

Région Autonome  
**Vallée d'Aoste**



Regione Autonoma  
**Valle d'Aosta**

Linee guida rivolte ai Professionisti per la redazione della  
documentazione tecnica da produrre nell'ambito del procedimento di  
concertazione ed approvazione delle cartografie degli ambiti inedificabili

di cui agli artt. 35 e 36 della l.r. 11/98

NOVEMBRE 2016

---

**Département de la programmation, de la protection des sols et des ressources hydriques**  
**Dipartimento programmazione, difesa del suolo e risorse idriche**

Stampato il 25-11-2016

**INDIVIDUAZIONE DEI TERRENI SEDI DI FRANE (art. 35, comma 1, della L.R. 6 APRILE 1998, n. 11)**

**RIFERIMENTI NORMATIVI ESTRATTI DALLA DGR n. 2939/2008**

1. Lo scopo di tale cartografia è definire il grado di propensione al dissesto per frana del territorio, suddividendolo in aree a diversa pericolosità, che costituiscono quindi una localizzazione probabile dei fenomeni.
  - a) L'individuazione deve essere effettuata su base geologica, geomorfologica, idrogeologica e geostrutturale, ossia su caratteri direttamente visibili sul terreno, integrandoli, ogni qualvolta sia possibile, con osservazioni proprie della Geologia Applicata, come la lettura delle lesioni sui fabbricati, la lettura di strumentazioni geotecniche, le indagini storiche, ecc.
  - b) La delimitazione cartografica dei terreni sedi di frane in atto o potenziali, così come definiti dall'art. 35, dovrà tener conto delle caratteristiche cinematiche dei fenomeni. In particolare, ricadranno nelle aree in frana sia i settori sottostanti raggiungibili dalla frana (area di invasione), sia i settori a monte interessati dall'eventuale movimento retrogressivo innescato dal dissesto.
  - c) Dovranno essere rappresentati con elaborati cartografici distinti (carte di analisi dei vincoli alle scale 1:10.000 e 1:5.000) i diversi fattori che possono incidere sulla stabilità, al fine di rendere immediatamente comprensibile il contributo che essi apportano alla carta di sintesi sulla pericolosità geologica.
  - d) Tipi di analisi cartografiche richieste per frane:
    - CARTE MOTIVAZIONALI : Carta geologica-morfologica  
Carta dei dissesti  
  
Carta clivometrica  
  
Carta di uso del suolo a fini geodinamici
    - CARTA PRESCRITTIVA: Zone di probabile localizzazione dei fenomeni: Fc zona o fascia di cautela (color viola);  
Aree oggetto di perimetrazione: F1 aree dissestate di grande pericolosità (colore rosso);  
  
F2 aree dissestate di media pericolosità (colore giallo);

F3 aree dissestate di bassa pericolosità (colore verde).

2. Fatta salva la chiarezza di ogni elaborato cartografico, si ammette la possibilità di raggruppare più tematismi, riducendo quindi il numero complessivo di cartografie prodotte. In particolare, nella cartografia dei dissesti deve essere evidenziato il grado di attività dei fenomeni, da tenere in considerazione per la redazione della carta di sintesi sulla pericolosità geologica.
3. È necessario che l'analisi delle porzioni di territorio interessate da instabilità in atto o potenziali sia supportata da una **RELAZIONE TECNICA** di accompagnamento della cartografia motivazionale e prescrittiva. La relazione è l'indispensabile strumento di spiegazione e integrazione della cartografia di analisi e di sintesi prodotta. Essa deve pertanto comprendere i seguenti argomenti:
  - a) note illustrative della carta geologico-geomorfologica (descrizione delle litologie e dei depositi cartografati, con riferimento diretto alle situazioni osservate sul terreno; descrizione dell'assetto geomorfologico del territorio, differenziandolo per settori omogenei; descrizione dell'assetto idrogeologico del territorio, relativamente almeno alle sorgenti ed alle zone di emergenza della falda) ;
  - b) note illustrative della carta dei dissesti (descrizione delle varie tipologie di dissesto riscontrate, integrata puntualmente con i dati relativi ad ogni singolo caso di dissesto rilevato e cartografato; devono sempre essere citate le fonti dei dati, distinguendo tra i dati desunti dal rilievo di terreno ed i dati di natura storico-bibliografica);
  - c) note illustrative della carta dell'acclività (motivazioni dei criteri adottati per la definizione delle classi di acclività);
  - d) note illustrative della carta d'uso del suolo a fini geodinamici (descrizione delle tipologie distinte sulla carta, con riferimento diretto alle situazioni rilevate);
  - e) note illustrative della carta di sintesi del rischio di frana, contenenti le motivazioni che hanno portato all'assegnazione ad una data classe di rischio di ogni fenomeno;
  - f) prescrizioni generali e/o raccomandazioni sui limiti di edificazione e sugli accorgimenti costruttivi che devono essere introdotte per ogni classe di rischio.
4. I fenomeni di colata detritica che interessano i conoidi per i quali non è disponibile un apposito studio di bacino vengono individuati mediante la doppia rappresentazione sia nella cartografia dei terreni sedi di frane di cui all'art. 35 della l.r. 11/1998 sia nella cartografia dei terreni a

rischio di inondazioni di cui all'art. 36 della l.r. 11/1998. I criteri di definizione delle perimetrazioni in argomento saranno valutati in sede di concertazione e faranno, comunque, principalmente riferimento, anche se in forma semplificata, a quanto contenuto nell'Allegato 1 al presente documento. La loro disciplina d'uso è indicata al Capitolo III.

### **Criteri per l'individuazione della pericolosità**

1. Ai sensi dell'art. 35, comma 1, i terreni sedi di frane in atto o potenziali sono distinti, in funzione della pericolosità geologica, nelle classi alta, media e bassa.

Nell'individuazione dei terreni in funzione della loro pericolosità geologica, si seguono i seguenti criteri indicativi:

- a) **Aree ad alta pericolosità – F1.** Settori soggetti o potenzialmente soggetti a fenomeni franosi che possono essere innescati anche da deboli eventi idrogeologici, quali quelli che caratterizzano l'andamento climatico medio stagionale (massimi primaverili ed autunnali, cicli di gelo e disgelo):

- 1) frane di crollo coinvolgenti elevati volumi, estese superfici, e con marcato stato di attività;
- 2) coni e falde detritiche decisamente attive e sovrastanti zone di alimentazione, ove non venisse effettuata una perimetrazione specifica ai sensi dell'art. 35, comma 2;
- 3) aree di versante acclive fortemente imbibite interessanti elevati spessori di terreni di copertura con caratteristiche geotecniche scadenti;
- 4) frane di scivolamento e colamento coinvolgenti spessori di terreno superiori a qualche metro o ad alta pericolosità;
- 5) ghiacciai.

- b) **Aree a media pericolosità – F2.** Settori soggetti o potenzialmente soggetti a fenomeni franosi, con probabilità di accadimento meno frequente della classe precedente e che si innescano generalmente in occasione di eventi idrogeologici di una certa importanza:

- 1) estesi settori con acclività  $> 50^\circ$ ;
- 2) modesti fenomeni di crollo sporadico ed isolato da pareti rocciose;
- 3) coni detritici, falde detritiche e coni misti sporadicamente attivi, ove non venisse effettuata una perimetrazione specifica ai sensi dell'art. 35, comma 2;
- 4) fenomeni crionivali (rock glaciers, ecc.);

- 5) porzioni di accumuli di frana e di paleofrana riconosciuti, corrispondenti ai settori più acclivi ed imbibiti o pericolosi;
  - 6) frane di scivolamento e colamento di piccole dimensioni;
  - 7) terreni di copertura privi di vegetazione, non ancora stabilizzati e quindi facilmente soggetti ad erosione (es. morene recenti);
  - 8) settori di versante acclive fortemente imbibite, caratterizzati da spessori limitati di terreno con caratteristiche geotecniche scadenti.
- c) Aree a bassa pericolosità – F3.** Settori soggetti o potenzialmente soggetti a fenomeni franosi con probabilità di accadimento eccezionale, che si innescano generalmente in occasione di eventi idrogeologici particolarmente gravosi:
- 1) terreni con acclività compresa tra 35° e 50° (29° e 50° nei settori con maggiori indizi di pericolosità);
  - 2) porzioni di accumuli di frana o di paleofrana riconosciuti come privi di indizi di pericolosità;
  - 3) aree di imbibizione pianeggianti o di piccola estensione e ridotto spessore, interessanti terreni con caratteristiche geotecniche scadenti.

## **CRITERI OPERATIVI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ**

Con il presente documento, oltre agli adempimenti normativi precedentemente riportati, si intendono esplicitare i criteri tecnici utilizzati dagli uffici competenti nell'ambito delle attività di supporto ai tecnici incaricati dai Comuni per la definizione delle aree a differente pericolosità, ai fini dell'approvazione delle cartografie degli ambiti inedificabili riferiti ai terreni sedi di frane, di cui all'art. 35 della l.r. 11/1998.

Ai sensi dell'art. 38, comma 4 della l.r. 11/1998, le valutazioni della pericolosità devono essere costantemente aggiornate rispetto:

- 1 al quadro dei dissesti aggiornato (catasto dissesti regionale – <http://catastodissesti.partout.it/>);
- 2 a nuove indagini e studi di dettaglio della pericolosità idrogeologica di parti del territorio;
- 3 al mutamento sostanziale del quadro di riferimento alla base delle delimitazioni già approvate.

Nel seguito si citano inoltre alcuni studi utili al fine di identificare e caratterizzare i fenomeni franosi presenti sul territorio regionale.

### PSinSar

L'utilizzo delle informazioni derivanti dai dati PS-INSAR ([http://www.regione.vda.it/territorio/territorio/rischiidrogeologici/conoscere\\_territorio\\_e\\_rischi/pericolosita\\_idrogeologica/psinsar\\_i.aspx](http://www.regione.vda.it/territorio/territorio/rischiidrogeologici/conoscere_territorio_e_rischi/pericolosita_idrogeologica/psinsar_i.aspx)), nell'ambito della definizione dei settori a diversa pericolosità, permette di valutare se siano presenti segnali di maggiore criticità rispetto al contesto geologico.

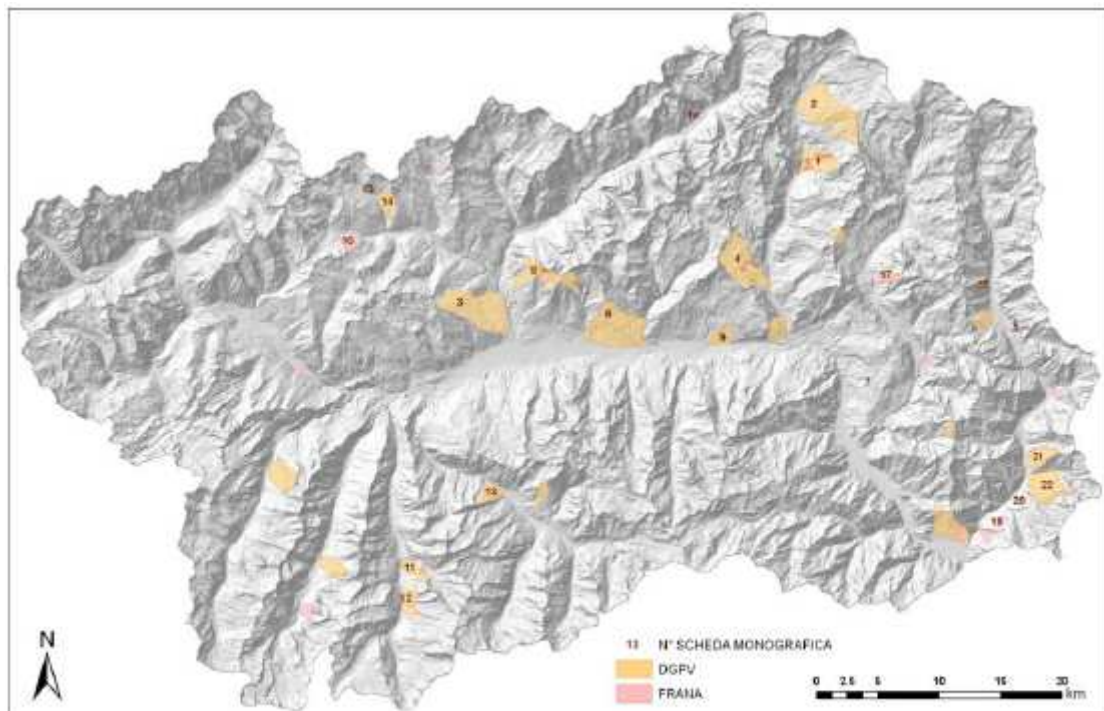


Fig. 2 – Ubicazione dei fenomeni gravitativi (arancione: DGPV; rosa: frane) per i quali è stata prodotta la scheda monografica (di cui si riporta il numero).

Sono inoltre disponibili 22 schede monografiche:

1. DGPV Valtournenche;
2. DGPV di Cervinia;
3. DGPV Punta Chaligne;



4. DGPV di Torgnon;
5. Frana complessa di Bosmatto;
6. DGPV di Quart;
7. DGPV di Emarèse;
8. DGPV becca di Viou – Closellinaz;
9. DGPV Chambave;
10. DGPV La Raye du Sodz;
11. DGPV Côte de la Tsoi;
12. DGPV Grand Clapey – Vallon de Money;
13. DGPV Côte de Lavincusse (Epinel);
14. DGPV Côte de Barasson;
15. Frana Tunnel del Gran San Bernardo;
16. Settore in deformazione Diga di Place Moulin;
17. DGPV Pointe Mascognaz;
18. DGPV e frana Corno Vitello;
19. Fenomeno complesso di Plan de Chenaly;
20. Fenomeno complesso di Chichiaz;
21. DGPV Cime de Marmontana;
22. Fenomeno complesso Mont de Leretta.

## **DGPV**

Sono altresì disponibili alcuni studi relativamente all'analisi geomorfologica dei settori di versante interessati da deformazione gravitativa profonda.

**Carta della franosità** -“Applicazioni geologiche, geomorfologiche e geomatiche per l’analisi e l’interpretazione a fini operativi dell’evoluzione e della dinamica dei versanti sul territorio valdostano” a cura del Dipartimento di Scienze della terra dell’Università di Torino.

Tale documento fornisce a scala regionale alcune indicazioni relative alla propensione al dissesto dei versanti. Per quanto riguarda le analisi a scala locale, tale documento permette comunque di pervenire ad una classificazione di maggiore dettaglio della propensione al dissesto dei settori di depositi di versante in funzione di alcuni fattori di criticità, rispetto alla sola applicazione della dGR di riferimento n. 2939/2008. È possibile prendere visione dell’intero documento contattando la Struttura assetto del territorio – Ufficio coordinamento piani e ambiti inedificabili. Nel seguito sono riassunti i passaggi di maggiore interesse ai fini della definizione delle aree a differente pericolosità per la redazione delle cartografie degli ambiti inedificabili dei terreni sedi di frane.

Un primo aspetto emerso dalla disponibilità di tale studio riguarda il ruolo importante dell’acclività dei settori. La dGR n. 2939/2008 prevede la classificazione in fascia a media pericolosità (F2) per i settori ad acclività  $> 50^\circ$  e in fascia a bassa pericolosità (F3) per i settori con acclività compresa tra  $35$  e  $50^\circ$ . Nel corso degli anni, a seguito di verifiche puntuali, tali classi clivometriche non sempre risultano coerenti con la reale pericolosità dei siti, in considerazione anche di locali condizioni morfologiche particolari (es piccole porzioni denudate, muretti a secco in equilibrio precario, piccole erosioni non cartografate etc) e/o condizioni geotecniche scadenti o mediocre (es. venute d’acqua).

Per interpretare al meglio le indicazioni della deliberazione della Giunta regionale n. 2939/2008 in riferimento all’acclività dei siti, si consiglia di integrare le valutazioni relative alla pendenza con ulteriori informazioni territoriali.

L’approccio richiesto ai fini della definizione delle cartografie degli ambiti inedificabili può prescindere dall’approccio numerico dello studio originario, per classificare anche solo da un punto di vista qualitativo le informazioni territoriali di seguito elencate in ordine di criticità crescente, alla quale in ogni caso si devono comunque aggiungere valutazioni derivate dall’esperienza personale, al fine di omogeneizzare l’assegnazione di una classe di pericolosità idonea.

I fattori di riferimento per le analisi riferite alla propensione al dissesto dei versanti riguardano:

1) **la tipologia della litofacies:** (riferimento legenda delle litofacies in allegato)

Litofacies meno critiche: 2c e 5;

Litofacies mediamente critiche: 2a, 2b, 2d, 3, 4a, 4b, 4c,4d, 4e, 8a e 8b;

Litofacies a maggiore criticità: 1 – 4f – 6 – 7.



**2) spessore deposito (criticità crescente):**

ordine decimetrico  
metrico  
10-20 metri  
pluridecametrico

**3) attività degli agenti di erosione /presenza di sorgenti o venute d'acqua/ presenza di impluvi/ manufatti antropici (muretti a secco, tagli stradali o sentieristici,..):**

assenza di agente di erosione/venute d'acqua/ecc in potenziale attività  
attività erosiva/ecc di debole intensità  
attività erosionale/ecc che interessa marginalmente il settore  
attività erosionale che interessa direttamente il settore

**4) morfologia della superficie di appoggio basale (stimata dall'osservazione di terreno o da informazioni derivanti da indagini più approfondite eventualmente disponibili):**

superficie di appoggio sub-orizzontale ( $0^{\circ}$ - $5^{\circ}$ )  
superficie di appoggio debolmente inclinata ( $5^{\circ}$ - $15^{\circ}$ )  
superficie di appoggio mediamente inclinata ( $15^{\circ}$ - $30^{\circ}$ )  
superficie di appoggio fortemente inclinata ( $>30^{\circ}$ )

**5) acclività deposito:**

superficie sommitale sub-orizzontale ( $0^{\circ}$ - $5^{\circ}$ )  
superficie sommitale debolmente inclinata ( $5^{\circ}$ - $15^{\circ}$ )  
superficie sommitale mediamente inclinata ( $15^{\circ}$ - $35^{\circ}$ )  
superficie sommitale fortemente inclinata ( $>35^{\circ}$ )

In casi specifici, nella relazione tecnica, per la caratterizzazione dei settori in frana, dovrà essere fornito un modello geologico di riferimento, opportunamente corredato da sezioni interpretative del fenomeno atteso e arricchito con le informazioni provenienti da indagini dirette/indirette o dai monitoraggi preesistenti.

