

1.1 – Bacino idrografico del Torrente Banna - Bendola

Il bacino idrografico del torrente Banna nella sezione di chiusura posta a valle del concentrico di Grosso can.se presenta le seguenti caratteristiche :

Superficie planimetrica : 12.38 km²

Lunghezza dell'alveo principale : 12.09 km

Quota media bacino : 560 m slm

Quota sezione di chiusura : 390.00 m

La superficie del bacino, l'altezza media e l'altezza massima sono state calcolate mediante la costruzione della curva ipsografica;

la lunghezza dell'asta è stata valutata seguendo il percorso più lungo tra la sezione di chiusura e la sorgente;

Da un punto di vista morfologico il bacino idrografico del torrente Banna presenta una forma allungata e stretta con un vertice costituito dal punto di vetta posto a quota 1280 m slm.

Essendo compreso in una fascia altimetrica poco soggetta a precipitazioni di tipo nevoso le caratteristiche di permeabilità del bacino giocano un ruolo fondamentale sulla determinazione degli afflussi. Sotto questo aspetto la maggior parte del territorio è destinata ad uso agricolo con predominanza di terreni coltivati od adibiti a prato stabile.

Nella parte più a monte, precisamente dopo l'abitato di Lanzo ha inizio la fascia più montuosa del bacino caratterizzata inoltre da versanti scoscesi prettamente boscati. Salendo più in quota la vegetazione arborea tende a diradarsi fino a raggiungere le zone di sommità a prevalenza rocciosa.

Il tratto iniziale del corso d'acqua compreso dalla sorgente fino alla quota di 500 m rispecchia le caratteristiche tipiche dei torrenti montani con alveo profondamente inciso e regolare, mentre nella parte centrale dove le pendenze sono meno acclivi rispecchia invece le caratteristiche dei corsi d'acqua medio – vallivi con un andamento meandriforme e sezioni meno incise sul territorio.

Un'altra caratteristica che conferisce al bacino idrografico del torrente Banna una certa imprevedibilità nella determinazione delle portate è costituita dal fatto che risulta es-

sere il ricettore naturale degli scoli superficiali provenienti dai territori posti in sinistra orografica delimitati dal promontorio delle Vaude.

Tale zona risulta essere cosparsa da una rete idrografica minore e di zone di ruscellamento la cui formazione è fortemente legata al grado di saturazione del terreno. Quest'ultimo risulta anche essere di natura variabile passando in particolare da una matrice argillosa per il promontorio delle Vaude ad una prettamente sedimentaria e alluvionale del fondovalle.

Le diverse permeabilità dei terreni influiscono quindi sensibilmente sull'afflusso nella rete idrografica poiché legate alla saturazione dello strato superficiale.

1.2 – Dimensionamento idraulico

I dati pluviometrici di partenza necessari per la determinazione delle portate sono quelli derivanti dalla Direttiva 2 fornita dall'autorità di bacino del fiume Po.

1.2.1 – Direttiva 2

La determinazione delle curve di possibilità pluviometrica proposto dalla direttiva 2 parte da una analisi dei dati pluviometrici forniti da stazioni di misura sparse uniformemente sul territorio in modo da formare nodi di una rete principale da cui determinare le diverse curve . Successivamente, attraverso una interpolazione spaziale condotta con il metodo del kriging è stato possibile distribuire le diverse curve di possibilità pluviometrica alle zone di territorio non coperte attraverso la realizzazione di una maglia reticolare di 2 km di lato.

Ad ogni cella del reticolo sono stati quindi assegnati i coefficienti rappresentativi delle curve di possibilità pluviometrica per assegnati tempi di ritorno.

Individuato il bacino idrografico del torrente Banna-Bendola è stato possibile individuare le celle del reticolo sopracitato effettivamente coinvolte.

Per la determinazione delle portate e l'adozione dei relativi coefficienti della curva di possibilità climatica è stato adottato un periodo di ritorno di 200 anni.

Dalla sovrapposizione del reticolo con la cartografia regionale su scala al 10000 sono state individuate le celle qui di seguito riportate con le suddette caratteristiche per tempi di ritorno di 200 anni :

CELLA	a₂₀₀	n₂₀₀
AT94	74.36	0.360
AV95	71.91	0.335
AV96	70.31	0.340

E' possibile notare come procedendo verso valle si assista ad una riduzione sia della precipitazione iniziale che dell'esponente della curva.

