9.2 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 Agricoltura - Techinical 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

1.9.3 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 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 stramazzante 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, yc l'altezza critica, Δz il salto di fondo; le altre grandezze sono rappresentate nella figura 2.

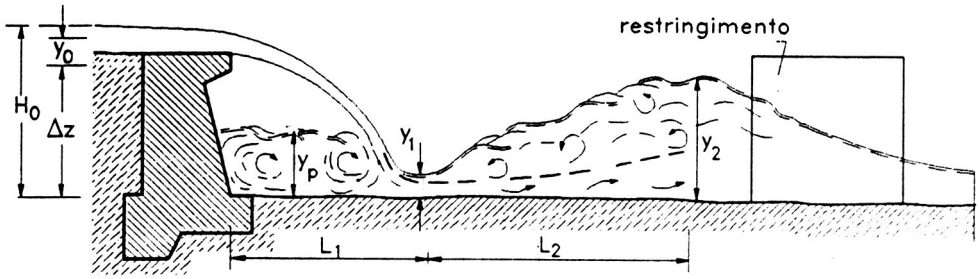

Fig.2 Grandezze significative del salto di fondo con getto libero e corrente veloce a monte

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

3. 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, presente quasi esclusivamente ai piedi del versante Orobico, 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 de tempi di corrivazione molto brevi (inferiore ad un'ora) che rappresentano la maggior parte dei corsi d'acqua pesenti 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.

1.10 VAL DI GATTI – SO/SR/002

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 770 m di quota s.l.m.m. sul versante retico e confluisce in Adda a quota 480 m s.l.m.m.. Tale corso d'acqua nasce a quote basse raccogliendo le acque sparse presenti sul versante. La sua portata è sicuramente influenzata dalla presenza di acque sparse dalla valle delle Vallene (SO/SR/001), ad una quota di circa 1130 m s.l.m.m., che si disperde nei boschi circostanti. La pendenza media risulta molto elevata, in quanto si tratta di un bacino montuoso a carattere torrentizio, comunque non inferiore al 20-30% e che si getta direttamente in Adda. Delle pendenze cosi elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione con un'alveo molto incassato ed inciso nel versante. Tale situazione rende sufficiente l'estensione della fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste torrentizie del reticolo minore come già prevista dalla normativa vigente. Le problematiche legate a quest'asta in questo tratto sono relative alla stabilità dell'alveo in quanto attraversa aree le quali erano adibite ad uso agricolo ed ormai in stato di abbandono.

Va sottolineato, soprattutto per i tratti non regimati dell'asta, che le situazioni di pericolo aumentono 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.

1.11 VALLE DELLE PIAZZOLLE (O SOLCO) SO/SR/003

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 1230 m di quota s.l.m.m. sul versante retico e se ne perdono i segni in quanto probabilmente disperde la sua portata liquida all'altezza dei terrazzamenti presenti 570 m s.l.m.m.. 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 cosi elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione con un'alveo molto incassato ed inciso nel versante. Tale situazione rende idraulicamnete 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 aumentono 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.

1.12 SO/SR/005

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 1650 m di quota s.l.m.m. sul versante retico all'altezza dell'alpe Ghiaccia e confluisce in Adda a quota 490 m s.l.m.m.. presentando, nel tratto intermedio del suo percorso (tra i 1150m e gli 850m s.l.m.m.), un'interruzione del proprio

alveo per poi ricomparire più a valle. Si nota dall'osservazione della morfologia del versante, a differenza della Val di Gatti – SO/SR/002 e Valle delle Vallene – SO/SR/001, come i due tratti di asta appartengono allo stesso corso d'acqua 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 cosi elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione con un'alveo molto incassato ed inciso nel versante. Tale situazione rende 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 aumentono 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.

1.13 VALLE DELLE VALLENE - SO/SR/001

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 2000 m di quota s.l.m.m. sul versante orobico ed arriva a valle della località "Pra Fontana" a quota 1150m s.l.m.m. per poi disperdersi sul versante ormai quasi lasciato in stato di completo abbandono. Le sue acque, con ogni probabilità, alimentano parzialmente la Val di Gatti come già precedentemente detto. 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 cosi elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione con un'alveo molto incassato ed inciso nel versante. Tale situazione rende 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 aumentono 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. VERIFICHE IDRAULICHE – VERSANTE OROBICO

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 molto basso e di limitata estensione tale da rendere sufficiente la fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste torrentizie del reticolo minore già prevista dalla normativa vigente.