**Studio sui suoli** "Ottimizzazione del sistema di allertamento regionale per il rischio idrogeologico ai fini di protezione civile: produzione di una carta di vulnerabilità dei suoli" - scala 1:100.000, a cura del Centro interdipartimentale di ricerca sui rischi naturali in ambiente montano e collinare (NatRISK).

È inoltre disponibile, a scala regionale, uno studio specifico sulla criticità dei suoli, in modo da verificare situazioni predisponenti fenomeni franosi superficiali e settori di alimentazione di colate detritiche.

A scala locale, sono inoltre disponibili valutazioni di maggiore dettaglio sempre riferite alle condizioni di stabilità dei suoli. I settori per i quali sono disponibili questi approfondimenti sono:

- settore di Nus: da Nus fino a Verrayes;
- settore Saint-Marcel: da Brissogne fino a Pontey;
- settore Valpelline (Allein, Doues, Ollomont, Oyace, Bionaz);
- settore Saint-Rhémy-en-Bosses;
- settore Cogne (Gimillan).

### **Caduta massi**

Per quanto concerne, i settori oggetto di approfondimento per mezzo di studio di dettaglio della parete rocciosa, con sviluppo di simulazioni di caduta massi e di valutazione dell'interazione con le opere di mitigazione del rischio esistenti (valli paramassi), si forniscono le seguenti indicazioni operative per la definizione delle aree a differente pericolosità.

- Reperire i dissesti storici presso l'amministrazione regionale e/o integrarli con altre fonti.
- Effettuare un rilievo geomorfologico della parete rocciosa per un settore laterale significativo al fine di individuare ed ubicare cartograficamente:
  - nicchie di distacco;
  - settori rilasciati;
  - segni premonitori di qualsiasi tipologia (venute d'acqua, alterazioni, etc);
  - blocchi ruotati o isolati;
  - macrodiscontinuità, fratture.
- Effettuare un rilievo geomorfologico del settore al piede della parete rocciosa considerando una larghezza significativa a lato della parete (i massi tendono a disperdersi per un decimo della lunghezza dell'ipotetica traiettoria). Nello specifico si dovrà reperire:
  - rilievo dettagliato dei terreni di copertura, ubicandoli correttamente in carta (traccia del profilo dovrà essere riportata su allegato fotografico);
  - rilievo della posizione e dimensione dei testimoni muti. Nel caso in cui si conosca la zona di distacco del testimone muto, data, eventuali danni...
  - cartografare la presenza di incisioni o canali di deforestazione.
- Dalla prima analisi della parete rocciosa e del settore sottostante effettuare una suddivisione in aree omogenee che saranno caratterizzate:



**parete rocciosa:**

- stessa litologia;
- analoga orientazione e pendenza;
- analogia nella orientazione delle “famiglie” delle discontinuità;
- analogia nella persistenza delle discontinuità;
- analogia nella spaziatura delle discontinuità;

**versante sottostante:**

- analoga pezzatura del detrito di falda (se presente);
  - stesso stato e grado di alimentazione.
- Rilievi strutturali di dettaglio nelle diverse aree omogenee (quando possibile). Il rilievo dovrà essere effettuato mediante stendimento di lunghezza adeguata e dovrà contenere:
    - orientazione spaziale del fronte della parete;
    - orientazione spaziale delle discontinuità;
    - apertura;
    - spaziatura;
    - persistenza;
    - presenza di riempimento;
    - presenza di acqua;
    - aspetto delle superfici.
  - La rappresentazione delle giaciture dei piani di discontinuità dovrà essere effettuata attraverso le proiezioni sferiche, equatoriali o polari. Effettuare quindi un'analisi statistica della distribuzione dei poli, per l'individuazione dei valori di giacitura più rappresentativi delle singole famiglie, corrispondenti con le zone di massimo addensamento dei poli.
  - Analisi dei possibili cinematismi mediante test (es. Markland o Test di Matheson o Test di Harrison o Hudson) per individuare quantitativamente le discontinuità che rappresentano piani di scivolamento in un pendio in roccia. Rappresentazione dell'orientazione del pendio, dei piani di discontinuità e dell'angolo di attrito delle discontinuità attraverso proiezioni stereografiche. In pratica tale metodo permette di identificare come famiglie di discontinuità potenzialmente critiche solo quelle famiglie che ricadono all'interno di un'area critica per la stabilità dell'ammasso roccioso. Il criterio di determinazione dell'area critica varia in relazione al cinematismo d'instabilità esaminato. I test in genere contemplano l'instabilità per scivolamento planare, instabilità per scivolamento di un cuneo, instabilità per ribaltamento flessionale e instabilità per ribaltamento diretto su blocchi.
  - Eventuale classificazione dell'ammasso roccioso. Tra le classificazioni: Bieniawski e

Barton.

- Dall'unione delle osservazioni inerenti l'analisi strutturale e l'analisi qualitativa delle aree omogenee (parete e detrito) si deve estrapolare la dimensione dei blocchi medi e max che possono essere rilasciati dalla parete e quindi da utilizzare nelle varie simulazioni.
- Analisi e descrizione dettagliata delle opere di protezione attiva e passiva. Si dovrà anche allegare copia della relazione tecnica e del progetto delle opere di protezione, se disponibili, nonché il certificato di regolare esecuzione o il collaudo delle stesse, e fornire una valutazione dettagliata dello stato di efficienza delle opere rispetto ai fenomeni attesi. Normalmente a titolo cautelativo le opere di protezione attiva e le opere tipo reti paramassi non vengono prese in considerazione nella simulazione di caduta massi.
- Nella Simulazione di caduta massi (mediante programmi 2d o 3d) si dovranno fornire le seguenti informazioni:
  - profilo topografico inserendo eventuali edifici con altezze reali che possono fungere da barriera. Ubicazione dei profili su cartografia adeguata (allegare i file di descrizione del pendio);
  - i coefficienti di restituzione normale e tangenziale e l'angolo di attrito inerente i materiali costituenti il profilo topografico (allegare i file)
  - nel caso in cui si abbiano a disposizione testimoni muti, il cui punto di distacco è conosciuto, si dovrà affrontare una simulazione in back analysis al fine di calibrare i coefficienti di restituzione. Effettuato ciò si potrà procedere con la simulazione (allegare le simulazioni di back analysis);
  - forma del blocco (in funzione del software utilizzato);
  - dimensione del blocco (il dato di input dovrà fare riferimento alle analisi strutturali etc) (in funzione del software utilizzato);
  - Punto di distacco (in funzione del software utilizzato);
  - Velocità iniziale;
  - Numero di lanci (non inferiore a 1000 per ogni simulazione e fino a convergenza del modello).
- I risultati dovranno essere rappresentati mediante grafici ben visibili e analizzabili in qualsiasi punto. Elenco dei grafici:
  - grafico delle traiettorie calcolate (in ascissa devono essere riportate le distanze progressive, in ordinata le altezze delle parabole);
  - diagrammi di velocità;
  - diagrammi di energia (individuare la posizione di barriere ed edifici);

- schematizzazione tabellare delle informazioni di energia, velocità, altezza parabola, % di arresto o passante nei punti significativi della sezione (indicare l'ubicazione di edifici e strade o punti di particolare interesse urbanistico).

Per quanto concerne la definizione della zonizzazione della pericolosità, nel corso delle approvazioni degli ultimi 10 anni, è stato utilizzato il criterio delle percentuali di arresto.

A seguito di considerazioni a favore di tutela, negli ultimi anni si è chiesto un approccio maggiormente cautelativo nella definizione delle fasce di pericolosità, in considerazione dei fenomeni di caduta massi. **Si richiede pertanto di estendere la fascia ad elevata pericolosità F1 fino all'arresto del 100% dei blocchi.** È lasciata alla sensibilità e all'esperienza del tecnico incaricato la scelta della larghezza della fascia a media pericolosità, come buffer in modo da racchiudere l'incertezza delle simulazioni (tale buffer, può essere più o meno ampio in funzione di quanto precise si considerano le simulazioni: in particolare la bontà dei dati di input, l'accuratezza dell'andamento del profilo, la presenza di back analysis...etc).

La zonizzazione proposta deve comunque essere coerente con la presenza di testimoni muti o con le informazioni di dissesti pregressi.

La perimetrazione della pericolosità dovrà tenere in considerazione gli effetti della deviazione laterale. Anche se i massi tendono sostanzialmente a seguire la linea di massima pendenza, lungo il loro movimento si verifica sempre una più o meno marcata deviazione laterale dovuta alla disposizione nello spazio (direzione ed inclinazione) dei singoli punti del versante colpiti dal masso in caduta e da cui dipende la direzione del successivo tratto di percorso. Studi sulla dispersione laterale delle traiettorie hanno mostrato che, in assenza di marcati impluvi o displuvi, i massi tendono a disperdersi creando un fronte di arrivi della larghezza pari a circa un decimo della lunghezza della traiettoria e che, inoltre, maggiore è l'inclinazione del pendio, minore è la dispersione laterale.

Per quanto riguarda le opere di difesa attive e passive, del tipo rete paramassi, non possono costituire elemento di riduzione della pericolosità.

In particolare poi per quanto concerne le opere presenti sul territorio sarà necessario fare riferimento anche a quanto disposto nella dGR 2939/2008.

### **Approfondimenti condotti mediante criterio geomorfologico**

Nel caso di approfondimenti condotti mediante criterio geomorfologico, nella relazione tecnica è necessario fornire una descrizione geologico-geomorfologica generale del sito e fornire gli estratti



cartografici di approfondimento (carta dell'acclività, carta geologica, carta dei dissesti ed eventuale carta d'uso del suolo). Tali informazioni possono essere riassunte nelle tabelle sotto riportate, al fine di chiarire i fattori principali che determinano la definizione della classe di pericolosità riferita al sito specifico.

A titolo esemplificativo:

Area ad elevata pericolosità F1

<b>Problematica</b>	<b>Presenza (SI/NO)</b>
Frane di crollo coinvolgenti elevati volumi, estese superfici, e con marcato stato di attività (rif. dGR 2939/2008)	
Coni e falde detritiche decisamente attive e sovrastanti zone di alimentazione, ove non venisse effettuata una perimetrazione specifica ai sensi dell'art. 35, comma 2 (rif. dGR 2939/2008)	
Aree di versante acclive fortemente imbibite interessanti elevati spessori di terreni di copertura con caratteristiche geotecniche scadenti (rif. dGR 2939/2008 e rif. carta della franosità)	
Frane di scivolamento e colamento coinvolgenti spessori di terreno superiori a qualche metro o ad alta pericolosità (rif. dGR 2939/2008 e catasto dissesti regionale)	
Ghiacciai (rif. dGR 2939/2008)	
Settori di versante/parete con acclività >45°	
Settori raggiunti dalle dinamiche di caduta massi	

Area a media pericolosità F2

<b>Problematica</b>	<b>Presenza (SI/NO)</b>
Estesi settori con acclività > 50° (rif. dGR 2939/2008) e settori con acclività > 35° (rif. carta della franosità)	
Modesti fenomeni di crollo sporadico ed isolato da pareti rocciose (rif. dGR 2939/2008)	



Coni detritici, falde detritiche e coni misti sporadicamente attivi, ove non venisse effettuata una perimetrazione specifica ai sensi dell'art. 35, comma 2 (rif. dGR 2939/2008)	
Fenomeni crionivali (rock glaciers, ecc.) (rif. dGR 2939/2008)	
Porzioni di accumuli di frana e di paleofrana riconosciuti, corrispondenti ai settori più acclivi ed imbibiti o pericolosi (rif. dGR 2939/2008 e rif. carta della franosità)	
Frane di scivolamento e colamento di piccole dimensioni (rif. dGR 2939/2008 e catasto dissesti regionale)	
Terreni di copertura privi di vegetazione, non ancora stabilizzati e quindi facilmente soggetti ad erosione (es. morene recenti) (rif. dGR 2939/2008)	
Settori di versante acclive fortemente imbibite, caratterizzati da spessori limitati di terreno con caratteristiche geotecniche scadenti (rif. dGR 2939/2008 e rif. carta della franosità)	
Settori a contorno dei siti ad elevata pericolosità (buffer a margine dei settori soggetti a caduta massi,..)	

#### Area a bassa pericolosità F3

<b>Problematica</b>	<b>Presenza (SI/NO)</b>
Terreni con acclività compresa tra 35° e 50° (29° e 50° nei settori con maggiori indizi di pericolosità) (rif. dGR 2939/2008)	
Porzioni di accumuli di frana o di paleofrana riconosciuti come privi di indizi di pericolosità (rif. dGR 2939/2008 e catasto dissesti regionale)	
Aree di imbibizione pianeggianti o di piccola estensione e ridotto spessore, interessanti terreni con caratteristiche geotecniche scadenti (rif. dGR 2939/2008)	

**INDIVIDUAZIONE DEI TERRENI SEDI DI FENOMENI DI TRASPORTO IN MASSA  
(art. 35, comma 2, della L.R. 6 APRILE 1998, n. 11)**

**RIFERIMENTI NORMATIVI ESTRATTI DALLA DGR n. 2939/2008**

Le perimetrazioni di cui si tratta si riferiscono ad una tipologia di dissesto particolare, che la precedente normativa e la deliberazione della Giunta regionale n. 422/1999 non avevano disciplinato. Le aree interessate dai fenomeni di trasporto in massa non sono state finora rappresentate su un'apposita cartografia, ma sono state perimetrate sia sulla cartografia delle frane, sia su quella delle inondazioni, assumendone la relativa disciplina d'uso.

Tale doppia rappresentazione e l'impossibilità di riferire le aree in argomento ai nuovi criteri stabiliti con la presente deliberazione non permettono un automatico riferimento della nuova disciplina alle vecchie perimetrazioni. Le nuove perimetrazioni relative ai fenomeni di trasporto in massa derivano dagli esiti di appositi studi di bacino della pericolosità per colata di detrito commissionati dall'Amministrazione regionale.

**Criteri per l'individuazione della pericolosità**

1. Ai sensi dell'art. 35, comma 2, la delimitazione delle aree alluvionabili per colate detritiche viene definita in funzione di tre diversi gradi di intensità del fenomeno: elevata, media e bassa. Nell'individuazione delle aree in funzione della loro pericolosità si seguono i seguenti criteri:
  - a) **aree ad alta pericolosità ai sensi dell'art. 35, comma 2 – DF1:** aree comprese all'interno della porzione di territorio delimitata principalmente dal percorso descritto dallo scorrimento della colata detritica e dalla sua larghezza trasversale di dispersione, secondo le modalità esplicitate nell'allegato 1;
  - b) **aree a media pericolosità ai sensi dell'art. 35, comma 2 – DF2 :** aree al contorno della fascia DF1, definite secondo le specifiche di cui all'allegato 1;
  - c) **aree a bassa pericolosità ai sensi dell'art. 35, comma 2 – DF3:** aree interessate dai flussi prevalentemente liquidi che si manifestano intorno alle aree di cui alle precedenti lettere a) e b), nelle quali, dopo l'arresto della colata, si verifica il rilascio della parte acquosa in essa contenuta. In genere tale fascia rappresenta l'intero conoide morfologico.
2. Le aree di cui al comma 1 sono delimitate, con le modalità e secondo le procedure di cui all'articolo 38, sulla base di idonei studi realizzati secondo specifiche metodiche di valutazione della pericolosità definite con deliberazione della Giunta regionale. L'allegato n. 1 al presente documento definisce le linee guida per la valutazione della pericolosità da effettuarsi con gli specifici studi previsti dalla normativa, nonché l'elenco degli elaborati che compongono lo studio idoneo a rappresentare le condizioni di pericolosità per trasporto in massa, come previsto dalla l.r. n. 11/1998.