Tenendo conto della forma del bacino, con un'area maggiormente estesa nella parte iniziale e della sua conformazione morfologica, sono stati scelti come parametri base per le successive modellazioni analitiche quelli appartenenti alla cella AT94 che risultano essere i maggiori della serie e permettono di ottenere valori delle portate finali a favore di sicurezza.

1.3 – Ulteriori precisazioni sul metodo di calcolo

1.4.1 - Determinazione delle portate di progetto

La determinazione della portata di progetto parte da uno studio combinato basato da una parte sulla caratterizzazione morfometrica del bacino idrografico del torrente Banna, dall'altra sulla determinazione delle altezze di pioggia per determinati tempi di ritorno da cui ricavare successivamente gli ietogrammi di progetto.

In particolare il primo punto prevede la determinazione di tutte quelle caratteristiche geometriche (pendenze, scabrezze, lunghezza delle aste di torrente) necessarie per caratterizzare la forma del bacino idrografico e di conseguenza l'evolversi nell'andamento delle portate defluite a valle. Di pari passo occorre inoltre determinare con un certo grado di affidabilità le caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti con particolare attenzione ai gradi di permeabilità superficiali funzione oltre che delle caratteristiche granulometriche intrinseche, anche della destinazione dei suoli.

Note le caratteristiche morfometriche del bacino si procederà all'analisi delle precipitazioni individuando i parametri rappresentativi delle curve di possibilità pluviometrica (a ed n) per stabiliti tempi di ritorno necessari per determinare gli ietogrammi di progetto con cui procedere nell'applicazione del modello afflussi-deflussi.

1.4.2 – Individuazione del bacino idrografico

Per una determinazione affidabile del bacino idrografico del torrente Banna occorre individuare dapprima la rete idrografica che lo caratterizza.

In particolare si vogliono ricercare tutti i maggiori corsi d'acqua tributari che alimentano il torrente in modo da individuare la cosiddetta rete dendritica che permette di capire oltre alla forma del bacino anche successivamente l'evolversi delle portate lungo il corso d'acqua.

Partendo dalla cartografia regionale su scala 1:10000 si sono quindi individuati i maggiori tributari del torrente partendo dalle sorgenti fino alla sezione di chiusura a valle del territorio comunale.

L'analisi svolta ha permesso di individuare una serie di corsi d'acqua minori che scendono dai rilievi posti nella parte iniziale del bacino e confluiscono verso la piana di Balangero.

In particolare, procedendo secondo il moto della corrente, il torrente Banna nasce dalla confluenza tra il Rio Cochetto e il Rio Bettola in Comune di Balangero.

Tra i due il primo risulta essere quello di maggior lunghezza con sorgente in prossimità del Pian di Rossa a 1281 m che costituisce anche il punto di vetta dell'intero Bacino.

Entrambi i corsi d'acqua nascono comunque dalla catena montuosa posta sulla sinistra orografica del torrente Banna caratterizzata da altezze non molto elevate e suoli rocciosi di scarsa permeabilità.

In territorio comunale di Mathi nasce il Rio Ritano che si sviluppa seguendo un percorso parallelo a quello del Banna per diventare poi affluente dello stesso nel comune di Nole Canavese.

Il bacino idrografico del Rio Ritano coinvolge principalmente i soprastanti promontori delle Vaude caratterizzati da terreni argillosi molto impermeabili e con corsi d'acqua privi di una portata permanente ma classificabili in maggioranza come semplici scoli attivati durante gli eventi meteorici.

Determinati i maggiori bacini secondari si è proceduto successivamente ad una seconda suddivisione basata soprattutto sulle maggiori arterie di scorrimento che attra-

versano il bacino idrografico nel suo complessivo in modo da ottenere delle specie di sezioni trasversali utili in seguito per determinare l'andamento delle portate di piena nel procedere verso valle.

Complessivamente sono stati individuati 12 sottobacini.

1.4.3 – Uso del suolo

Nota la conformazione morfologica del torrente occorre individuare dapprima le caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti e soprattutto la destinazione superficiale del terreno.

Tali caratteristiche rivestono un ruolo fondamentale nella successiva fase di modellizzazione dei deflussi in quanto influiscono sensibilmente sulla quantità di acqua non assorbita dal terreno che entra a far parte della portata defluente.

