

## **Tavola 5.7      Grandi piene – reazioni differenziate dei bacini imbriferi**

### **Introduzione**

I bacini imbriferi reagiscono in modo alquanto diversificato alle piogge intense, soprattutto in funzione della loro capacità di accumulo. Sulle superfici dotate di limitato potere di ritenzione la formazione dei deflussi conseguenti ad apporti cospicui avviene più rapidamente. Con l'ausilio di mappe geologiche e pedologiche, nonché di indagini sul terreno, si giunge a suddividere il bacino in aree di reattività caratteristica (veloce, leggermente ritardata, ritardata, fortemente ritardata). L'aliquota e la distribuzione spaziale di queste ultime forniscono indicazioni utili sulle modalità complessive di risposta del bacino ai vari tipi di eventi meteorici. Sperimentazioni condotte con piogge artificiali [1,4] hanno stabilito i fondamenti necessari per studiare la conversione in deflussi delle precipitazioni riversatesi sui bacini (cfr. fig. 1), consentendo di rendere conto meglio della formazione e dell'entità delle piene.

La descrizione qui offerta s'impenna su un campione di sei bacini imbriferi di superficie compresa tra 0.9 km<sup>2</sup> e 195 km<sup>2</sup> e contraddistinti da reattività differenti. Si tratta di bacini per cui sono disponibili serie pluviometriche e idrometriche rappresentative. Per ciascun caso la tavola dell'Atlante restituisce due elementi espressivi. Si riporta da un lato una carta del bacino comprensiva della distribuzione delle aree a diversa reattività; dall'altro si annette l'idrogramma della massima piena storicamente rilevata nel bacino. I dati pluviometrici sono sempre tratti da una stazione ANETZ (cfr. tavola 2.1) sita nel bacino o a questo adiacente; i valori idrometrici si riferiscono invece a stazioni del Servizio idrologico e geologico nazionale e del cantone di Argovia (cfr. tavola 5.1). Nella tavola sono inseriti dei riquadri che illustrano alcuni aspetti tipici del bacino.

### **Reno Posteriore (Hinterrhein)**

Nel bacino alpino del Reno Posteriore le grandi piene compaiono solamente per altezze di precipitazione al di sopra di 60 mm. I tratti distintivi dei maggiori eventi sono pertanto delineati da limitati incrementi iniziali della portata ai quali seguono, una volta che il suolo si sia impregnato, punte di deflusso brevi e pronunciate che ricalcano l'andamento pluviometrico.

La struttura geologica del bacino è determinata da formazioni di gneiss e di granito e, nella parte più orientale, da sedimenti del Triassico e da calcescisti. Queste formazioni sono parzialmente coperte da morene, da falde di detrito fine e grossolano ai piedi delle pareti rocciose e da materiale alluvionale a fondo valle (Quaternario). La potenza dei suoli risulta per lo più ridotta; prevalgono i suoli grezzi e cinerei (podzol). Le superfici sulle quali la formazione del deflusso è rapida o solo leggermente rallentata si trovano nel campo dei graniti e dei gneiss, dove la copertura manca o evidenzia spessori limitati. In corrispondenza di suoli di notevole potenza, di superfici ricoperte d'alluvione o falde detritiche il deflusso risulta invece rallentato o anche fortemente rallentato, contribuendo appena alla formazione delle piene.

La carta a scala ridotta mette in mostra le grandi differenze che caratterizzano i massimi contributi al deflusso dati dai bacini imbriferi della zona alpina del Reno; quello del bacino del Reno Posteriore risulta particolarmente marcato rispetto agli altri.

### **Aach**

Nel bacino dell'Aach predominano le superfici che ritardano la formazione dei deflussi. L'onda delle massime piene fa quindi la sua comparsa solo in seguito a piogge di lunga durata. Il processo di laminazione si svolge in intervalli di crescita dilatati, provocando il transito di volumi idrici modesti, in assenza di ragguardevoli punte di deflusso.