**CRITERI OPERATIVI PER LE MODALITÀ DI RECEPIMENTO DEGLI ESITI DEGLI STUDI DI BACINO**

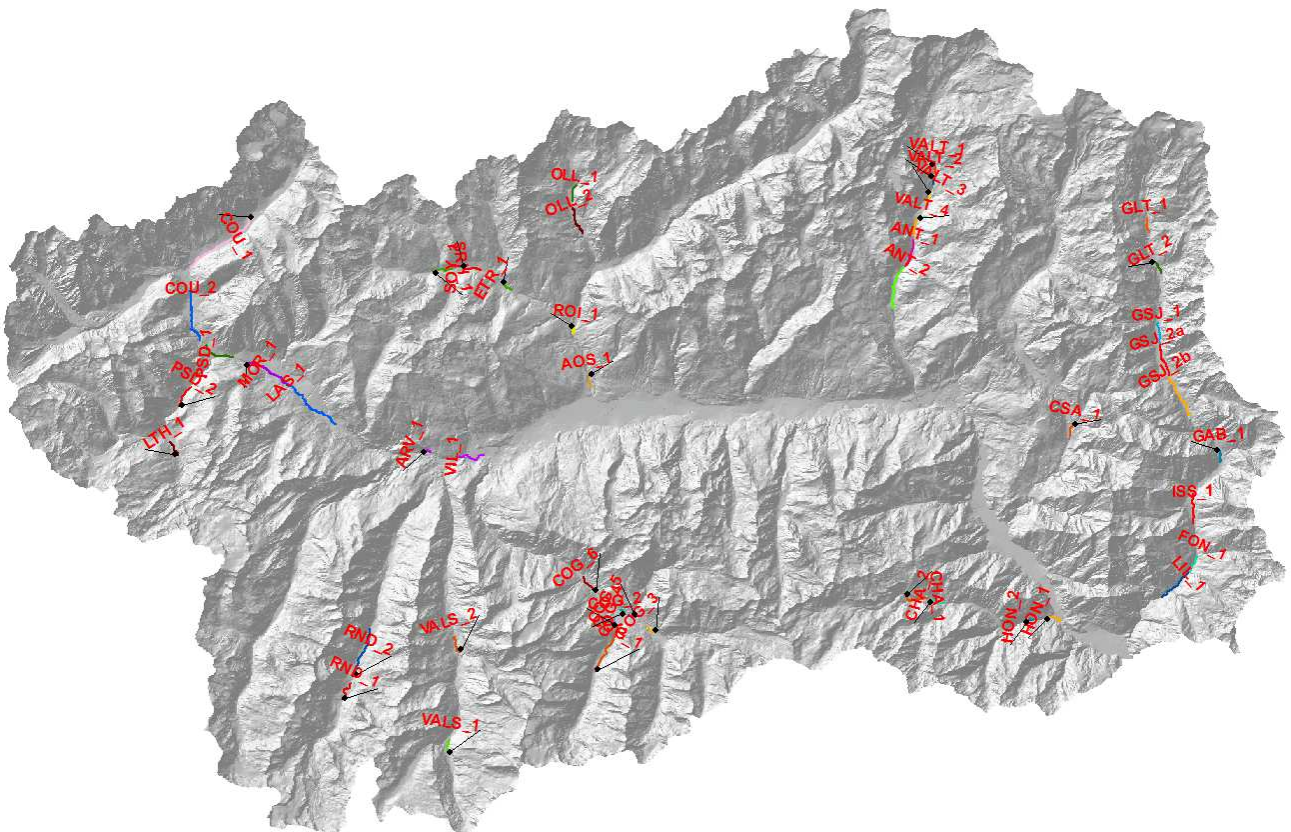


Per il recepimento dei risultati di uno o più studi di bacino è necessario procedere come segue:

1. predisporre la nuova cartografia dei terreni sedi di fenomeni di trasporto in massa ai sensi dell'art. 35,c.2 della l.r. n. 11/1998 recependo le perimetrazioni dello studio di bacino oppure proponendo delle modifiche opportunamente giustificate e raccolte in un paragrafo apposito della relazione tecnica. La nuova cartografia "Carta dei terreni sedi di fenomeni di trasporto di massa" sarà redatta in scala 1:2.000 su base C.T.R. e su base catastale.
2. Modificare la cartografia dei terreni a rischio di inondazioni (art. 36 della l.r. 11/1998) rappresentando le sole criticità dovute alla dinamica liquida comprensiva del trasporto solido ordinario.
3. Modificare la cartografia dei terreni sedi di frane (art. 35 della l.r. 11/1998) eliminando dal conoide le precedenti perimetrazioni relative alla colata di detrito e lasciando unicamente le dinamiche provenienti dal versante. Sarà pertanto necessario verificare e approfondire la presenza di fenomeni di instabilità di versante che insistono sul conoide.
4. Verificare la coerenza tra la vigente carta prescrittiva dei terreni sedi di frane (art. 35 della l.r. 11/1998) nel bacino idrografico e le carte motivazionali dello studio di bacino (carta geologica e carta dei dissesti). Tale confronto potrà portare ad un'eventuale modifica delle cartografie dei terreni sedi di frane.
5. Prevedere dei sopralluoghi di terreno per verificare la zonizzazione proposta.
6. Predisporre una relazione tecnica contenente le informazioni/dati principali dello studio di bacino nonché un'analisi critica dello stesso in cui il professionista, in collaborazione con gli uffici competenti, verifica in particolare la coerenza territoriale e informativa dello studio. Il tecnico incaricato deve poi riportare chiaramente se concorda con l'esito dello studio di bacino; eventuali modifiche alle perimetrazioni dovranno essere puntualmente giustificate sempre nel rispetto dei criteri delle specifiche tecniche.

Cartograficamente, si raccomanda di curare il raccordo tra le cartografie precedentemente approvate riferite ai terreni sedi di frane, ai sensi dell'art. 35 della l.r. 11/1998, e a rischio di inondazioni, ai sensi dell'art. 36 della l.r. 11/1998, e gli esiti degli studi di bacino (in particolare nei settori apicali dei conoidi).

Nelle valutazioni relative ai terreni a rischio di inondazioni, si fa presente che il Dipartimento programmazione, difesa del suolo e risorse idriche mette a disposizione anche le risultanze di uno studio idrologico-idraulico, relativo alle zone di confluenza tra bacini studiati e aste principali.



Comune	Codice	Documenti disponibili	
		Simulazioni HEC-Geo-RAS	Relazione tecnica
Antey	ANT 1	X	X
Antey	ANT 2	X	X
Aosta	AOS 1	X	
Arvier	ARV 1	X	X
Champorcher	CHA_1	X	X
Champorcher	CHA_2	X	X



Cogne	COG_1	X	X
Cogne	COG_2	X	X
Cogne	COG_3	X	X
Cogne	COG_4	X	X
Cogne	COG_5	X	X
Cogne	COG_6	X	X
Courmayeur	COU_1	X	X
Courmayeur	COU_2	X	X
Challand-Saint-Anselme	CSA_1	X	
Etroubles	ETR_1	X	X
Fontainemore	FON_1	X	X
Gaby	GAB_1	X	X
Gressoney-la-Trinité	GLT_1	X	X
Gressoney-la-Trinité	GLT_2	X	X
Gressoney-Saint-Jean	GSJ_1	X	X
Gressoney-Saint-Jean	GSJ_2b	X	X
Hône	HON_1	X	X
Hône	HON_2	X	X
Issime	ISS_1	X	X
La Salle	LAS_1	X	X
Lillianes	LIL_1	X	X
La Thuile	LTH_1	X	X
Morgex	MOR_1	X	X



Ollomont	OLL_1	X	
Ollomont	OLL_2	X	
Pré-Saint-Didier	PSD_1	X	X
Pré-Saint-Didier	PSD_2	X	X
Roisan	ROI	X	
Rhemes-Notre-Dame	RND_1	X	X
Rhemes-Notre-Dame	RND_2	X	X
Saint-Oyen	SOY_1	X	X
Saint-Pierre		X	X
Saint-Rhémy-en-Bosses	SRH_1	X	X
Valsavarenche	VALS_1	X	X
Valsavarenche	VALS_2	X	X
Valtournenche	VALT_1	X	X
Valtournenche	VALT_2	X	X
Valtournenche	VALT_3	X	X
Valtournenche	VALT_4	X	X
Villeneuve	VIL_1	X	X

Per tutti gli approfondimenti relativi alle analisi di colata detritica con metodo semplificato, si ricorda che occorre seguire le indicazioni dell'allegato alla dGR 2939/2008 e i vincoli relativi alla colata di detrito devono essere rappresentati mediante il doppio vincolo, frane e inondazioni.

**TERRENI A RISCHIO DI INONDAZIONE (art. 36 della L.R. 6 APRILE 1998, n. 11)**

**RIFERIMENTI NORMATIVI**

1. Ai fini della presente deliberazione si intendono per:
  - a) «aree regolarizzate sotto l'aspetto idraulico»: le aree nelle quali opere di protezione spondale, manufatti, abitazioni e/o infrastrutture delimitano in modo continuo e puntuale il corso d'acqua, anche oltre le sponde fisiche dello stesso;
  - b) «ipotesi del progetto di sistemazione idraulica del corso d'acqua»: le condizioni e le ipotesi che sono state assunte a fondamento della progettazione delle sistemazioni idrauliche (quali portate liquide o solide);
  - c) «storicamente alimentate»: testimoniate mediante materiale fotografico o documentale e/o evidenze fisiche sul terreno quali testimoni muti.
2. Ai sensi dell'articolo 36 della l.r. 6 aprile 1998, n. 11 «Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta» vengono definite le modalità di delimitazione dei terreni a rischio di inondazioni riguardanti i corsi d'acqua regionali non individuati dal Piano stralcio delle fasce fluviali dell'Autorità di bacino del fiume Po, e la disciplina delle trasformazioni urbanistiche e dell'attività edificatoria all'interno delle suddette aree. Quanto previsto dal Piano stralcio delle fasce fluviali, adeguatamente aggiornato per tenere conto, in particolare, delle conseguenze dell'evento alluvionale che ha colpito la Valle d'Aosta nel mese di ottobre 2000, è confluito nel Piano dell'assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di bacino del fiume Po. Ogni riferimento al Piano stralcio delle fasce fluviali deve pertanto essere interpretato, per la parte relativa alle fasce fluviali, come riferimento al PAI.
3. Le differenti fasce sono individuate al fine di assicurare un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni alluvionali, il ripristino, la riqualificazione e la tutela delle caratteristiche ambientali del territorio e della risorsa idrica, la programmazione dell'uso del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni.
4. Come stabilito dall'art. 36 della l.r. n. 11/1998 citata, ai terreni a rischio di inondazioni delimitati sia ai sensi del PAI sia ai sensi dei comma 1 e 2 dell'art. 36 medesimo, si applicano le disposizioni del presente documento che disciplinano pertanto le trasformazioni, gli interventi, gli usi e le attività relativi ai territori interessati, ed in generale le norme della pianificazione urbanistica locale.
5. Tipi di analisi cartografiche richiesti per le aree a rischio di inondazione.
  - CARTE MOTIVAZIONALI : Carta geologica-morfologica



Carta dei dissesti

Carta della dinamica fluviale e delle opere di difesa esistenti

Carta di uso del suolo a fini geodinamici

- CARTA PRESCRITTIVA: Zone di probabile localizzazione dei fenomeni: Ic zona o fascia di cautela (color viola);  
Aree oggetto di perimetrazione:  
Fascia A (colore rosso);  
Fascia B (colore giallo);  
Fascia C (colore verde).

6. La carta dei dissesti deve illustrare i processi, rilevati nell'intero bacino, che possono avere influenza sulla dinamica del corso d'acqua in occasione di eventi idrogeologici, integrata puntualmente dai dati relativi ad ogni singolo caso di dissesto rilevato e cartografato; devono sempre essere citate le fonti dei dati, distinguendo tra i dati desunti dal rilievo di terreno ed i dati di natura storico-bibliografica.
7. La carta della dinamica fluviale e delle opere di difesa idraulica esistenti deve illustrare i processi legati alla dinamica del corso d'acqua (in particolare i settori soggetti a sovralluvionamento, ad erosione di fondo o di sponda) ed evidenziare i punti maggiormente critici ai fini del deflusso di piena (sezioni di deflusso insufficienti, attraversamenti ecc.). Tale elaborato deve riportare, quando esistenti, la delimitazione dell'onda di piena conseguente all'apertura degli scarichi di fondo e al collasso di opere di ritenuta.
8. È necessario che l'analisi delle porzioni di territorio interessate dal rischio di inondazione sia supportata da una relazione tecnica di accompagnamento della cartografia motivazionale e prescrittiva. La relazione tecnica deve illustrare puntualmente i dati relativi ad ogni singolo caso di dissesto rilevato e cartografato nella carta dei dissesti; deve inoltre descrivere i fenomeni osservati e cartografati nella carta della dinamica fluviale e descrivere e valutare criticamente le opere di sistemazione esistenti. Essa deve, inoltre, contenere l'elenco delle motivazioni che hanno portato all'assegnazione di una data classe di rischio per ogni fenomeno. Vi devono poi essere indicate le prescrizioni e/o le raccomandazioni rispetto ai limiti di edificazione e agli accorgimenti costruttivi che il professionista ritiene di introdurre per ogni classe di rischio. I contenuti della relazione tecnica devono altresì rispettare le seguenti indicazioni:
  - indicare i criteri di perimetrazione (in accordo con quanto concordato in fase di concertazione);



- riportare gli elementi utilizzati per la definizione delle fasce a diversa pericolosità secondo il criterio idraulico, anche se utilizzato ad integrazione del criterio geomorfologico;
  - riportare gli elementi utilizzati per la valutazione della riduzione del grado di pericolosità in una determinata area, conseguente all'opera di protezione prevista;
  - riportare i dissesti desunti dalle differenti Banche Dati disponibili;
  - suggerire eventuali accorgimenti atti a limitare gli effetti di un'eventuale esondazione
9. L'utilizzo del criterio idraulico per la perimetrazione delle fasce a diversa pericolosità deve rispettare le condizioni sotto riportate:
- indicare il metodo per il calcolo della portata;
  - indicare i valori di precipitazione utilizzati per la stima della portata riferita ai diversi tempi di ritorno che devono fare riferimento ai più recenti studi di regionalizzazione, secondo le indicazioni fornite in fase di concertazione;
  - le sezioni oggetto di verifica devono essere descritte puntualmente (geometria dell'alveo, pendenza, tipologia costruttiva,...) e posizionate cartograficamente su un estratto della carta della dinamica fluviale di dettaglio adeguato, fermo restando quanto indicato al punto B1, comma 3, lettera b) seguente;
  - per le verifiche idrauliche occorre esplicitare tutte le variabili e le formule utilizzate per la stima della portata smaltibile;
  - indicare il franco idraulico risultante dalle verifiche effettuate.

### **Criteria per l'individuazione della pericolosità**

1. Le aree inondabili sono delimitate sulla base delle indicazioni riportate nel prosieguo, distinguendo tra il corso della Dora Baltea, dalla confluenza tra il torrente Grand Eyvia e il confine regionale, e gli altri corsi d'acqua regionali, dove i dissesti morfologici che possono generarsi lungo le sponde determinano fenomeni di trasporto solido anche rilevante (ad eccezione dei casi di cui al Paragrafo B).
2. Per quanto riguarda la Dora Baltea, dalla confluenza del torrente Grand Eyvia al confine regionale, le aree inondabili (classificate in fasce fluviali A, B e C) sono quelle perimetrare nell'ambito del "Progetto di variante al PAI – Variante delle fasce fluviali del fiume Dora Baltea" - adottato con la deliberazione del Comitato Istituzionale n. 17/2004 del 05.10.2004.

### **Criteria generali per individuare le aree inondabili non oggetto del PAI.**

1. Nelle aree limitrofe ai corsi d'acqua vengono individuate classi di inondabilità, sulla base della classificazione introdotta nel PAI dall'Autorità di bacino del fiume Po e della relativa disciplina d'uso del territorio, adeguate alle peculiarità dei corsi d'acqua alpini.

2. Le aree che possono essere interessate da inondazione sono distinte in tre diverse fasce, A, B e C, individuate, in relazione alle caratteristiche e alla pericolosità dei fenomeni di esondazione e dei dissesti morfologici che possono prodursi lungo le aste dei corsi d'acqua, nel modo seguente.

L'individuazione deve essere effettuata su base geomorfologica, ossia su caratteri direttamente visibili sul terreno, integrandoli, ogni qualvolta sia possibile, con studi idrologici-idraulici e con rilievi aerei relativi ad eventi di piena gravosi. La definizione delle aree sarà data dalla sovrapposizione degli studi anzi descritti.

Nella valutazione della pericolosità, ai fini della definizione delle aree di fascia A, B e C, deve essere considerata anche la probabilità di accadimento del fenomeno (tempi di ritorno) ed deve essere effettuata un'analisi storica.

3. Ai fini dell'individuazione delle fasce, in relazione alla specifica tipologia del fenomeno idraulico, si osserveranno i seguenti criteri.

**a) Criterio geomorfologico.** L'analisi geomorfologica deve essere finalizzata all'individuazione dell'alveo attivo e delle forme fluviali abbandonate ma riattivabili in piena, tenuto conto degli interventi di sistemazione effettuati sul bacino o direttamente sul corso d'acqua in esame. In particolare, contribuiscono alla individuazione delle aree alluvionabili secondo il criterio geomorfologico:

- 1) la delimitazione attuale dell'alveo di magra,
- 2) la delimitazione dell'alveo di piena ordinaria,
- 3) l'individuazione dei dissesti e dei settori ad elevata propensione al dissesto in grado di interferire direttamente o indirettamente con la dinamica del corso d'acqua,
- 4) l'analisi del grado di propensione al dissesto dei conoidi sulla base dello studio delle caratteristiche geomorfiche del bacino e della tipologia del cono,
- 5) la delimitazione di tutte le forme fluviali attive in epoca recente (ultimi 30 anni) ed eventualmente ancora interessate dall'azione morfogenetica del corso d'acqua nel corso degli eventi di piena più gravosi.

**b) Criterio idraulico.** Lo studio idrologico-idraulico può essere effettuato solo se sono disponibili sezioni d'alveo recenti e sufficientemente fitte da consentire una ricostruzione esaustiva della geometria d'alveo. Per il calcolo dei profili di piena tramite impiego di modello numerico, si assumerà come piena di riferimento un tempo di ritorno pari a:



- 1) 20 anni per la fascia di tipo A
  - 2) 100 anni per la fascia di tipo B
  - 3) non inferiore a 200 per la fascia di tipo C
4. Qualora esistano opere di ritenuta artificiale nel bacino, il calcolo dei profili di piena deve considerare il contributo dell'intero bacino.
  5. Nella perimetrazione delle fasce dovranno essere utilizzati gli studi idraulici già in possesso delle amministrazioni comunali o regionale. In relazione all'esistenza di situazioni di grave pericolo per infrastrutture e vite umane e in assenza di studi specifici, in accordo con il Comune potranno essere approfondite le verifiche idrauliche.
  6. L'individuazione delle aree alluvionabili deve tener conto anche delle zone caratterizzate da difficoltà di drenaggio per motivi diversi (morfologia depressa, effetto sbarramento da parte di rilevati artificiali, bassa capacità drenante dei suoli, assenza di reticolo idrografico), in grado di causare un allagamento non direttamente correlabile a corsi d'acqua naturali.
  7. Nel caso di settori di bacino sottesi da opere di ritenuta, le aree inondabili a causa delle operazioni di svaso o per collasso della struttura devono essere indicate nella cartografia della dinamica fluviale, ma non hanno alcun effetto sulla perimetrazioni delle aree a diversa pericolosità di inondazione. Tali scenari dovranno essere presi in considerazione ai fini della redazione dei piani di protezione civile comunali e intercomunali.
  8. Nella perimetrazione delle aree inondabili a seguito dell'applicazione di specifici modelli idraulici devono essere utilizzati i più recenti prodotti cartografici disponibili per il rilievo delle aree circostanti il corso d'acqua, quali i rilievi LIDAR di dettaglio adeguato, da verificare con la competente struttura in materia di opere idrauliche.