A livello geologico sono stati individuate quindi tre diverse categorie di terreni coinvolti la cui analisi verrà trattata nei punti successivi, mentre per quanto riguarda la destinazione dei suoli si sono individuati quattro diversi usi :

- aree adibite a bosco
- aree coltivate
- aree urbane
- zone impermeabili

A livello grafico operando sulla cartografia regionale in scala 1:10000 si sono circoscritte le suddette aree e per ogni sottobacino si è proceduto alla sua ripartizione secondo le categorie descritte in precedenza ottenendo in tal modo un quadro complessivo che evidenzia a livello numerico l'andamento della destinazione dei suoli al procedere verso valle.

1.4.4 – Metodo SCS

Ai fini della modellizzazione afflussi-deflussi è ancora necessario, noti i parametri individuati in precedenza, determinare la quantità di acqua effettivamente assorbita dal terreno e quella allontanata per scorrimento superficiale con particolare riferimento ai tempi di afflusso nel corpo ricevente.

A tal fine si utilizza il metodo SCS (Soil Conservation Service) sviluppato dall' NRCS (National Resources Conservation Service) facente capo al Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America.

Durante lo svolgersi di un evento meteorico il volume di del deflusso superficiale risulta essere proporzionale alla quantità d'acqua effettivamente caduta al suolo tolta la parte effettivamente assorbita dal terreno.

Per poter stabilire con un certo grado di affidabilità quest'ultimo parametro è necessario conoscere oltre alle caratteristiche di permeabilità del terreno (funzione anche della sua destinazione superficiale), anche il quantitativo di acqua già effettivamente presente nel suolo stesso al momento della precipitazione.

Tale variabili vengono riassunte attraverso l'introduzione di un parametro adimensionale denominato CN (classification number).

CN risulta essere funzione della tipologia di suolo e della sua destinazione. In particolare sono state individuate quattro diverse tipologie di terreni caratterizzate ognuna da una differente permeabilità ed individuate con le lettere A-B-C-D secondo la classificazione di seguito riportata (hydrological soil group).

- A : Suoli dotati di elevata velocità di infiltrazione anche quando completamente inumiditi, rientrano in tale tipologia soprattutto le sabbie ed i loess potenti.
- B : Suoli con moderata velocità di infiltrazione anche quando completamente inumiditi caratterizzati da suoli con tessitura da moderatamente fine a grossolana. Rientrano in questa classificazione soprattutto i loess poco potenti e le marne sabbiose
- C : Suoli con bassa velocità di infiltrazione soprattutto quando completamente inumiditi costituiti da suoli con tessitura da fine a moderatamente fine. Fanno parte di tale tipologia di suoli le marne argillose, le marne sabbiose poco spesse, suoli con scarso contenuto organico e suoli con alto contenuto di argilla.
- D : Suoli con velocità di infiltrazione molto bassa quando completamente inumiditi. Fanno parte di questo gruppo le argille con elevato potenziale di rigonfiamento, i suoli con falda superficiale permanente ed i suoli con strati di argilla in superficie.

Sulla base di questa classificazione si è proceduto ad individuare per ogni sottobacino il gruppo di appartenenza.

Altro parametro fondamentale per stabilire il grado di assorbimento del terreno risulta essere la sua destinazione superficiale.

Si è quindi proceduto per ogni sottobacino ad individuare le diverse destinazioni dei suoli coinvolti affidandosi oltre che alla cartografia regionale al 10.000 anche sulle immagini satellitari.

Si sono in particolare individuate quattro diverse destinazioni dei suoli : boschi, aree coltivate, aree urbane, superfici impermeabili determinando all'interno di ogni sottobacino le singole superfici di pertinenza ad ogni destinazione. In base alla classe di terreno e alla destinazione del suolo vengono forniti specifici valori di CN.

Il valore di CN rappresentativo del sottobacino si ottiene come media pesata dei singoli CN specifici per tipologia di copertura riferiti alle rispettive superfici occupate.

In allegato sono riportate le destinazioni dei suoli individuati specifici per ogni sottobacino.

Noto il valore di CN è possibile determinare la massima ritenzione potenziale del terreno attraverso la seguente relazione :

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

Altro parametro necessario per la determinazione della portata nel successivo modello afflussi deflussi è il cosiddetto t_{lag} .

Esso rappresenta la differenza di tempo che intercorre tra il baricentro della precipitazione e il massimo valore assunto dall'idrogramma di piena.