Nella Fascia Valliva, ovvero sul conoide, ci si trova in una situazione notevolmente diversa rispetto al versante Retico, dove questa fascia è quasi inesistente, in quanto i corsi d'acqua del reticolo secondario attraversano questa fascia ai margini esterni per poi scorrere nel territorio comunale di Lovero all'altezza del centro urbanizzato e confluiscono nel reticolo principale attraversando solo aree agricole all'interno del territorio del comune di Sernio. In questa fascia è inoltre presente, anche se risulta praticamente nulla, 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.

1.14 VALCHIOSA – SO/SR/019

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 2000 m di quota s.l.m.m. sul versante orobico ed arriva all'altezza dell'alpe Vallelunga a quota 950 m s.l.m.m. per poi diventare reticolo principale, di competenza regionale, secondo le disposizioni emanate dalla regione stessa. 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 cosi elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione con un'alveo molto incassato ed inciso nel versante. Tale situazione rende sufficiente l'estensione della fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste torrentizie del reticolo minore come già prevista dalla normativa vigente. Le problematiche legate a quest'asta in questo tratto sono relative alla stabilità dell'alveo in quanto sono evidenti i segni di un'elevato trasporto solido e di un erosione spondale in occasione di eventi alluvionale anche non eccezionali (ovvero con tempo di ritorno pari a 20-40 anni)

Va sottolineato, soprattutto per i tratti non regimati dell'asta, che le situazioni di pericolo aumentono 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.

1.15 VALLE LUNGA – SO/SR/020

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 1750 m di quota s.l.m.m. sul versante orobico ed arriva all'altezza dell'alpe Vallelunga a quota 950 m s.l.m.m. per poi immettersi nella Valchiosa a valle di tale innesto viene classificata come reticolo principale, di competenza regionale, secondo le disposizioni emanate dalla regione stessa. Quest'asta presenta delle caratteristiche geomorfologiche ed idrauliche analoghe all Valchiosa ovvero la pendenza media risulta molto elevata trattandosi anche in questo caso di un bacino montuoso a carattere torrentizio e comunque non inferiore al 20-30%. Delle pendenze cosi elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione con un'alveo molto incassato ed inciso nel versante. Tale situazione rende sufficiente l'estensione della fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste torrentizie del reticolo minore come già prevista dalla normativa vigente. Le problematiche legate a quest'asta in questo tratto sono relative alla stabilità dell'alveo in quanto sono evidenti i segni di un'elevato trasporto solido e di un erosione spondale in occasione di eventi alluvionale anche non eccezionali (ovvero con tempo di ritorno pari a 20-40 anni)

Va sottolineato, soprattutto per i tratti non regimati dell'asta, che le situazioni di pericolo aumentono 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.

1.16 FOSSO DELLO STRADELLO – SO/SR/012

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 1450 m di quota s.l.m.m. sul versante orobico ed arriva alla quota di circa 700 m s.l.m.m. per poi disperdersi all'inizio della fascia Valliva. Ciò accade in quanto le perdite ideologiche, per filtrazione ecc., dell'alveo del corso d'acqua in esame sono maggiori degli apporti liquidi captati dal suo bacino ed in corrispondenza dell'inizio dell'ampio conoide della Valchiosa si ha un notevole incremento della capacità filtrante dell'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 cosi elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione con un'alveo molto incassato ed inciso nel versante. Tale situazione rende 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 aumentono 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.

1.17 RIO RIFREDDO – SO/SR/007

Il corso d'acqua in oggetto nasce attorno ai 1680 m di quota s.l.m.m. sul versante orobico ed arriva all'altezza della fascia Valliva a

quota 700 m s.l.m.m. per poi sconfinare in comune di Lovero Valtellino diventando di competenza dell'amministrazione comunale sovracitata. 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 cosi elevate garantiscono sul comportamento torrentizio della portata liquida del corso d'acqua.

Il torrente in esame si presenta su tutta la sua estensione con un'alveo molto incassato ed inciso nel versante e nella parte a quota inferiore sono presenti opere di regimazione idraulica eseguite in questi anni. Tale situazione rende sufficiente l'estensione della fascia di rispetto pari a 10 m dalle aste torrentizie del reticolo minore come già prevista dalla normativa vigente. Le problematiche legate a quest'asta in questo tratto sono relative alla stabilità dell'alveo, soprattutto nella porzione di asta a quota più elevata, in quanto sono evidenti i segni di un'elevato trasporto solido e di un erosione spondale in occasione di eventi alluvionale anche non eccezionali (ovvero con tempo di ritorno pari a 20-40 anni).

Va sottolineato, soprattutto per i tratti non regimati dell'asta, che le situazioni di pericolo aumentono 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.