**Criteri generali per riportare sulla cartografia regionale le aree inondabili oggetto del PAI.**

1. La perimetrazione delle aree inondabili lungo la Dora Baltea, dalla confluenza del torrente Grand Eyvia, è stata oggetto di uno specifico studio di assetto del corso d'acqua, nel quale è stato sviluppato uno specifico modello idraulico. Per un congruo numero di sezioni sono pertanto disponibili i valori della portata per i tempi di ritorno caratteristici delle fasce, con i relativi franchi di sicurezza. Nel riportare tali limiti devono essere utilizzati i più recenti prodotti cartografici disponibili di rilievo delle aree circostanti il corso d'acqua. Devono quindi essere evidenziate le eventuali difformità, non imputabili alle diverse scale di rappresentazione cartografica delle fasce, esistenti tra cartografie del PAI e cartografie degli ambiti realizzate come prima specificato. Nella valutazione della compatibilità degli interventi con le condizioni

della piena di riferimento, le valutazioni idrauliche del progetto di assetto della Dora Baltea costituiscono punto di riferimento fondamentale.

2. I territori della fascia C situati a tergo del limite di progetto della fascia B, individuati come “limite di progetto tra la fascia B e C” e comprendenti le aree tratteggiate in rosso, possono essere perimetrati nelle cartografie degli ambiti sia come fasce B, per le quali varranno quindi la relativa disciplina d’uso delle aree a media pericolosità, sia, anche solo parzialmente, come fasce di cautela. In tale caso la perimetrazione deve essere concordata con la struttura regionale competente in materia di risorse idriche nell’ambito dell’adeguamento del piano regolatore comunale al piano territoriale e paesistico (PTP) e alla l.r. n. 11/1998 e in tali aree è possibile applicare la disciplina d’uso prevista al Capitolo III paragrafo D.

#### **Modalità di definizione della FASCIA A.**

1. L’area di deflusso della piena o Fascia A è costituita dalla porzione di alveo (comprese le forme fluviali riattivabili) che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena ordinaria annuale ovvero dall’insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena, oppure è sede di fenomeni idraulici e idrogeologici a pericolosità elevata o molto elevata.
2. Qualora si voglia utilizzare, per la delimitazione della fascia, un criterio idraulico, se il PAI ha assunto un tempo di ritorno pari a 50 anni per quanto concerne la Dora Baltea, dalla confluenza del torrente Grand Eyvia fino al confine regionale, si dovrà assumere, per tutti gli altri corsi d’acqua e tratti della Dora Baltea, un tempo di ritorno pari a 20 anni.
3. Nelle aree regolarizzate sotto l’aspetto idraulico il limite della fascia A coincide con l’ipotesi del progetto di sistemazione idraulica del corso d’acqua, per i valori di piena assunti per i calcoli idraulici di riferimento, a meno che non si verificano evidenze tali da inficiare la validità delle opere di protezione eventualmente presenti (arginature danneggiate, vetuste o in cattivo stato di manutenzione, opere che sbarrano o restringano l’alveo);
4. Nelle aree non regolarizzate sotto l’aspetto idraulico il limite della fascia A coincide con le aree di fondovalle (comprese quelle di possibile riattivazione di canali di deflusso abbandonati), interessate o potenzialmente interessate da fenomeni di trasporto solido grossolano e correnti ad elevata velocità o con le conoidi o settori di conoidi attive non incise all’apice o con alveo pensile, storicamente alimentate, o a valle di bacini fortemente dissestati.
5. Il limite della fascia così definito va esteso in modo da consentire la manutenzione del corso d’acqua e delle opere idrauliche presenti. La delimitazione della fascia A deve quindi essere adeguatamente estesa per comprendere anche una fascia di rispetto tale da prevedere adeguati punti di accesso dalla viabilità ordinaria, per consentire l’accesso all’alveo e il transito dei mezzi d’opera lungo le sponde. L’estensione della fascia di rispetto deve essere pari ad almeno 5 metri dal paramento esterno dell’argine o della sommità della sponda per i corsi d’acqua tributari di primo ordine rispetto alla Dora Baltea, salvo diversa valutazione in sede di concertazione.
6. Il Piano regionale di tutela delle acque, approvato con la deliberazione del Consiglio regionale n. 1788/XII dell’8 febbraio 2006, ha anche previsto una fascia, di estensione variabile a seconda

dell'importanza del corso d'acqua, a tutela dell'ecosistema fluviale. Detta fascia, ove possibile, dovrebbe essere ricompresa nell'ambito della fascia A secondo modalità da definire in sede di concertazione.

#### **Modalità di definizione della FASCIA B.**

1. L'area di esondazione o Fascia B, esterna alla fascia A, è costituita dalla porzione di territorio interessato da inondazioni al verificarsi della piena di riferimento ovvero è sede di fenomeni idraulici e idrogeologici a pericolosità media o moderata. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate, di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento).
2. Qualora si voglia utilizzare, per la delimitazione della fascia, un criterio idraulico, se il PAI ha assunto un tempo di ritorno pari a 200 anni per quanto concerne la Dora Baltea, dalla confluenza del torrente Grand Eyvia fino al confine regionale, si dovrà assumere, per tutti gli altri corsi d'acqua e tratti della Dora Baltea, un tempo di ritorno pari a 100 anni.
3. Nelle aree regolarizzate sotto l'aspetto idraulico il limite della fascia coincide con l'ipotesi del progetto di sistemazione idraulica del corso d'acqua, per i valori di piena assunti per i calcoli idraulici di riferimento, a meno che non si verificano evidenze tali da inficiare la validità delle opere di protezione eventualmente presenti (arginature danneggiate, vetuste o in cattivo stato di manutenzione, opere che sbarrano o restringono l'alveo)
4. Per le aree non regolarizzate sotto l'aspetto idraulico, la fascia B comprende le aree di fondovalle interessate da fenomeni alluvionali con prevalente portata liquida e bassa velocità della corrente e le conoidi o settori di conoidi potenzialmente attivi con caratteristiche di pericolosità inferiore a quella della Fascia A, interessati da fenomeni alluvionali con prevalente portata liquida e bassa velocità della corrente.

#### **Modalità di definizione della FASCIA C.**

1. L'area di inondazione per piena catastrofica, o Fascia C, è costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente Fascia B, che può essere interessata da inondazioni al verificarsi di eventi di piena catastrofica ovvero è sede di fenomeni idraulici e idrogeologici a bassa pericolosità.
2. Per la delimitazione della fascia secondo un criterio idraulico, se il PAI ha assunto un tempo di ritorno non inferiore a 500 anni per quanto concerne la Dora Baltea, dalla confluenza del torrente Grand Eyvia fino al confine regionale, si dovrà assumere, per tutti gli altri corsi d'acqua e tratti della Dora Baltea, un tempo di ritorno pari a 200 anni.
3. La fascia C comprende l'area di piana alluvionale e conoidi o settori di conoide, piane di fondovalle con tracce di morfologia depressa già protette e antropizzate, inondabili per eventi con tempi di piena pluricentennali o a bassa probabilità di accadimento dei fenomeni.

## **Criteria operativi per l'individuazione della pericolosità**

### **Verifiche idrauliche**

Laddove per le valutazioni si utilizzi il criterio idraulico, le verifiche devono essere eseguite in moto permanente, a meno che vi siano tutte le condizioni per una simulazione in moto uniforme (sezione e pendenza costanti) ovvero alveo di sezione cilindrica o prismatica.

Nel caso in cui il professionista lo ritenga necessario, può fare le verifiche in moto vario.

L'utilizzo di modelli numerici prevede che vengano riportati dei contenuti minimi sia in relazione tecnica e sia su supporto informatico.

In particolare è necessario riportare in relazione tecnica i seguenti contenuti minimi:

- breve descrizione e giustificazione di:
  - tipo di moto (uniforme, permanente o vario);
  - tipo di regime (sub-critico, supercritico o misto);
  - portate in ingresso per i diversi tempi di ritorno;
  - modalità di rilievo delle sezioni (rilievo con strumento topografico, laserscanner...);
  - scabrezze.
- Estratti grafici del profilo, con indicazione di:
  - pelo libero;
  - argini (dx-sx);
  - manufatti;
  - altezza critica.
- Geometria delle sezioni critiche con indicazione di:
  - pelo libero;
  - altezza critica.

I contenuti minimi da consegnare agli uffici sono i seguenti:

- Breve descrizione e giustificazione di:
  - tipo di moto (uniforme, permanente o vario);
  - tipo di regime (sub-critico, supercritico o misto);
  - portate in ingresso per i diversi tempi di ritorno;
  - modalità di rilievo delle sezioni (rilievo con strumento topografico, laserscan...);

- scabrezze;
- parametri del modello.
- Estratti grafici del profilo, con indicazione di:
  - pelo libero;
  - argini (dx-sx);
  - manufatti;
  - altezza critica.
- Geometria di tutte le sezioni analizzate con indicati:
  - pelo libero;
  - altezza critica.
- Valori tabellari dei franchi idraulici in tutte le sezioni analizzate.
- Eventuali messaggi di anomalie nella simulazione numerica.

### **Analisi idrologica**

Per l'analisi idrologica vi sono 3 diversi approcci metodologici:

- bacini con superficie < 20 kmq: metodi analitici (afflussi-deflussi) a parametri concentrati basati sul concetto dell'idrogramma unitario (ad esempio metodo SCS che ben si adatta a bacini montani) o su approcci assimilabili.
- Bacini con superficie  $\geq$  20 kmq: *Regionalizzazione delle portate* con fattore correttivo (+20%) [http://cf.regione.vda.it/regionalizzazione\\_portate.php](http://cf.regione.vda.it/regionalizzazione_portate.php)
- Dora da Aymavilles a Pont-Saint-Martin: *Studio Dora Baltea* <http://geonavsct.partout.it/pub/geoRelBac/>.

L'analisi idrologica deve essere sviluppata seguendo le indicazioni del *Vademecum idrologico* riportato di seguito.

## **VADEMECUM PARTE IDROLOGICA**

### **1. INTRODUZIONE**

L'Amministrazione regionale, nell'ambito di procedure di pianificazione territoriale e di progettazione di opere idrauliche, richiede di valutare le portate di piena. Ad oggi sono disponibili alcune misure dirette, ma il numero non è statisticamente significativo quindi per il calcolo della portata di piena si rende necessario utilizzare metodi numerici. Il presente *vademecum* intende fornire delle linee guida al fine di uniformare gli studi relativi alle portate di piena.

Per quanto riguarda le precipitazioni si chiede di utilizzare la *Regionalizzazione delle precipitazioni intense* (vedi paragrafo 2) in quanto è lo studio più aggiornato a disposizione; eventuali serie storiche potranno essere utilizzate in casi estremamente particolari in cui si dispongano di dati affidabili e sufficienti per caratterizzare il regime delle precipitazioni.

Per quanto riguarda l'analisi idrologica per bacini di superficie inferiore a 20 km<sup>2</sup> si chiede di valutare gli idrogrammi di piena utilizzando metodologie afflussi-deflussi a parametri concentrati basate sul concetto dell'idrogramma unitario o su approcci assimilabili; nel presente *vademecum* sarà illustrato nel dettaglio il metodo SCS in quanto si adatta bene ai bacini montani. L'utilizzo di altri metodi dovrà comunque fornire in uscita gli idrogrammi di piena relativi ai tempi di ritorno e alle durate studiate e nello studio dovranno essere spiegati in maniera esaustiva i principali passaggi del metodo scelto per la determinazione di tali idrogrammi.

Per valutare la portata di picco per bacini con superficie maggiore di 20 km<sup>2</sup> si deve utilizzare la *Regionalizzazione delle portate*; al fine di tenere in conto il margine di errore di tale studio è necessario sommare un 20% alle portate ottenute.

Per quel che riguarda invece i tratti della Dora da Aymavilles a Pont-Saint-Martin si deve utilizzare lo *studio Dora Baltea*.



In generale si precisa che sarà compito del professionista valutare in base alla propria esperienza, sensibilità e conoscenza del territorio se le indicazioni generali di seguito fornite siano o meno adatte al proprio caso di studio; approcci diversi dovranno comunque essere ben descritti.

### **2. REGIONALIZZAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI**

La caratterizzazione del regime delle precipitazioni intense deve essere condotta con riferimento ai risultati delle analisi già svolte dalla Regione Autonoma Valle d'Aosta. Tali analisi, denominate *Regionalizzazione delle precipitazioni intense*, sono disponibili sul portale della Regione Autonoma Valle d'Aosta al link [http://cf.regione.vda.it/regionalizzazione\\_precipitazioni\\_intense.php](http://cf.regione.vda.it/regionalizzazione_precipitazioni_intense.php).

Dal portale si possono visualizzare le linee di possibilità pluviometrica secondo tre modalità: puntuale, areale e generale.

La Toolbar puntuale contiene due funzionalità:

- **interrogazioni puntuali.** Cliccando sull'apposito simbolo  si apre una finestra in cui l'utente può o indicare le coordinate geografiche di un punto di interesse (UTM32 o WGS84), oppure selezionarlo con il mouse direttamente sulla mappa (Figura 1). L'applicativo mostrerà, in una finestra separata, il grafico delle *Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP)* calcolate in quel punto per diversi tempi di ritorno. Nella stessa finestra in basso vi sono tre tasti *Download*  con cui è possibile scaricare sul proprio computer: i parametri (formato .txt), i risultati (formato .txt) e le matrici a e n (formato .zip) (Figura 2).

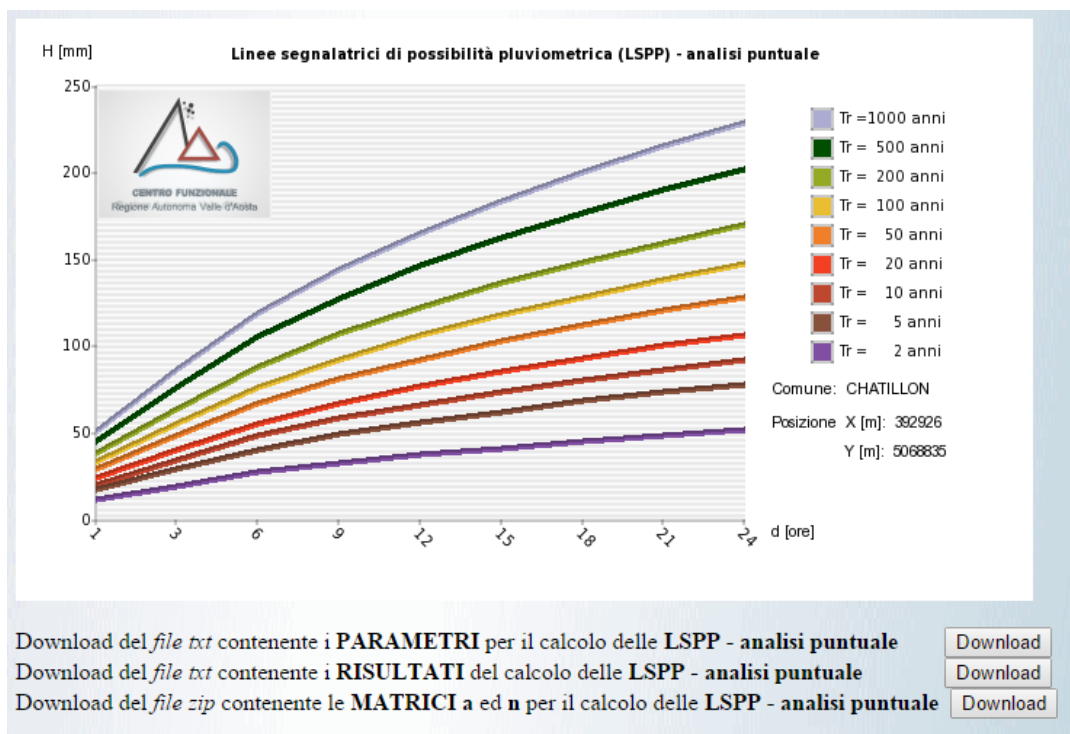
**Definizione della posizione del punto di analisi:**

Posizione (UTM32) X [m]:   
 Y [m]:

Posizione (WGS84) LON [gradi]:   
 LAT [gradi]:

Selezione sulla mappa del punto di analisi:

Figura 1 - Definizione del punto di analisi




*Figura 2-Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica-analisi puntuale*

- **Strumenti di conversione.** Nella toolbar puntuale sono previsti due strumenti di conversione: stima del tempo di ritorno TR come funzione di H e d **TR** e stima dell'altezza di precipitazione H come funzione di TR e D **H**. Definita la posizione geografica di un punto d'interesse del territorio regionale (Figura 1), entrambi gli strumenti permettono all'utente, attraverso le finestre di dialogo riportate in figura 3, di introdurre manualmente due delle tre variabili che regolano la relazione idrologica della LSPP, al fine di ottenere il valore della terza come funzione delle prime due.

Stima del Tempo di Ritorno (TR)	Stima Altezza di Precipitazione (H)
Comune: AVISE	Comune: SARRE
Posizione X [m]: 353770 Y [m]: 5071099	Posizione X [m]: 364824 Y [m]: 5064973
Altezza - H [mm]: <input style="width: 50px;" type="text"/> Durata - d [ore]: <input style="width: 50px;" type="text" value="1"/> ▼ <input style="width: 50px;" type="button" value="OK"/>	Tempo di Ritorno (TR): <input style="width: 50px;" type="text" value="2"/> ▼      Durata - d [ore]: <input style="width: 50px;" type="text" value="1"/> ▼ <input style="width: 50px;" type="button" value="OK"/>
Tempo di Ritorno (TR):	Altezza - H [mm]:

*Figura 3– Stima del tempo di ritorno e/o dell'altezza di precipitazione in un determinato punto per una determinata durata*

La Toolbar Areale prevede due funzionalità a scala di bacino:

- **interrogazioni bacino.** Lo strumento, rappresentato nella toolbar dal simbolo , permette di calcolare la linea segnalatrice di possibilità pluviometrica media, per il bacino idrografico sotteso a monte di una qualunque sezione di chiusura del reticolo regionale scelta dall'utente sulla matrice canale. Zoomando sulla carta si rende visibile la matrice canale (Figura 4); l'utente dovrà cliccare esattamente su un punto della matrice canale affinché l'applicativo calcoli dinamicamente l'area drenata e mostri in una finestra separata il corrispondente grafico della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica. Nella stessa finestra in basso vi sono tre tasti *Download*  con cui è possibile scaricare sul proprio computer: i risultati (formato .txt), il bacino (formato .shp) e le matrici a e n (formato .zip) (Figura 5).