In mancanza di dati misurati direttamente sul territorio tale valore può essere assunto sulla base delle seguente formula :

$$t_{lag} = 0.6 * t_c$$

Con t_c si definisce il tempo di concentrazione della portata ottenuto dalla somma di tre termini temporali :

$$t_c = t_{sheet} + t_{shallow} + t_{channel}$$

t_{sheet} rappresenta la somma dei tempi di percorrenza delle portate provenienti dai piccoli invasi presenti nel bacino e si ottiene dalla seguente relazione :

$$t_{sheet} = 0.007 (n * L)^{0.8} * (P_2^{0.5} * S^{0.4})^{-1}$$

L : lunghezza in piedi

P_2 : intensità di pioggia espressa in pollici relativa ad un evento meteorico con durata di 24 ore e tempo di ritorno di 2 anni

s : pendenza dei versanti

n : coefficiente di Manning dei versanti

t_{shallow} rappresenta il tempo di ruscellamento attraverso i piccoli anfratti ed i rigagnoli presenti nel bacino.

Si ottiene dalla seguente relazione :

$$t_{\text{shallow}} = L * (58084.2 * s^{0.5})^{-1}$$

L : lunghezza media in piedi dei singoli tributari

s : pendenza dei versanti

t_{channel} rappresenta il tempo di trasferimento della portata lungo i canali maggiori ottenuto con la seguente relazione :

$$t_{\text{channel}} = n * L * (5364 * R^{2/3} * S^{1/2})^{-1}$$

n : coefficiente di Manning del canale

L : lunghezza del canale in piedi

R : raggio idraulico della sezione trasversale del canale in piedi

S : pendenza del canale

In allegato sono riportati per ogni sottobacino unitario i rispettivi tempi di concentrazione.

Note queste informazioni idrologiche del bacino in questione è ora possibile procedere con la determinazione della portata di piena per un determinato tempo di ritorno attraverso l'applicazione del modello afflussi-deflussi.

Per l'applicazione di quest'ultimo si è fatto uso di un apposito codice di calcolo fornito dall' U.S. Corp of Engineers denominato HEC-HMS (versione 3.0.0 Dicembre 2005).

1.4.5 – Codice di calcolo per la determinazione delle portate

Note le caratteristiche geomorfologiche del bacino idrografico e la curva di possibilità climatica per il bacino in questione, è possibile determinare il valore delle portate al colmo per assegnati tempi di ritorno.

Il codice di calcolo adottato per la determinazione di tali valori è quello fornito dall'US Army Corps of Engineers denominato HEC-HMS (version 3.0.0 December 2005).

Il programma nello specifico è progettato per simulare il modello afflussi-deflussi all'interno di un rete dendritica.

- Rappresentazione del bacino idrografico

Punto di partenza nella modellazione è la descrizione morfometrica del bacino idrografico. A tal fine il codice di calcolo è organizzato in elementi precostituiti che rappresentano tutti nello specifico il bacino stesso. La modellazione del bacino avverrà quindi attraverso un vero e proprio assemblaggio delle diverse caselle rappresentative rispettivamente dei singoli sottobacini con i rispettivi corpi ricettori di allontanamento delle portate.

E' inoltre possibile inserire oltre agli elementi principali della rete dendritica quali sottobacini e corpi ricettori, anche elementi più specifici e singolari presenti in un bacino idrografico, come ad esempio sorgenti, laghi, aree di invaso temporanee, manufatti di diversione delle portate, tutti elementi che saranno utili nella successiva fase progettuale.

Realizzata graficamente la rete dendritica, segue la caratterizzazione dal punto di vista analitico dei singoli elementi inseriti.

Per quanto riguarda i sottobacini, la loro caratterizzazione avviene dapprima dal punto di vista geometrico attraverso l'inserimento della loro estensione planimetrica.

Successivamente è necessario configurarli anche dal punto di vista idrologico. Per questo aspetto occorre in particolare assegnare il quantitativo di precipitazione iniziale assorbito dal terreno e la restante parte allontanata per scorrimento superficiale descritta attraverso il tempo di corrivazione.

Tra le diverse scelte possibili per la configurazione di questi parametri è stato adottato il metodo SCS. In particolare per la quota assorbita direttamente dal terreno si è inserito il valore di CN determinato in precedenza, mentre per quanto riguarda il tempo di corrivazione si è inserito il cosiddetto t_{lag} pari al 60% del tempo di concentrazione della portata.

La modellizzazione dei corpi ricettori avviene attraverso l'impiego della teoria di Muskingum-Cunge che prevede un effetto smorzante della portata al procedere lungo l'asta torrentizia ad opera della scabrezza dell'alveo.

Per ogni corpo ricettore individuato sono stati quindi inseriti, oltre che ai dati geometrici rappresentativi (forma, dimensioni della sezione, pendenze e lunghezze dell'asta) anche i coefficienti di Manning rappresentativi della scabrezza.