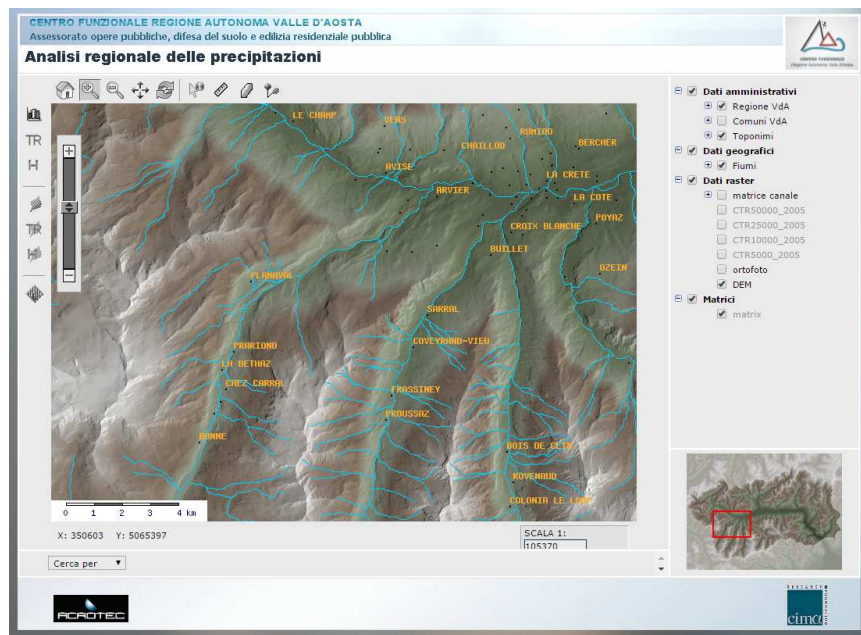


Figura 4– Matrice canale in azzurro

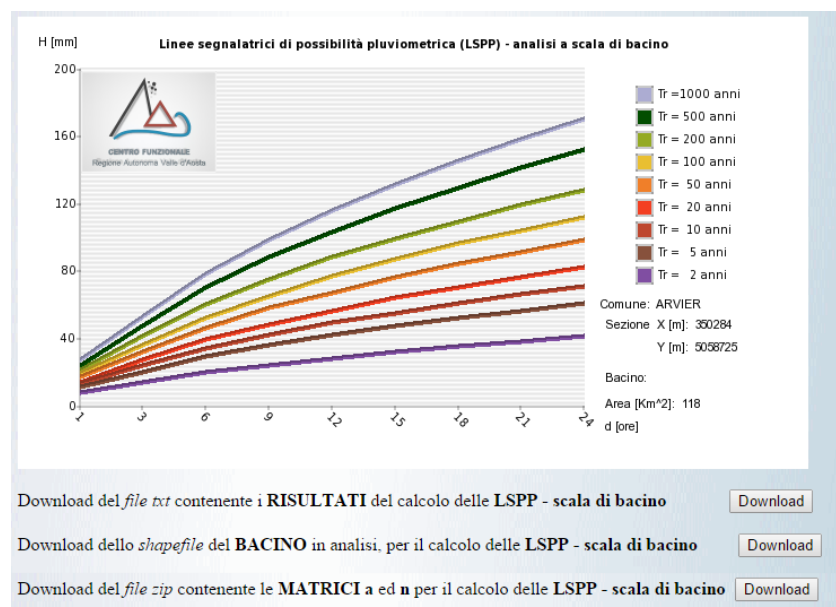






Figura 5 – Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica-scala di bacino

- **Strumenti di conversione.** Nella toolbar areale sono previsti due strumenti di conversione riferiti all'area del bacino idrografico a monte della sezione di chiusura selezionata: stima del

tempo di ritorno TR come funzione di H e d  e stima dell'altezza di precipitazione H come funzione di TR e D . Definita la sezione di chiusura cliccando nell'intorno del pixel che la rappresenta sulla matrice canale del reticolo regionale (Figura 4), entrambi gli strumenti permettono all'utente, attraverso le finestre di dialogo riportate in figura 3, di introdurre manualmente due delle tre variabili che regolano la relazione idrologica della LSPP, al fine di ottenere il valore della terza come funzione delle prime due.

La Toolbar Generale contiene lo strumento per ottenere la matrice regionale delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) (Figura 6). Tale strumento è identificato nella toolbar con l'icona  e la dicitura *Visualizzazioni della mappa H(TR, D)*; cliccando su di esso con il mouse appare una finestra di dialogo in cui definire i parametri TR e d (tempo di ritorno e durata) che saranno utilizzati per il calcolo della mappa. Possono essere utilizzati i seguenti valori:

- TR [anni] = 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000
- D [ore] = 1, 3, 6, 12, 24

Con questo strumento si ottiene una mappa tematica regionale delle altezze di precipitazione corrispondente al tempo di ritorno e alla durata definiti. I colori rappresentano le diverse altezze di precipitazione calcolate, i range di valori (in millimetri) si leggono nella legenda (cliccando il simbolo ) riportata a destra dello schermo sotto la voce *Matrici-H (TR=... anni d=...ora)*.

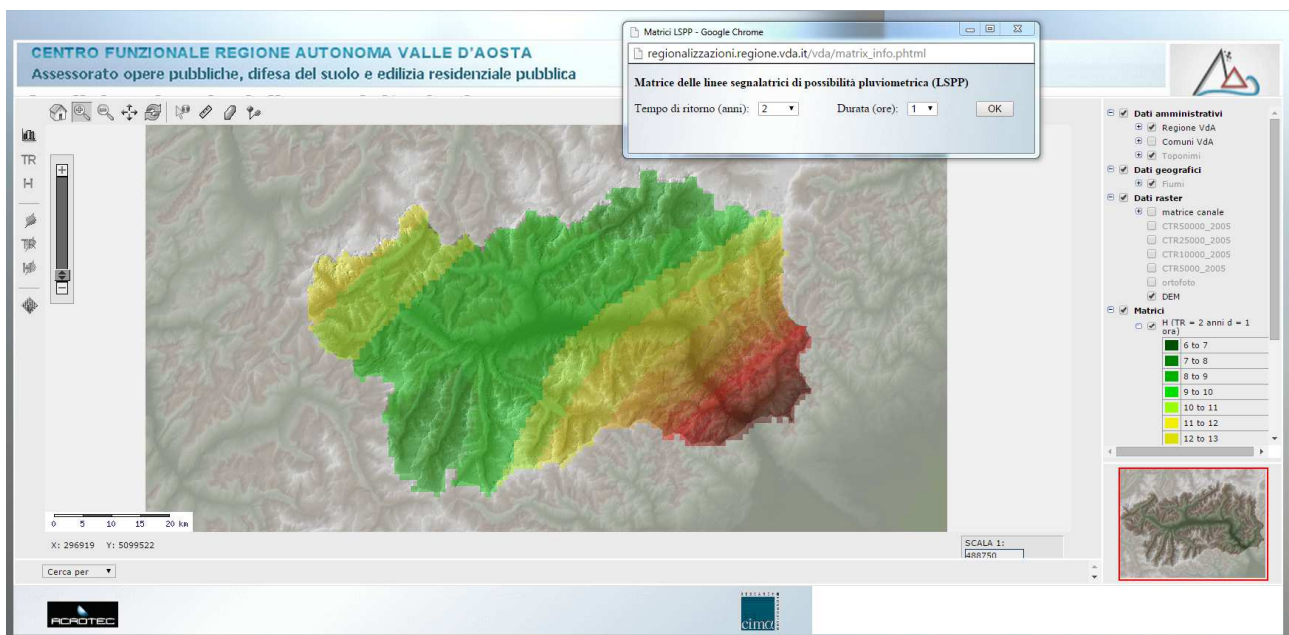


Figura 6-Matrice delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica

Per maggiori dettagli si può consultare la guida utente disponibile al seguente link [file:///C:/Users/NBetemps/Downloads/Guida%20utente%20WebGis\\_154036-23122014\\_ita.pdf](file:///C:/Users/NBetemps/Downloads/Guida%20utente%20WebGis_154036-23122014_ita.pdf).

### 3. INDIVIDUAZIONE METODI DI VERIFICA IDROLOGICA

Di seguito si descrivono i tre diversi approcci che si suggerisce di adottare a seconda del bacino oggetto di studio:

- **bacini con area inferiore a 20 km<sup>2</sup>** : in questi casi è consigliabile utilizzare un metodo che si basi sulla trasformazione afflussi-deflussi e il metodo SCS sembra ben adattarsi ai bacini della nostra Regione. Tale metodo richiede come dati di input: alcuni parametri geometrici del bacino, le precipitazioni associate al tempo di ritorno, le perdite iniziali e il Curve Number (CN). Un'illustrazione più dettagliata del metodo sarà presentata al paragrafo 4.
- **Bacini idrografici con area superiore a 20 km<sup>2</sup>** : in questi casi lo strumento di riferimento è *l'Analisi regionale delle portate* sviluppata dalla Fondazione CIMA. Al link [http://cf.regione.vda.it/regionalizzazione\\_portate.php](http://cf.regione.vda.it/regionalizzazione_portate.php) è possibile accedere all'interfaccia GIS con cui, indicando la sezione di chiusura del bacino oggetto di studio, si ottiene un report con le caratteristiche geometriche del bacino idrografico generato e le portate associate ai diversi tempi di ritorno (TR2, TR5, TR10, TR20, TR50, TR100, TR200, TR500, TR1000). Il portale sarà descritto dettagliatamente al paragrafo 5.
- **Dora Baltea, con sezioni di chiusura compresi tra Aymavilles e Pont Saint Martin**: lo strumento di riferimento è rappresentato dallo *studio Dora Baltea* commissionato nel 2002 dall'Autorità di Bacino del fiume Po. I risultati dello studio sono disponibili in formato digitale sul geoportale regionale <http://geonavsct.partout.it/pub/geoRelBac/> . Il geoportale sarà descritto dettagliatamente al paragrafo 6.

### 4. METODO SCS

Il metodo SCS sviluppato dal Soil Conservation Service (SCS) del Dipartimento dell'agricoltura degli Stati Uniti, è uno dei più importanti modelli non deterministici utilizzabile per la stima dei deflussi superficiali. Con tale metodo si determina, attraverso il Curve Number (CN), il deflusso diretto o pioggia efficace (Pe), cioè la frazione della pioggia totale (P) che direttamente e in maniera preponderante contribuisce alla formazione dell'evento di piena e in seguito si applica il concetto dell'idrogramma unitario per definire l'idrogramma di piena. Si riporta di seguito una descrizione più approfondita della metodologia da seguire.

#### 4.1. DATI DI INPUT

Di seguito si riportano i principali dati di input necessari per l'applicazione del metodo.

**Dati morfologici** del bacino idrografico in esame che possono essere ricavati attraverso applicativi GIS:

- area del bacino: dimensione in km<sup>2</sup> del bacino idrografico;
- lunghezza asta principale: lunghezza in km dell'asta principale del collettore prolungato fino allo spartiacque;
- quota media del bacino: altezza media del bacino idrografico in metri sul livello del mare;
- quota sezione di chiusura: altezza della sezione di chiusura del bacino idrografico in metri sul livello del mare;
- pendenza media bacino: pendenza media del bacino in percentuale %;

**Dati relativi alle precipitazioni** estrapolabili dalla *Regionalizzazione delle precipitazioni intense* (Paragrafo 2):

- a: parametro pioggia indice contenuto nel file .txt dell'*Analisi delle LSPP-puntuale* relativo al baricentro del bacino idrografico;
- n: esponente di scala contenuto nel file .txt dell'*Analisi delle LSPP-puntuale* relativo al baricentro del bacino idrografico;
- Kt: fattore di crescita che definisce il periodo di ritorno della curva.

**Altri dati:**

- curve number (CN): parametro che riassume l'attitudine propria e specifica del bacino a produrre deflusso, si ottiene incrociando le classi di permeabilità del terreno (suolo) con le categorie di uso suolo (soprassuolo). Nei calcoli si utilizza il valore medio sull'intero bacino idrografico (compreso tra 0 e 100);
- perdite iniziali: parametro che rappresenta in millimetri le perdite dovute ad alcuni processi quali l'intercettazione della pioggia da parte delle chiome della vegetazione, l'accumulo nelle locali depressioni del terreno e l'imbibizione iniziale del terreno (variabile tra 0,03 e 0,2);
- tempo di ritorno: tempo medio in cui un valore di intensità assegnata viene uguagliato o superato almeno una volta, generalmente si calcola in anni;
- tempo di pioggia: generalmente viene impostato pari a n volte il tempo di corrivazione;
- passo temporale: intervallo di tempo dt utilizzato per costruire pluviogrammi e idrogrammi.

**4.2. DETERMINAZIONE PASSO TEMPORALE**

Il passo temporale di integrazione dt, utilizzato per determinare i pluviogrammi e per il calcolo dell'integrale di convoluzione dell'idrogramma di piena, può essere determinato rispettando le seguenti condizioni desunte dalla letteratura di settore:

$$dt \leq T_p/4; \text{ e } dt \leq 0.29 t_p$$

dove  $T_p$  è il tempo di picco e  $t_p$  è il tempo di ritardo del bacino idrografico.

**4.3. DETERMINAZIONE TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO**

Il tempo di corrivazione, ovvero il tempo che occorre alla generica goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino in esame, può essere calcolato utilizzando la formula empirica di Giandotti di seguito riportata:



$$T_c = \frac{4 \sqrt{A} + 1.5 L}{0.8 \sqrt{H_m}}$$

N.B. unità di misura non omogenee

$$\left\{ \begin{array}{l} T_c : \text{ore} \\ A : \text{area bacino, km}^2 \\ L : \text{lunghezza collettore prolungato allo spartiacque, km} \\ H_m = h_m - h_0 : \text{altezza media del bacino riferita alla sezione di chiusura, m} \end{array} \right.$$

#### 4.4. DETERMINAZIONE TEMPO DI RITARDO DEL BACINO ( $t_p$ )

Il tempo di ritardo può essere stimato utilizzando la formula empirica di Mokus di seguito riportata, l'unità di misura è ore:

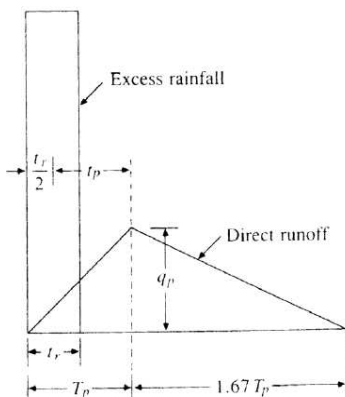
$$t_p = 0.342 \frac{L^{0.8}}{S^{0.5}} \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

L = lunghezza dell'asta principale prolungata fino alla dispiuviale (km)  
S = pendenza del bacino in %.

#### 4.5. DETERMINAZIONE TEMPO DI PICCO DEL BACINO ( $T_p$ )

Il tempo di picco, ovvero il ramo ascendente dell'idrogramma, può essere calcolato facendo riferimento al tempo di ritardo del bacino ( $t_p$ ) e alla durata della pioggia efficace ( $t_r$ ) secondo la seguente relazione:

$$T_p = \frac{t_r}{2} + t_p$$



#### 4.6. DETERMINAZIONE PRECIPITAZIONI LORDE

Si riporta di seguito la descrizione del metodo a blocchi alterni per la costruzione del pluviogramma:

- calcolo delle **altezze di precipitazione ai diversi istanti temporali**  $t_m$  secondo la formula  $h=Kt^a*d^n$  a partire dalla curva di possibilità pluviometrica. Per ogni istante temporale  $t_m$  (dove  $t_m=m*dt$ ,  $m=1,2,3...M$  e  $dt$ =passo temporale definito al paragrafo 4.2) deve essere calcolato l'incremento di altezza di precipitazione ( $h_1, h_2...h_M$  riportate in figura 7) per l'intero tempo di pioggia (definizione al punto 4.1) .

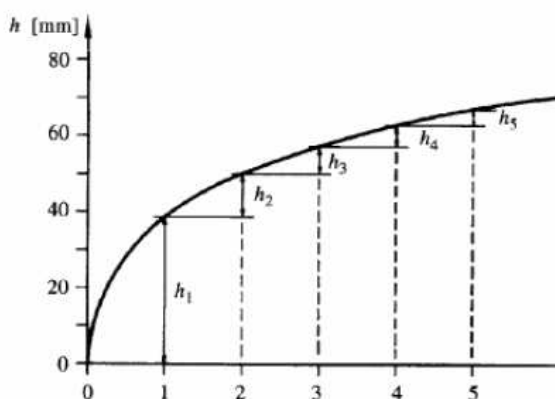


Figura 7- curva di possibilità pluviometrica

- Distribuzione di tali altezze su un pluviogramma mettendo al centro la massima intensità e proseguendo in maniera decrescente, alternativamente a destra e a sinistra del picco di pioggia, le altre intensità come riportato in figura 8.

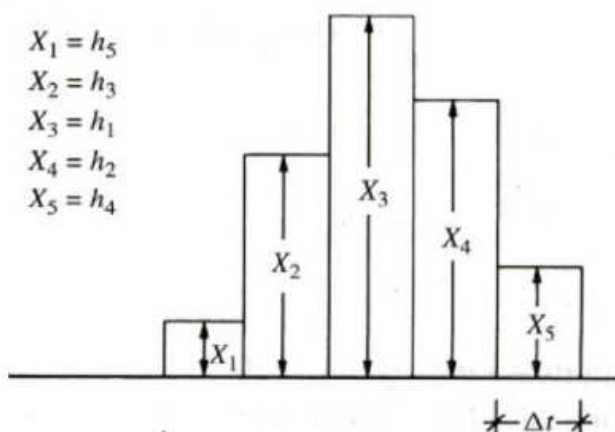


Figura 8- Pluviogramma a blocchi alterni

- Calcolo della pioggia cumulata ( $Pb_{cumulata}$ ) sommando ad ogni istante  $m$  la pioggia degli istanti precedenti.



#### 4.7. DETERMINAZIONE PRECIPITAZIONI EFFICACI ( $P_e$ )

La precipitazione efficace è quella che, per un determinato evento di piena, produce il deflusso superficiale, ovvero quello depurato dal deflusso di base preesistente (deflusso diretto).

Lo schema proposto dal Soil Conservation Service è il seguente (figura 9):

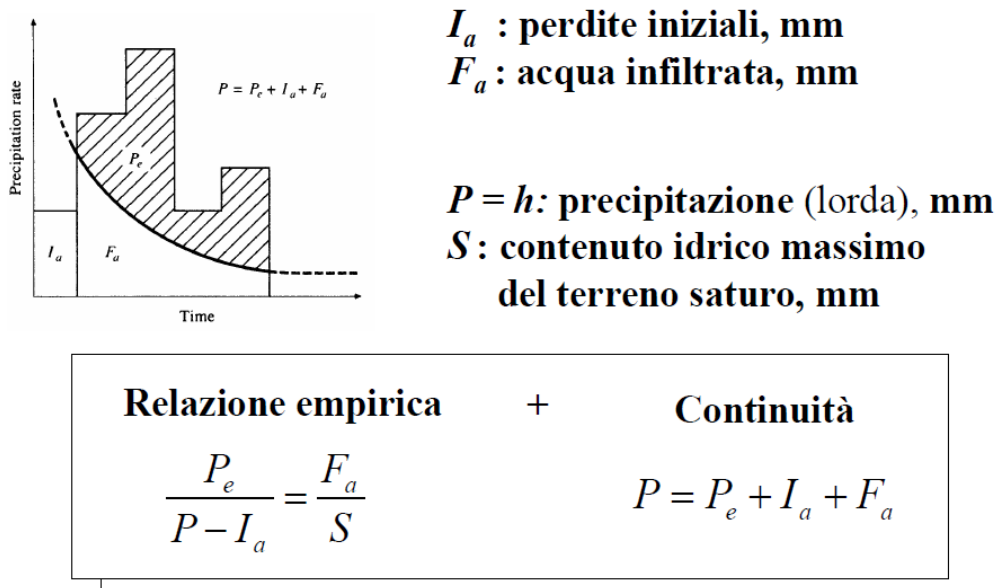


Figura 9 - Schema per la definizione della precipitazione efficace

La seguente formula determina le precipitazioni efficaci:

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

dove:

$$S = 25.4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

$$I_a = (0.03 \div 0.2) S$$

In sede di progetto è possibile applicare un fattore correttivo che tenga conto delle condizioni idrologiche del suolo antecedenti l'evento di pioggia (AMC) secondo il seguente schema:



Periodo vegetativo	Riposo vegetativo	AMC
Altezza di precipitazione caduta nei cinque giorni precedenti l'evento minore di 35 mm	Altezza di precipitazione caduta nei cinque giorni precedenti l'evento minore di 13 mm	I
Altezza di precipitazione caduta nei cinque giorni precedenti l'evento tra 35 e 53 mm	Altezza di precipitazione caduta nei cinque giorni precedenti l'evento tra 13 e 28 mm	II
Altezza di precipitazione caduta nei cinque giorni precedenti l'evento maggiore di 53 mm	Altezza di precipitazione caduta nei cinque giorni precedenti l'evento maggiore di 28 mm	III

Il fattore correttivo si applica utilizzando le seguenti formule:

$$AMC(III) \longrightarrow CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

$$AMC(I) \longrightarrow CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{10 - 0.058 \cdot CN(II)}$$

In sede di progetto è consigliabile utilizzare le condizioni AMC III.

Si precisa che la precipitazione lorda a cui fare riferimento per il calcolo della precipitazione efficace è la  $P_{ba\_cumulata}$  definita al punto 4.6, per cui si calcolerà per ognuno degli  $m$  istanti temporali la  $P_{e\_cumulata}$  a partire dalla  $P_{ba\_cumulata}$ .

#### 4.8. DEFINIZIONE IDROGRAMMA UNITARIO (IU)

L'idrogramma unitario (IU) racchiude in sé le caratteristiche fisiche del bacino che determinano la formazione delle piene. Ogni bacino può essere rappresentato da uno specifico IU che tiene conto sinteticamente delle sue particolarità. Il punto di partenza del metodo del SCS è l'idrogramma unitario adimensionale di Mockus (IUM) riportato di seguito:



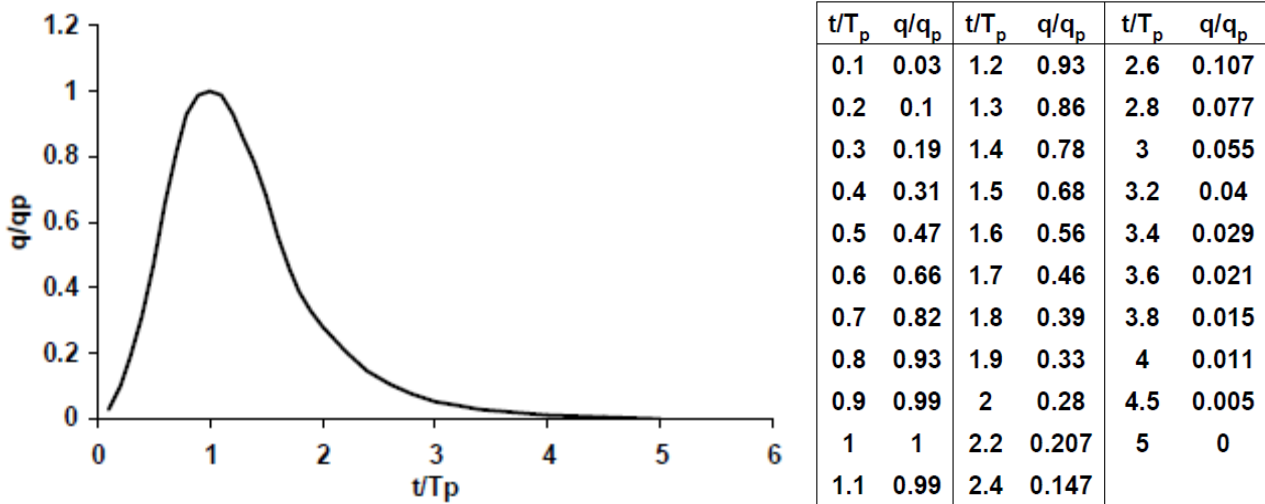


Figura 10 - Idrogramma unitario adimensionale di Mockus (IUM)

Per definire l'idrogramma unitario (IU) a partire dall'idrogramma unitario adimensionale di Mockus (IUM) è necessario seguire i seguenti passi:

- calcolare il tempo di picco  $T_p$  in ore (paragrafo 4.5);
- calcolare  $q_p$  con la seguente formula:

$$q_p = 2.08 \frac{A}{T_p} \quad \begin{array}{l} A = \text{area del bacino in km}^2 \\ T_p = \text{tempo di picco in ore} \end{array}$$

- calcolare i tempi  $t$ : moltiplico la colonna  $t/T_p$  della figura 10 per il valore  $T_p$  calcolato al punto a) e ottengo una nuova colonna  $t$ , così ad ogni valore di  $t$  corrisponde una portata adimensionale  $q/q_p$ ;
- interpolare i dati delle colonne  $t$  e  $q/q_p$ : siccome gli istanti temporali  $t_n$  con cui si costruisce l'idrogramma (dove  $t_n = n \cdot dt$  ( $n=1,2,3,\dots,N$ ) e  $dt$ =passo temporale definito al paragrafo 4.2) ricadono sempre tra 2 dei tempi  $t$  della tabella definita al punto c), è necessario interpolare anche i valori di portata unitaria  $q/q_p$  corrispondenti al fine di ottenere il valore di portata unitaria  $q_n/q_p$  corrispondente proprio all'istante temporale  $t_n$ . L'interpolazione deve proseguire fino a che  $q_n/q_p$  tende a 0;
- estrapolare dall'interpolazione le coppie di valori  $t_n - q_n/q_p$ ;
- calcolare la portata unitaria  $q_n$  negli istanti  $t_n$ : moltiplico, per ognuno dei  $t_n$ , il valore  $q_n/q_p$  ottenuto al punto e) con  $q_p$  calcolato al punto b).

Per maggiore chiarezza vedere esempio 2 (paragrafo 7).

#### 4.9. DEFINIZIONE IDROGRAMMA

Ogni singolo impulso di pioggia costante unitario genera nel bacino idrografico in esame una risposta pari all'idrogramma unitario calcolato al paragrafo 4.8. Un impulso di pioggia non unitario genererà un idrogramma la cui portata sarà determinata con la seguente formula:

$$Q = q \times P_m$$

Il fattore  $P_m$  indica il pluviogramma efficace quindi bisognerà estrapolare dalla  $P_{e\text{cumulata}}$  definita nel paragrafo 4.7 solo la quota parte efficace (vedi l'esempio 1 riportato al paragrafo 7). L'unità di misura del pluviogramma efficace da utilizzare per il calcolo di  $Q$  è centimetri.

L'idrogramma definitivo sfrutta la linearità delle equazioni e somma i vari idrogrammi generati dai singoli impulsi di pioggia per ciascun istante  $t_n$  secondo lo schema seguente (figura 11):

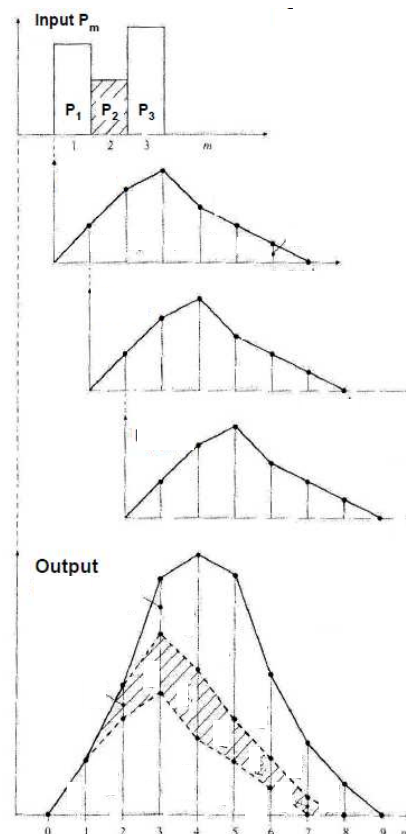


Figura 11 - Schema per la costruzione dell'idrogramma

Supponendo di avere  $m$  impulsi di pioggia ( $m=1,2,\dots,M$ ) e  $n$  impulsi di deflusso ( $n=1,2,\dots,N$  con  $q_N=0$ ) durante un determinato evento è possibile produrre un set di equazioni che definiscono i valori di portata secondo lo schema sotto riportato:

$$Q_1 = P_1 * q_1$$

$$Q_2 = P_2 * q_1 + P_1 * q_2$$

$$Q_3 = P_3 * q_1 + P_2 * q_2 + P_1 * q_3$$

....

$$Q_M = P_M * q_1 + P_{M-1} * q_2 + \dots + P_1 * q_M$$

$$Q_{M+1} = 0 + P_M * q_2 + \dots + P_2 * q_M + P_1 * q_{M+1}$$

.....

$$Q_N = 0 + 0 + \dots + 0 + 0 + \dots + 0 + P_M * q_{N-M+1} + P_{M-1} * q_{N-M+2} + \dots + P_1 * q_N$$



....

$$Q_{N+M-1} = 0 + 0 + \dots + P_M * q_N$$

#### **4.10. DURATA DI PRECIPITAZIONE**

La durata di precipitazione che si utilizza nella modellazione deve essere compatibile con il fenomeno atteso e con il tipo di risposta del bacino oggetto di studio. In generale le colate di detrito si innescano con eventi meteorici di breve durata e massima intensità mentre la sola portata liquida critica può essere ben rappresentata con una durata compresa tra 1 e 3 volte il tempo di corrivazione. Inoltre nei bacini molto permeabili, prima di osservare una risposta in termini di deflusso superficiale, il terreno dovrà essere saturo, quindi si potrà ad esempio simulare una precipitazione precedente all'evento vero e proprio.

#### **4.11. CURVE NUMBER (CN)**

Per calcolare la precipitazione efficace è necessario valutare correttamente il valore del Curve number (CN); tale parametro è funzione della permeabilità dei suoli e della copertura del soprassuolo.

Per quanto riguarda la permeabilità il metodo CN-SCS classifica i suoli, in funzione della litologia, in quattro gruppi idrologici (A, B, C, D) caratterizzati da infiltrabilità decrescente come riportato nella Tabella 1



Classi di permeabilità	Litologia
<b>GRUPPO A</b>	<p>Tufi incoerenti, pozzolane, ceneri, scorie, lapilli (si presentano in strati e banchi, dune, depositi sabbiosi di origine eolica a ridosso di spiagge).</p> <p>Rocce calcaree (calcarei dolomitici, calcari marnosi, travertini, calcareniti, breccie calcaree, calcari organogeni) fossilifere, organogene, molto fratturate, gessi salgemma.</p> <p>Limi, sabbie, ghiaie, ciottoli, (formano depositi alluvionali di origine fluviale o lacustre, tali materiali formano le pianure alluvionali, i coni di deiezione, i terrazzi fluviali).</p> <p>Falde e coni di detrito, macerati, composti da cumuli di frammenti rocciosi, di solito angolosi, talora più o meno cementati (breccie di pendio), si trovano ai piedi dei versanti montuosi ripidi e presentano tracce più o meno evidenti di stratificazione.</p>
<b>GRUPPO B</b>	<p>Morene ed in generale depositi glaciali.</p> <p>Coltri eluviali e colluviali - costituite prevalentemente da sabbie e limi con minori quantità di ghiaie, variamente mescolati fra loro.</p> <p>Conglomerati, breccie, sabbioni e sabbie cementate (ciottoli, ghiaie, sabbie e limo a vari gradi di cementazione).</p> <p>Rocce tipo molto fratturate.</p>
<b>GRUPPO C</b>	<p>Rocce sedimentarie compatte - dolomie, marne, arenarie, tufi cementati, pomici, alternanza di argille e arenarie, di argille e calcari.</p> <p>Rocce dolomitiche compatte.</p> <p>Rocce calcaree compatte.</p> <p>Rocce tipo fratturate.</p>
<b>GRUPPO D</b>	<p>Rocce eruttive (o magmatiche) intrusive - graniti, sieniti dioriti, gabbri.</p> <p>Rocce eruttive (o magmatiche) effusive – porfidi, trachiti, lipariti, fonoliti, porfiriti, andesiti, basalti, tefriti, leucititi.</p> <p>Rocce argillose - argilloscisti, argille varie, depositi argillosi di origine lacustre, banchi argillosi di origine fluviale intercalati spesso nei sedimenti alluvionali, depositi eluviali (ferretto, terra rossa) e colluviali argillosi che possono coprire sottostanti rocce permeabili rendendo così impermeabile il terreno.</p> <p>Rocce metamorfiche - gneiss, micascisti, quarziti, filladi, scisti anfibolici, talcoscisti, e scisti di natura silicea.</p>

*Tabella 1 - Gruppi idrologici definiti dal metodo CN-SCS*

La copertura del soprassuolo va definita con l'ausilio della Carta dell'uso del suolo, dalla quale saranno estrapolate le differenti coperture presenti con la rispettiva estensione superficiale. Esistono in letteratura diverse tabelle che definiscono il valore di CN relativo ad una determinata coppia copertura-gruppo

idrologico. Nell'ambito di un gruppo di lavoro specifico è stata raccolta ed analizzata la letteratura disponibile sulle valutazioni del parametro CN e seguito ad un confronto diretto con il Prof. Cazorzi si è ritenuto che il lavoro svolto dal suo gruppo si adattasse bene alla nostra realtà alpina; per tale motivo si è deciso, in attesa di avere a disposizione una carta del CN specifica per la nostra Regione, di proporre in questo documento gli ultimi dati messi a disposizione dal Prof. Cazorzi. Si ricorda che al fine dei calcoli dovrà essere fatta una media pesata, sulle estensioni superficiali, dei diversi CN ottenuti da tale tabella. Si precisa inoltre che la tabella riporta i valori di CN in condizioni AMC II, laddove fosse necessario valutare il CN in altre condizioni è necessario fare riferimento alle formule di conversione del paragrafo 4.7.

### FVG e PAT


	A	B	C	D
Fustaia conifere densa	22	25	35	39
Fustaia mista densa	26	29	37	42
Fustaia latifoglie densa	30	34	40	45
Fustaia rada di conifere o mista	36	40	47	52
Fustaia latifoglie rada	45	48	54	59
Ceduo di latifoglie e colture arboree	48	51	57	62
Formazioni arbustive e rimboschimenti	52	55	61	66
Formazioni arbustive rade	60	64	68	73
Prati vallivi e colture	68	70	78	81
Prato d'alta quota e rupi vegetate	70	72	80	83
Piste da sci	74	76	83	85
Improduttivo	75	77	84	86
Area in dissesto - detrito	78	82	88	91
Roccia affiorante e cave	80	87	93	96
Ghiacciai	85	89	92	94
Aree urbane	92	94	96	98
Corsi d'acqua e Laghi	99	99	99	99


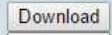
*Tabella 2 - Valori del CN Cazorzi*

## 5. ANALISI REGIONALE DELLE PORTATE

Lo studio di regionalizzazione delle portate, redatto dalla fondazione CIMA di Savona, fornisce i valori di portata al colmo associati ai diversi tempi di ritorno per tutto il reticolo idrico montano della Regione, per bacini superiori ai 20 km<sup>2</sup>. Tale modello è stato costruito a partire dalla regionalizzazione degli eventi pluviometrici estremi con un approccio indiretto mediante simulazione idrologica in quanto il numero di misure idrometriche non era sufficiente e l'errore da cui generalmente sono affette era troppo alto per utilizzare un diverso approccio.

I risultati di tale studio sono stati caricati su un visualizzatore di tipo GIS disponibile sul portale della Regione autonoma Valle d'Aosta al link [http://cf.regione.vda.it/regionalizzazione\\_portate.php](http://cf.regione.vda.it/regionalizzazione_portate.php).

Tale strumento permette la selezione dinamica sulla mappa di un punto della matrice canale che sarà utilizzato dall'applicativo come sezione di chiusura del bacino idrografico su cui effettuare le valutazioni idrologiche. Al fine di identificare esattamente il punto corrispondente alla sezione desiderata è necessario visualizzare la matrice canale impostando la mappa ad un livello di zoom adeguato con gli strumenti .