- *Modellizzazione meteorologica*

Definito il bacino idrografico è necessario inserire i dati relativi alle precipitazioni.

Tra le diverse scelte possibili fornite dal codice di calcolo è stata adottata quella relativa al metodo SCS che prevede la generazione degli ietogrammi di progetto partendo dalla precipitazione iniziale e dalla scelta del modello di precipitazione.

In particolare come precipitazione iniziale è stata inserita quella desunta dalla direttiva 2 dell'Autorità di Bacino del Po e relativa alla cella AT94 per un tempo di ritorno di 200 anni.

Tra i modelli di precipitazione possibili forniti dal modello è stato scelto quello di tipo 3 rappresentativo di un evento meteorico tipico delle aree tropicali americane.

Note le caratteristiche morfometriche del bacino e l'andamento delle precipitazioni, è quindi possibile operare con le simulazioni per i diversi scenari previsti.

La simulazione avviene definendo dapprima un periodo temporale di controllo all'interno del quale viene generata la precipitazione atmosferica di progetto.

Nello specifico, seguendo le indicazioni fornite dal metodo SCS, si è scelto un intervallo temporale di 30 ore.

A simulazione terminata il programma restituisce una serie di risultati sia sotto forma analitica, sia sotto forma di grafici. In tal modo è possibile avere sia un quadro generale delle portate all'interno dell'intero bacino, sia ottenere risultati specifici per ogni singolo elemento costitutivo del bacino stesso.

2.1 STUDIO IDRAULICO

La valutazione dei livelli di pelo libero nella sezione corrispondente all'opera in progetto (sistemazione idraulica del torrente Stura) è stata effettuata impiegando un codice di calcolo monodimensionale in moto permanente sviluppato da *U.S. Army Corps of Engineers*.

2.1.1. *NORMATIVA DI RIFERIMENTO*

PIANO STRALCIO del PIANO di BACINO per l'Assetto Idrogeologico:

- II Piano Stralcio Fasce Fluviali (PSFF)
- Legge 18/05/1989, n. 183 e s.m.i.
- Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica

DIRETTIVA per l'ATTUAZIONE del PSFF:

Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B

Allegato alla deliberazione n. 2/99, in data 11/05/1999.

Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica

2.1.2. *CODICE DI CALCOLO PER LE VERIFICHE IN MOTO PERMANENTE*

Il programma HEC-RAS consente di calcolare il profilo idraulico di moto stazionario, in alveo non prismatico a fondo fisso, per una qualsiasi rete idrografica a pelo libero, nell'ipotesi di flusso omogeneo e monodimensionale.

Il programma permette di determinare il profilo del pelo libero di correnti monodimensionali in moto permanente basandosi sulla risoluzione dell'equazione del moto delle correnti a pelo libero in cui le perdite di energia sono determinate per attrito (equazione di Manning) e per contrazione/espansione della corrente tra due sezioni successive.

Il profilo del pelo libero è determinato attraverso successive iterazioni dell'equazione dell'energia.

L'equazione dell'energia è la seguente :

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_E$$

$Y_1 - Y_2$: altezza d'acqua nelle sezioni trasversali iniziale e finale

$Z_1 - Z_2$: quota minima di fondo alveo nelle sezioni trasversali iniziale e finale del tratto in esame

$\alpha_1 - \alpha_2$: coefficiente di ragguglio dell'energia cinetica

$V_1 - V_2$: velocità medie nelle sezioni iniziale e finale

h_e : perdite di carico energetico

Per ogni sezione di calcolo il programma determina il valore di numerose grandezze tra cui le principali sono:

portata defluente	[m ³ /s];
livello idrico	[m s.m.];
livello idrico in condizioni di corrente critica	[m s.m.];
velocità della corrente in alveo	[m/s];
carico cinetico	[m];
area della sezione di deflusso	[m ²];
larghezza pelo libero	[m];
profondità media della corrente	[m];
velocità media della corrente	[m/s];
sviluppo del contorno bagnato	[m];
numero di Froude.	

➤ *Dati di input*

L'input dei dati è organizzato secondo una struttura a moduli:

- a) geometria della rete idrografica;
 - b) dati di portata e condizioni al contorno;
 - c) metodo di calcolo.
- a) La geometria del sistema idrografico è definita attraverso lo schema planimetrico della rete idrografica necessaria per lo studio della sezione di verifica, le caratteristiche geometriche delle sezioni trasversali, le scabrezze espresse tramite il coefficiente di Manning e dalla presenza di strutture:
- b) Definiti il valore della portata di progetto e delle portate per cui effettuare ulteriori simulazioni, si definiscono le condizioni al contorno che regolano il comportamento del sistema in funzione delle variabili note:
- altezza idrica;
 - condizione critica di deflusso;
 - altezza di moto uniforme;
 - pendenza fondo alveo;
 - curva altezze/portate.
- c) Il programma simula condizioni di corrente lenta, veloce e regimi misti purchè siano conosciute le condizioni di monte e di valle che governano il comportamento della corrente;

➤ *Dati di output*

I risultati delle simulazioni sono restituiti sia sotto forma di grafici sia di tabulati, permettendo un confronto semplice ed immediato di soluzioni progettuali alternative o dei risultati ottenuti per diverse ipotesi di calcolo (es. portate con tempi di ritorno diversi).

2.1.3 STUDIO DEL COMPORTAMENTO IDRAULICO

Lo studio idraulico è stato condotto utilizzando il codice di calcolo descritto in precedenza ed utilizzando i seguenti parametri :

- come valore dell'altezza di pioggia è stato assunto quello proveniente dal calcolo con codice di calcolo HEC-HMS

E' da precisare il fatto che il valore di portata ottenuto dall'applicazione delle formule sopra descritte è relativo all'intero bacino sotteso alla sezione di chiusura scelta.

Tuttavia la portata di progetto assunta per il dimensionamento delle opere previste è stata ridotta in funzione degli interventi finalizzati alla regimazione della portata in corrispondenza dell'abitato di Balangero.

Infatti in tale comune è già operativo n canale scolmatore progettato per lo smaltimento di una portata di $27 \text{ m}^3/\text{s}$ come riportato nel "Progetto preliminare dei lavori di sistemazione del torrente Banna Bendola – Studio idrologico del bacino torrente Banna-Bendola – gennaio 1998".

Conseguentemente il valore adottato per la determinazione delle portate di progetto risulta essere :

$$Q_{200} = 60,75 \text{ m}^3/\text{s}$$

VALUTAZIONE DEI COEFFICIENTI DI SCABREZZA

Per la valutazione dei coefficienti di scabrezza si è fatto riferimento alle diverse caratteristiche dell'alveo e delle aree golenali interessato dallo studio idraulico :

In particolare sono stati assunti i seguenti valori :

- ($0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ coefficiente di Manning su fondo alveo e sulle sponde non regimate (corrispondente a $28.57 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ coeff. di Strickler) per tenere in conto della presenza di materiale di piccola e media pezzatura depositato e dalla eventuale presenza di vegetazione .
- ($0.015 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ coefficiente di Manning (corrispondente a $66.7 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ coeff. di Strickler) in corrispondenza dei manufatti esistenti costituiti da opere in cls

Quali condizioni al contorno di monte e di valle necessarie per il tracciamento del profilo di superficie libera è stato assunto per entrambe i casi il valore della pendenza del fondo alveo in quanto si mantiene pressoché costante lungo il tratto analizzato.

Per l'input delle sezioni all'interno del codice di calcolo ci si è appoggiati al rilievo plano-altimetrico di dettaglio effettuato lungo l'intero tratto di studio.

2.1.4 ANALISI DEI RISULTATI

Dall'analisi dei risultati forniti dal codice di calcolo è possibile trarre le seguenti conclusioni per la situazione simulata :

- il deflusso della portata di piena avviene all'interno del tratto di torrente considerato in regime di corrente lenta come emerso dai numeri di Froude inferiori all'unità
- L'attuale geometria dell'alveo non risulta essere sufficiente a garantire il transito della portata di piena, fatto salvo l'ultimo tratto a valle del concentrico il resto del tronco analizzato durante la simulazione dimostra come vi siano fenomeni di divagazione della portata di piena sia in sponda orografica destra che in sinistra; i battenti idrici, in qualche caso, superano il piano campagna anche di 50 cm
- I primi due attraversamenti presenti nel concentrico risultano avere caratteristiche geometriche inadeguate a garantire il transito della portata di piena in condizioni di sicurezza: entrambi risultano difatti completamente rigurgitati costituendo inoltre un sensibile ostacolo alle naturali condizioni di deflusso

ALLEGATI

ALL.1 – BACINO IDROGRAFICO

ALL. 2 – CURVA IPSOGRAFICA

ALL.3 – SIMULAZIONI NUMERICHE IN MOTO PERMANENTE

ALL.4 – CALCOLO DELLA PORTATA