Per avviare l'analisi delle portate a scala di bacino è necessario cliccare l'icona . Attivato tale strumento è possibile cliccare sulla mappa la sezione di chiusura e il bacino sarà automaticamente individuato e evidenziato in rosso sulla carta come in Figura 12. In seguito si apriranno automaticamente una prima finestra che ricorda l'ambito di applicazione di tale analisi (Figura 13) e in seguito una seconda finestra che nella parte alta riporta alcune informazioni generali (Comune di appartenenza, coordinate geografiche, area del bacino) e nella parte bassa propone tre tasti di Download  con cui è possibile scaricare sul proprio computer: i parametri (formato .txt), i risultati (formato .txt) e il bacino (formato .shp) (Figura 14).

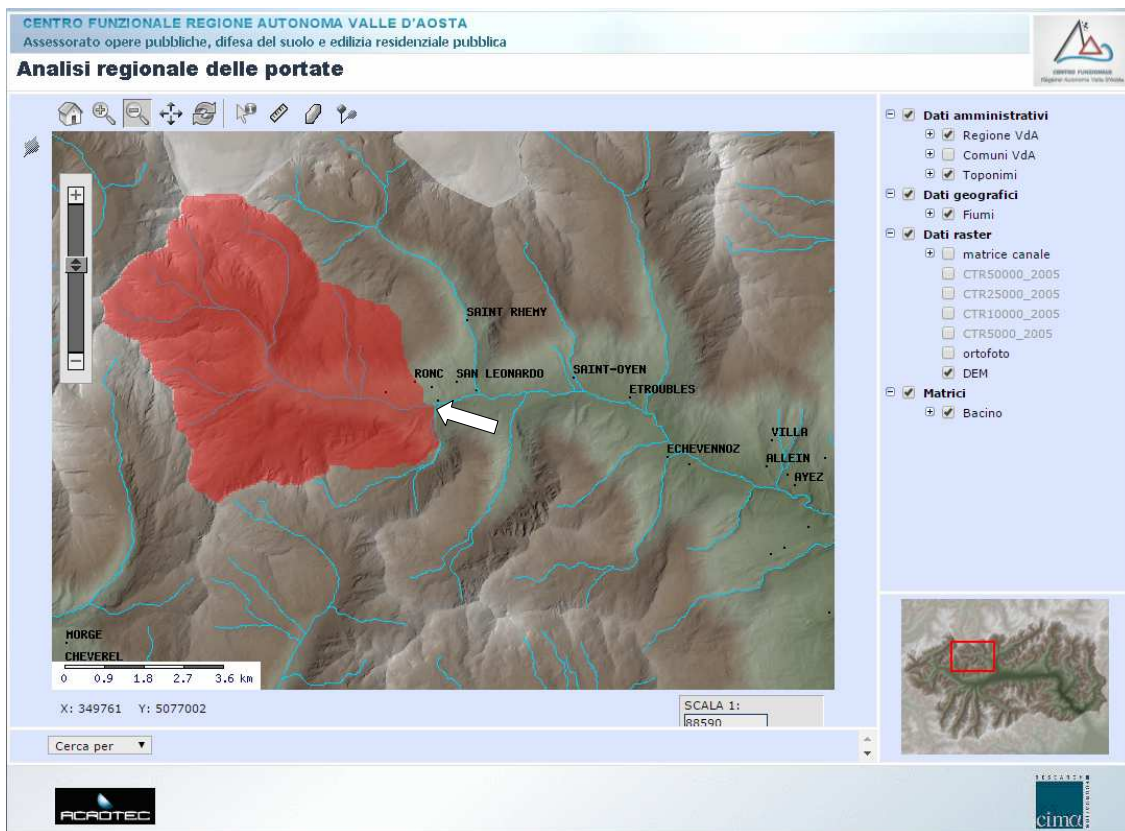


Figura 12 - Visualizzazione della matrice canale ed individuazione del bacino a partire dalla sezione di chiusura cliccata (vedi freccia bianca)

La pagina all'indirizzo regionalizzazioni.regione.vda.it dice: ✕

Area bacino idrografico: 31 Km<sup>2</sup>

Per bacini idrografici che presentano un'area inferiore a 20 km<sup>2</sup> il riferimento per la determinazione delle portate è il metodo SCS-CN del Soil Conservation Service. Una sintesi del metodo è riportata al par. 3 della relazione in allegato "linee guida per studi idrologici". Sono altresì ammessi studi idrologici per la determinazione delle portate con metodi che prevedono analisi di dettaglio.

Per bacini idrografici con sezione di chiusura ubicata sulla Dora Baltea nel tratto compreso tra Aymavilles e Pont-Saint-Martin il riferimento per la determinazione delle portate è lo "Studio Dora Baltea" elaborato da Hydrodata. Una sintesi del metodo è riportata al par. 4 della relazione in allegato "linee guida per studi idrologici". Lo "Studio Dora baltea" è disponibile nella sezione SCT\* (Sistema Cartografico territoriale della Regione Valle d'Aosta) dedicata agli ambiti inedificabili in cui vengono riportate le sezioni e le portate associate ai diversi tempi di ritorno.

OK



Figura 13 - Messaggio che ricorda l'ambito di applicazione della regionalizzazione delle portate

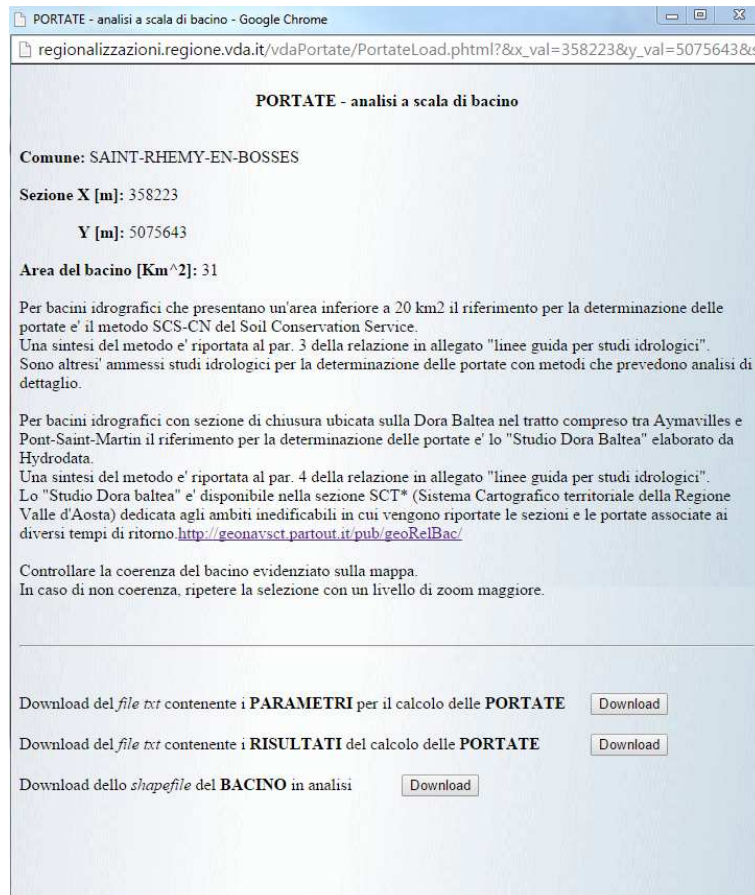


Figura 14 - Finestra con i risultati delle elaborazioni e i download possibili

Per maggiori dettagli si può consultare la guida utente disponibile al seguente link [file:///C:/Users/NBetemps/Downloads/Guida%20utente%20WebGis\\_154036-23122014\\_ita.pdf](file:///C:/Users/NBetemps/Downloads/Guida%20utente%20WebGis_154036-23122014_ita.pdf).

## 6. STUDIO DORA BALTEA

Lo *Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza Po*, di seguito chiamato *Studio Dora Baltea*, è stato commissionato dall'Autorità di Bacino del fiume Po e redatto da Hydrodata nel 2002 mediante la modellazione matematica dei fenomeni idrodinamici a partire dalla caratterizzazione geometrica e fisiografica del sistema fluvio-golenale.

L'analisi idrologica e quella idraulica sono state svolte sul fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza con il fiume Po e hanno la finalità di supportare le seguenti fasi di studio:



- individuazione della portata di piena di riferimento associata ai principali tempi di ritorno (TR2, TR20, TR200, TR500) per ciascuna sezione del tratto in esame;
- delimitazione delle aree allagabili per diversi tempi di ritorno;
- valutazione dei franchi e del grado di sicurezza dell'attuale sistema di difesa dalle piene.

Per quanto riguarda il tratto ricadente nella nostra Regione sul geoportale regionale al seguente link <http://geonavsct.partout.it/pub/geoRelBac/> è possibile reperire tutte le informazioni necessarie per fare valutazioni di tipo idraulico.

In particolare sono a disposizione le seguenti informazioni:

- sezioni (in rosso Figura 15): agli estremi delle sezioni è possibile cliccare sulle monografie relative ai capisaldi, cliccando invece sulla sezione stessa si apre la scheda relativa alla sezione con tutte le informazioni relative alle quote (Figura 16), dalla scheda della sezione è possibile anche accedere al Documento riepilogativo complessivo delle Simulazioni idrodinamiche.



Figura 15 - Studio Dora Baltea disponibile sul geoportale regionale

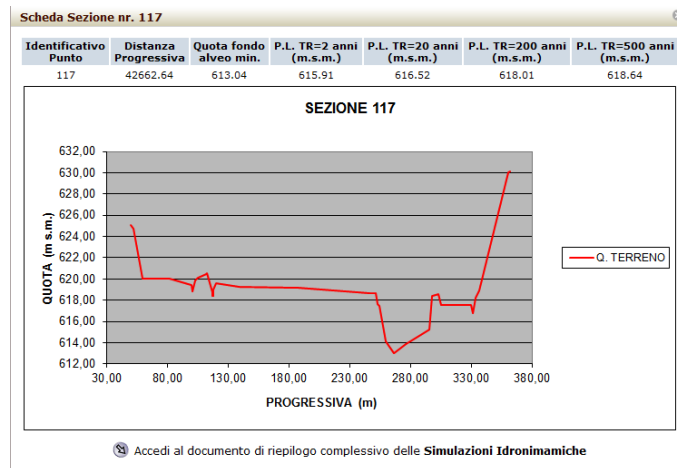



Figura 16 - Scheda relativa ad ogni sezione

- **Manufatti:** i manufatti sono indicati con un simbolo arancione , cliccando si apre la scheda relativa alla sezione in corrispondenza del manufatto. Nel modello sono stati inseriti tutti i ponti, gli attraversamenti e le traverse che interessano il tratto della Dora Baltea in esame e che presentano caratteristiche di marcata interferenza con il libero deflusso delle portate di piena. I ponti sono stati rappresentati nell'ambito del modello con strutture tipo "culvert", di forma geometrica variabile secondo una relazione quota-larghezza che tiene conto della luce di deflusso al netto delle pile (Figura 17). La schematizzazione delle traverse non è riportata nella parte grafica del geoportale ma è tabulata nel Documento riepilogativo complessivo delle Simulazioni idrodinamiche dove sono riportate due sezioni: una a monte (denominata xxxTm) ed una a valle (denominata xxxTv) del manufatto, in genere con una quota di fondo inferiore rispetto alla quota della soglia della struttura.

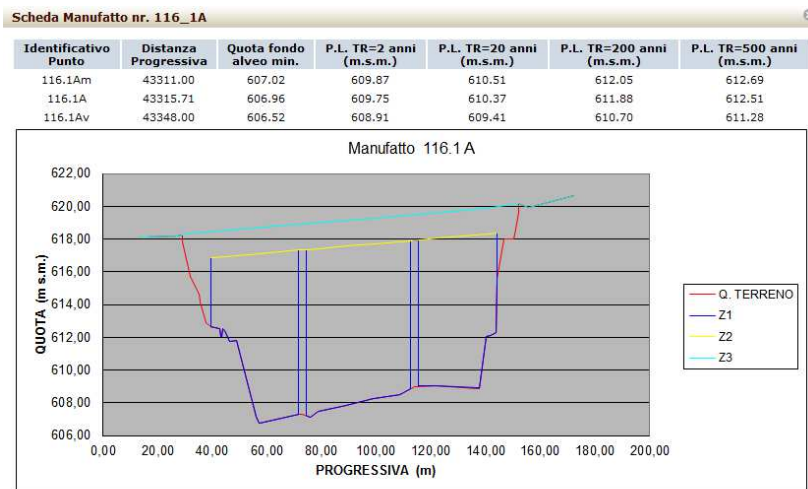


Figura 17 - Scheda relativa ad un manufatto

- Salti di fondo: in corrispondenza di un salto di fondo sono state duplicate a monte e valle le sezioni considerando l'effettivo salto altimetrico, tali sezioni presentano gli indici  $m$  e  $v$  a seconda della posizione a monte o a valle del salto (Figura 18).

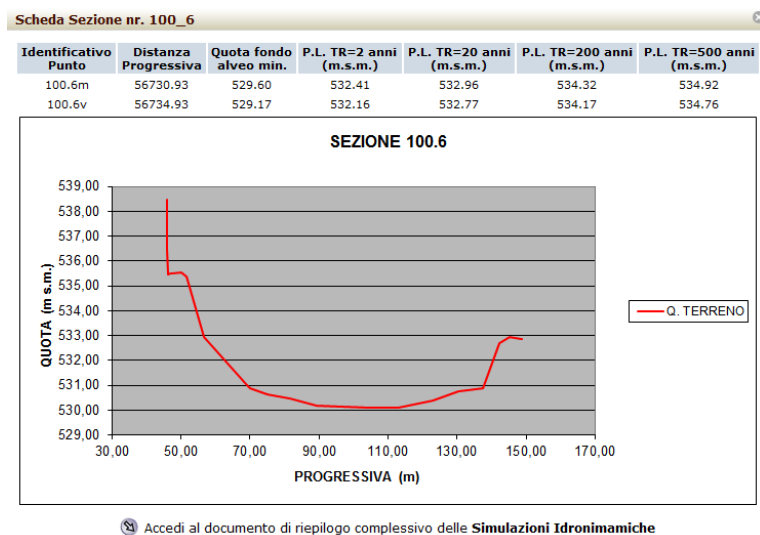


Figura 18 - Scheda relativa ad un salto di fondo

- Fasce di deflusso: fascia A (fascia di deflusso della piena), fascia B (fascia di inondazione con tempo di ritorno 200 anni), fascia C (fascia di inondazione per piena catastrofica con tempo di ritorno 500 anni), B di progetto (limite di progetto tra fascia B e fascia C ovvero il nuovo limite delle aree allagate con tempo di ritorno 200 anni in seguito alla realizzazione di opere di protezione).

- Aree allagate: aree allagate tr 200 anni (area allagata con tempo di ritorno 200 anni, il vincolo corrisponde a fascia B/Ic-B), aree allagate tr 200 anni esterna (area che in assenza di opere è allagata con tempo di ritorno 200 anni a tergo della fascia B di progetto).

## 7. ESEMPI

*Esempio 1: Calcolo del pluviogramma efficace (Pm) da utilizzare al punto 4.9*

Evento pluviometrico di durata 0,3906 ore (pari a 1 volta il tempo di corrivazione punto 4.10), discretizzazione temporale pari a 0,0558 ore (dt punto 4.2) quindi un numero di istanti temporali m pari a 7. Fattore di crescita, area bacino, Arf, parametri di pioggia (a,n), CN e S noti (riportati in tabella).

- a) Calcolo l'altezza di precipitazione cumulata P per ognuno degli istanti temporali (da 1 a m) utilizzando la formula del punto 4.6; i valori da inserire nella formula sono uguali per tutti gli istanti ad eccezione della variabile durata della pioggia d.
- b) Calcolo dell'altezza di precipitazione relativa p per ognuno degli istanti temporali m sottraendo la pioggia precedente a quella dell'istante successivo (Esempio:  $p_2=P_2-P_1$ ).
- c) Costruisco il pluviogramma a blocchi alterni (Pba): distribuisco i valori della precipitazione relativa p dei diversi istanti temporali secondo il principio descritto nel punto 4.6.
- d) Calcolo la pioggia cumulata ( $P_{ba\text{cumulata}}$ ) per ognuno degli istanti temporali sommando alla pioggia dell'istante m del pluviogramma a blocchi alterni quella dell'istante m-1.
- e) Calcolo la pioggia efficace cumulata ( $P_{e\text{cumulata}}$ ) per ognuno degli istanti temporali applicando la formula riportata nel punto 4.7; quando la pioggia cumulata del punto d) è inferiore alle perdite iniziali, la pioggia efficace è pari a 0.
- f) Calcolo il pluviogramma efficace (Pm) per ognuno degli istanti temporali sottraendo la pioggia efficace cumulata precedente (definita al punto e)) a quella dell'istante successivo (Esempio:  $P_{e5}=P_{e\text{cumulata } 5} - P_{e\text{cumulata } 4}$ ).

Sigla	Parametro	u.m.	Step temporali m						
			1	2	3	4	5	6	7
<b>d</b>	durata della pioggia	h	0,056	0,112	0,167	0,223	0,279	0,335	0,391
<b>dt</b>	discretizzazione temporale	h	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
<b>Kt</b>	fattore di crescita		2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
<b>A</b>	area del bacino	kmq	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
<b>A/d</b>		kmq/h	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87
<b>Arf</b>	area reduction factor		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
<b>a</b>	parametro pioggia indice	mm	15,899	15,899	15,899	15,899	15,899	15,899	15,899
<b>n</b>	parametro di forma		0,523	0,523	0,523	0,523	0,523	0,523	0,523
<b>P</b>	altezza di precipitazione cumulata	mm	9,47	13,61	16,83	19,57	22,00	24,20	26,24
<b>p</b>	altezza di precipitazione relativa	mm	9,47	4,14	3,22	2,74	2,43	2,20	2,04
<b>Pba</b>	pluviogramma a blocchi	mm	2,04	2,43	3,22	9,47	4,14	2,74	2,20

	alterni								
<b>Pba<sub>cumulata</sub></b>	pioggia cumulata	mm	2,04	4,46	7,68	17,15	21,29	24,03	26,24
<b>CN II</b>	curve number AMC II		63,75	63,75	63,75	63,75	63,75	63,75	63,75
<b>CN III</b>	curve number AMC III		80,18	80,18	80,18	80,18	80,18	80,18	80,18
<b>S</b>	contenuto idrico massimo del terreno saturo	mm	62,80	62,80	62,80	62,80	62,80	62,80	62,80
<b>Ia</b>	perdite iniziali (0.03-0.2S, su bacini alpini 0.1S)	mm	6,28	6,28	6,28	6,28	6,28	6,28	6,28
<b>Pe<sub>cumulata</sub></b>	pioggia efficace cumulata	mm	0,00	0,00	0,03	1,60	2,90	3,91	4,81
<b>Pm</b>	pluviogramma efficace	mm	0,000	0,000	0,031	1,573	1,293	1,015	0,900

*Esempio 2: Calcolo delle portate unitarie q a partire dall'idrogramma unitario adimensionale di Mockus*

Considerato lo stesso evento pluviometrico (0,3906 ore) e la stessa discretizzazione temporale (0,0558 ore) dell'esempio 1 e calcolati con le formule riportate nei paragrafi 4.3, 4.4 e 4.5 il tempo di corrivazione, il tempo di ritardo e il tempo di picco si devono eseguire i seguenti passaggi:

A	B	C
Idrogramma adimensionale di Mockus		Moltiplico la colonna A (t/Tp) per il tempo di ritardo Tp (0,29 ore) precedentemente calcolato
t/Tp	Q/Qp	t
0	0	0,000
0,1	0,03	0,029
0,2	0,1	0,057
0,3	0,19	0,086
0,4	0,31	0,114
0,5	0,47	0,143
0,6	0,66	0,171
0,7	0,82	0,200
0,8	0,93	0,229
0,9	0,99	0,257
1	1	0,286
1,1	0,99	0,314
1,2	0,93	0,343
1,3	0,86	0,371
1,4	0,78	0,400
1,5	0,68	0,429
1,6	0,56	0,457
1,7	0,46	0,486
1,8	0,39	0,514

D	E	F
Istanti temporali definiti al paragrafo 4.8 punto d) con N=26	Valore ottenuto interpolando (si può approssimare con una retta che passa per due punti) i valori della colonna B. Ad esempio per $t_n=0,05579$ interpolo $Q/Q_p = 0,03$ (corrispondente a $t=0,029$ ) e $Q/Q_p=0,1$ (corrispondente a $t=0,057$ )	Moltiplico la colonna E (qn/qp) per la portata di picco qp (10,83)
tn	qn/qp	qn
0	0	0
0,055796796	0,096684475	1,047092859
0,111593591	0,298632484	3,234189802
0,167390387	0,63300215	6,85541328
0,223187182	0,909159554	9,84619797
0,278983978	0,997631768	10,80435204
0,334780773	0,947051274	10,2565653
0,390577569	0,806524204	8,734657129
0,446374364	0,605470064	6,557240792
0,50217116	0,419839729	4,54686427
0,557967955	0,303682325	3,288879579
0,613764751	0,226016907	2,447763102
0,669561546	0,164051274	1,776675297
0,725358342	0,119314809	1,292179381
0,781155137	0,086946576	0,941631423
0,836951933	0,062815167	0,680288261
0,892748728	0,045683758	0,494755099
0,948545524	0,033428595	0,362031681
1,004342319	0,024410255	0,264363059



1,9	0,33	0,543
2	0,28	0,572
2,2	0,207	0,629
2,4	0,147	0,686
2,6	0,107	0,743
2,8	0,077	0,800
3	0,055	0,857
3,2	0,04	0,914
3,4	0,029	0,972
3,6	0,021	1,029
3,8	0,015	1,086
4	0,011	1,143
4,5	0,005	1,286
5	0	1,429

1,060139115	0,017699785	0,191688672
1,11593591	0,012894586	0,139648366
1,171732706	0,009793589	0,106064571
1,227529501	0,007450427	0,080688122
1,283326297	0,005107264	0,055311673
1,339123092	0,003136752	0,03397102
1,394919888	0,001184116	0,012823979
1,450716683	0	0

## 8. GLOSSARIO

a	parametro pioggia indice
CN	Curve number in condizioni idrologiche del suolo antecedenti l'evento di pioggia medie (AMC II)
d	Durata
H	Altezza di precipitazione
Ic-B	Vincolo per inondazione di cautela con disciplina d'uso pari alla fascia B
IU	Idrogramma unitario
IUM	Idrogramma unitario di Mockus
kt	Fattore di crescita
LSPP	Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica
n	Esponente di scala
P	Pioggia totale
Pe	Pioggia efficace
SCS	Soil Conservation Service



s	Pendenza del bacino
S	Contenuto idrico massimo del terreno saturo
Tp	Tempo di picco
tp	Tempo di ritardo
TR	Tempo di ritorno
tr	Durata pioggia efficace

## Sommario

1. INTRODUZIONE .....	1
2. REGIONALIZZAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI .....	1
3. INDIVIDUAZIONE METODI DI VERIFICA IDROLOGICA .....	6
4. METODO SCS .....	6
4.1. DATI DI INPUT .....	6
4.2. DETERMINAZIONE PASSO TEMPORALE .....	7
4.3. DETERMINAZIONE TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO .....	7
4.4. DETERMINAZIONE TEMPO DI RITARDO DEL BACINO (tp) .....	8
4.5. DETERMINAZIONE TEMPO DI PICCO DEL BACINO (Tp) .....	8
4.6. DETERMINAZIONE PRECIPITAZIONI LORDE .....	9
4.7. DETERMINAZIONE PRECIPITAZIONI EFFICACI (Pe) .....	10
4.8. DEFINIZIONE IDROGRAMMA UNITARIO (IU) .....	11
4.9. DEFINIZIONE IDROGRAMMA .....	12
4.10. DURATA DI PRECIPITAZIONE .....	14
4.11. CURVE NUMBER (CN) .....	14
5. ANALISI REGIONALE DELLE PORTATE .....	17
6. STUDIO DORA BALTEA .....	19
7. ESEMPI .....	23
8. GLOSSARIO .....	25

## 9. Elenco delle figure

<i>Figura 1 - Definizione del punto di analisi .....</i>	2
<i>Figura 2- Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica- analisi puntuale .....</i>	3
<i>Figura 3- Stima del tempo di ritorno e/o dell'altezza di precipitazione in un determinato punto per una determinata durata .....</i>	3
<i>Figura 4- Matrice canale in azzurro .....</i>	4
<i>Figura 5 - Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica-scala di bacino .....</i>	4
<i>Figura 6- Matrice delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica .....</i>	5
<i>Figura 7- curva di possibilità pluviometrica .....</i>	9
<i>Figura 8- Pluviogramma a blocchi alterni .....</i>	9
<i>Figura 9 - Schema per la definizione della precipitazione efficace .....</i>	10

27



<i>Figura 10 - Idrogramma unitario adimensionale di Mockus (IUM).....</i>	12
<i>Figura 11 - Schema per la costruzione dell'idrogramma .....</i>	13
<i>Figura 12 - Visualizzazione della matrice canale ed individuazione del bacino a partire dalla sezione di chiusura cliccata (vedi freccia bianca) .....</i>	18
<i>Figura 13 - Messaggio che ricorda l'ambito di applicazione della regionalizzazione delle portate.....</i>	19
<i>Figura 14 - Finestra con i risultati delle elaborazioni e i download possibili.....</i>	19
<i>Figura 15 - Studio Dora Baltea disponibile sul geoportale regionale.....</i>	20
<i>Figura 16 - Scheda relativa ad ogni sezione .....</i>	21
<i>Figura 17 - Scheda relativa ad un manufatto.....</i>	22
<i>Figura 18 - Scheda relativa ad un salto di fondo.....</i>	22

## **10. Elenco delle tabelle**

<i>Tabella 1 - Gruppi idrologici definiti dal metodo CN-SCS .....</i>	15
<i>Tabella 2 - Valori del CN Cazorzi.....</i>	16



## Allegato A

### CARTA DELLE LITOFACIES

#### CARTOGRAFIA DELLA FRANOSITA' DELLA VALLE D'AOSTA - CARTA DELLE LITOFACIES

#### LEGENDA

##### Litofacies delle formazioni superficiali

- 1 Sabbie limoso-ghiaiose, massive o a stratificazione massiva, a supporto di matrice, incoerenti e sottoaddensate, mediamente permeabili.  
*Corrispondono alla coltre colluviale e detritico-colluviale, derivante da processi di ruscellamento e di colamento.*
- 2 Sedimenti detritici grossolani ed eterometrici, massivi, incoerenti, con tessitura aperta o parzialmente aperta (matrice assente o subordinata), molto permeabili.  
*Corrispondono ai depositi gravitativi di falda e di cono, comprendenti limitati accumuli di frana di crollo (2a), e ad accumuli a grandi blocchi di genesi incerta o complessa (2b). Inoltre sono compresi i depositi glaciali descritti come "morenico scheletrico sparso" (2c) e i depositi dei rock glacier inattivi o relitti (2d).*
- 3 Accumulo di blocchi con tessitura aperta nei primi metri dalla superficie e a supporto di clasti più in profondità, cementati da ghiaccio interstiziale o sovrapposti a nuclei di ghiaccio sepolto.  
*Corrisponde ai depositi di rock glacier attivi, con morfologia a lobo deformato in rughe ed ondulazioni concentriche.*
- 4 Diamicton grossolani, ghiaie e sabbie debolmente limose, eterometriche (spesso ricche di blocchi), da massive a stratificate, con tessitura prevalentemente a supporto di matrice, da incoerenti a pseudocoerenti, normal-addensate fino a debolmente sovraconsolidate. La permeabilità è assai variabile da medio-bassa a medio-elevata, in dipendenza della frazione argillosa e dell'addensamento.  
*Corrispondono a depositi sia gravitativi che glaciali. In particolare comprendono i depositi di frana (4a), di debris-flow (4b) e di genesi mista (valanghivo-gravitativo-alluvionale) (4c). Tra i depositi glaciali si distinguono i depositi di margine glaciale antichi (till di ablazione, depositi di frana con trasporto glaciale, depositi di contatto glaciale), di età pleistocenica (4d), e i depositi glaciali formanti le morene della Piccola Età del Ghiaccio (PEG) ed attuali, di età più recente, che, per la loro morfologia acclive e per l'assenza di copertura vegetale, sono soggetti a intenso rimodellamento (4e).  
Sono infine inclusi in questo litogruppo i depositi di riporto antropico (4f).*

- 5 Diamicton, sabbie fini limose con ghiaie, eterometriche, massive, con tessitura nettamente a supporto di matrice, pseudocoerenti, sovraconsolidate, impermeabili o poco permeabili.  
*Corrispondono ai depositi subglaciali (depositi glaciali di fondo s.l.: till di allogamento, till di fusione subglaciale) di età pleistocenica.*
- 6 Sabbie fini e limi argillosi ricchi di sostanza organica decomposta, di colore grigio scuro, in strati da massivi a laminati, normal-addensati, impermeabili. Subordinati livelli di spessore decimetrico di vegetazione palustre indecomposta accumulata in posto senza trasporto.  
*Corrispondono rispettivamente a gyttja e a torbe di ambiente palustre.*
- 7 Sedimenti fini costituiti da alternanze di strati piano-paralleli di sabbie limose e limi argillosi laminati, con subordinate lenti di diamicton e di sabbie ghiaiose, pseudocoerenti, normal-addensati, impermeabili.  
*Corrispondono a depositi torbiditici di ambiente lacustre e glaciolacustre proglaciale.*
- 8 Ghiaie sabbiose eterometriche, grossolanamente stratificate, con tessitura a supporto di clasti, incoerenti e normal-addensate. I clasti sono embricati e la matrice è relativamente ben selezionata (sabbie medio-grossolane). La permeabilità è elevata.  
*Corrispondono ai depositi fluviali e fluvio-glaciali degli alvei attuali, delle piane e dei conoidi alluvionali (8a) e a quelli formanti lembi terrazzati e fortemente sospesi sul fondovalle (8b).*

##### Stati "reologici" del substrato roccioso indifferenziato

- r1 Substrato roccioso normal-fratturato (interessato da 3-4 sistemi di fratturazione chiusi e regolarmente spaziati).
- r2 Substrato roccioso fratturato e debolmente allentato (una parte dei sistemi di fratturazione mostra aperture almeno millimetriche).
- r3 Substrato roccioso fratturato e fortemente allentato (moltiplicazione dei sistemi di fratturazione, tutti con apertura).
- r4 Substrato roccioso fratturato, allentato e parzialmente scompaginato (fratture decisamente aperte, con locale colmamento da parte di matrice derivante dalla frammentazione della roccia; rotazione dei diedri rocciosi in alcuni settori, con aspetto analogo a quello di un deposito di frana).
- r5 Substrato roccioso fratturato e allentato, fortemente sospeso su parete rocciosa, con possibilità di evoluzione a frana di crollo o a rock avalanche.

##### Simboli geomorfologici e strutturali

- ghiacciaio
- cresta di morena
- cresta di rock glacier
- nicchia di distacco di frana
- incisione torrentizia in erosione
- orlo di scarpata in attiva degradazione
- trench o gradino di scivolamento
- frattura o faglia



**Allegato B**

**SPECIFICHE TECNICHE STUDI DI BACINO I TORNATA 2005-2007**



**Elenco studi di bacino prima tornata 2005-2007**

<b>Raggruppamento</b>	<b>Nome bacino</b>
MARMORE-1B	T. Chamois - Suisse
	T. d'Antey
MARMORE-1A	T. Grand Moulin
	T. Petit Monde
DB-1G	T. Sache
	T. Verdoyen
	T. D'Arnad Le Vieux
	T. Fay
DB-1H	T. Prouve
	T. Va
EVANCON-1	T. Cuneaz
	T. Mascognaz
	T. Fontaine
BUTHIER-1B	T. Crete Sèche
	T. Chez Noyer / Vertsan / Moulin
	T. Ars
	T. Lagobin
	T. Gaoula
	T. Clapey
DB-1F	T. Septumian
	T. de Saint-Vincent (T. Biègne - T. Saint-Valentin - T. Gran Valey)
AYASSE-1	T. Terron (Gonthier)
	T. Laris
	T. Mellier-Vignereusaz
	T. Sarric
	T. Valeille
DB-1C	T. La Comba



	T. Vernailère
	T. Pommier
	T. Messigné
	T. La Comba
	T. Arpisson
DB-1A	T. Pra Sec
	T. Tronchey
	T. Le Pont/ Margueraz
	T. Planpincieux
	T. Montitaz
	T. Mayen
	T. Rochefort/Pra Moulin
DB-1E	T. de Montjovet
	T. Cretaz/Basset/Paquier
LYS-1	T. Valdobbia
	T. Moos
DB-1G	T. Thièves/ Revou
	T. Boccoil o Beaucqueuil
	T. Sort
	T. Zerbion
DB-1D	T. Chateau
	T. Bagnère
BUTHIER-1A	T. Gran San Bernardo
DB-1B	T. Clusellaz



**Allegato C**

**SPECIFICHE TECNICHE STUDI DI BACINO II TORNATA 2008-2010**



Elenco studi di bacino seconda tornata 2008-2010

Raggruppamento	Nome bacino
BUTHIER-2A	T. Ollomont
BUTHIER-2B	T. Parleaz
	T. Varère
	T. Berruard
	T. Berrio
	T. Colombe
	T. Baudier
	T. Praperiaz
	T. Pisseur
	T. Barasson
DB-II	T. Vivier
	T. Gressan
	T. Viseran
	T. Monteille/ T. Ronc/ T. D'Arensod/ T. Pernis
DB-1L	T. Molinaz
	T. Arlier
	T. Chambave/ Arberaz/ Saint-Denis
	T. Acqua Nera
	T. Semont
DB-1M	T. Chasten
	T. Vadacaz
	T. Allesaz
	T. Viran / Comunaz / Puttavaz / Sey/L'Ila
	T. Piallong
	T. Lavaz/Perodaz
	T. Torille
DB-2A	T. Dolonne



	T. Chetif
	T. Sapin
	T. Palud-Pavillon
	T. Praz Delé
	T. Verrand
	T. Chenoz
	T. Pallesieux
DB-2B	T. Coudrey
	T. Bouic
	T. Arpy Croux
	T. Youlaz
	T. Elevaz
DB-2C	T. de Places
	T. Colombaz
DB-2D	T. d'Echarlod
	T. Charvaz
	T. Tillac
	T. Tina e Picheu
	T. Mallaley
DB-2E	T. Vetan
	T. Cretes-Verrogne
DB-2F	T. Val Moudzou
	T. Pointier-Roulaz
	T. Pierre-Chateau o Comba Cheseraz
	Rivi settore da Plane Dessous a Chez Vencé
	T. Roveyrettaz
	T. Corteille
	T. Turille
	Rivo Jayar
	T. Cort





DB-2G	T. Echallod Dessous/ Crest-Martinis
	T. Clos de Barne
	T. Fer
	T. Mola
	T.Arban, T. Les, T. Places, T. Berthod
	T. Valbona / Valcohurdaz / Porcelette / Borettaz
	Impluvio Barge
DB-2H	T. Saint-Marcel
EVANCON-2A	T. Courthoud
	T. Croisette
	T. Sousun
	T. Pilaz
GRAND-EYVIA 1	T. Arpisson
	T. Gimillan
	T. su Fraz Buthier
	Impluvi su Valnontey fino a Bouva
	T. Grand Loson
GRAND-EYVIA 2	T. Grauson
LYS-1B	T. Niel
	T. Rickurbach
LYS-2A	T. Netscho
	T. Bachbach
	T. Valdonierbach
	T. Stallerbach
	T. Hobergbach
	T. Horobach
LYS-2B	T. Verney
	T. Biolley
	T. Bielbach



	T. Mettiebach
	T. Ronchebach
	T. Giassit
	T. Foby
MARMORE-2A	T. Ussin / Cortinaz/ Sex/Mont Perron
	T. Cleyva Groussa/T. d'Iliaz
	T. Evette
	T. Cheney
RHEMES-VALGRISENCHE	T. Artalle
	T. Chaussettaz
	T. Quesseunaz
	T. Torrent
	T. Ergioi
	T. Pellaud
	T. Thumelley
	T. Chez Carral
	Conoide Prariond
SAVARA	T. Nivolet
	T. Thoules