Nella maggior parte del bacino morene risalenti alla glaciazione di Würm si sovrappongono alle marne e alle arenarie della Molassa lacustre superiore. La potenza della copertura morenica cala nel bacino da sud a nord, riducendosi da 60 m sino a pochi metri. Poiché le morene risultano di solito poco permeabili, il suolo soprastante si costituisce come suolo pseudogleyco, bruno o parabruno con spessori da 30 a 50 cm. Il fondovalle è colmato da formazioni alluvionali, mentre nella parte occidentale si trovano alcuni territori palustri. Per incrementare la produttività dei terreni intrisi si è proceduto a bonifiche su vasta scala mediante l'impiego di condotte sotterranee di drenaggio (cfr. schizzo). L'acqua piovana penetra nel suolo e, condizionata dai fenomeni d'infiltrazione, fluisce con ritardo attraverso le opere di prosciugamento; lo scorrimento superficiale si limita alle zone abitate.

## Saltina

In questo caso le aree a rapida reattività sono disseminate sulla superficie del bacino imbrifero. Una precipitazione temporalesca di estensione temporale e spaziale ridotta non è in grado di alimentarle in maniera uniforme e ragguardevole. Ne consegue che solo apporti cospicui e di lunga durata possono contribuire significativamente alle grandi piene, favorite allora anche dai deflussi più ritardati provenienti dalle altre aree parziali. Si consideri a tal proposito che il limite dello zero termico è qui molto elevato, ragion per cui le precipitazioni si manifestano ovunque in forma di pioggia.

Si distinguono in senso geologico una zona sedimentaria e una cristallina, coperta in parte da depositi del Quaternario. I sedimenti sono costituiti di micascisti calcarei, scisti argillosi, marmi dolomitici e calcarei; gneiss a mica e micascisti compongono invece la parte cristallina del bacino. La disgregazione delle rocce forma strati sabbiosi dotati di buona permeabilità e capacità di accumulo. Nella geologia quaternaria del bacino imperano potenti formazioni moreniche di età variegata e falde detritiche a composizione fine o grossolana, localizzate ai piedi delle pareti rocciose. Si riscontrano alcune sorgenti dove sbocca la circolazione idrica sotterranea. Lo spessore dei suoli decresce con l'inclinazione dei pendii; si riscontrano valori fino a 50 cm in corrispondenza di fianchi ripidi e valori fino a 1 m nei luoghi piani esposti a sud.

Il piccolo diagramma mostra la relazione che intercorre tra la percentuale di precipitazione scolata da ogni tipo di area parziale e l'apporto meteorico totale, evidenziando così i diversi caratteri reattivi. Si nota come nel caso della Saltina una pioggia estrema sul bacino, ad esempio di 200 mm, venga smaltita per circa il 90 % dalle aree a reazione rapida e solo per il 5 % da quelle a reazione ritardata.

## Suze

La comparsa delle grandi piene va qui ricondotta all'azione congiunta delle piogge di lunga durata, della fusione della neve e del congelamento dei suoli [2]. I tracciati di piena si contraddistinguono per intervalli di crescita molto lunghi, punte poco pronunciate ed elevati volumi defluiti.

Il bacino imbrifero si trova in una sinclinale del Giura corrugato. Nel fondo della valle sono localizzate le formazioni più recenti, le marne e le arenarie del Terziario, parzialmente coperte da morene di fondo argillose. A sud e a nord i fianchi vallivi risultano costituiti di calcari carsici. Nel fondo della valle si sono formati suoli bruni e di gley, mentre ai fianchi si hanno suoli bruni e suoli grezzi calcarei (rendzina) molto permeabili. Questi ultimi conducono l'acqua verso il sottosuolo carsico (cfr. figura), ciò che è all'origine di forti ritardi nella formazione dei deflussi. Le aree a risposta rapida o solo leggermente ritardata sono localizzate nel fondovalle, in corrispondenza degli insediamenti e delle morene argillose di fondo; il deflusso avviene qui essenzialmente per via superficiale. Poiché il bacino imbrifero abbraccia per lo più aree parziali di buona permeabilità, piene notevoli prendono corpo solo quando il gelo ostacola l'infiltrazione nel terreno.

## Allenbach

In questo bacino le grandi piene, brevi e con punte pronunciate, fanno la loro comparsa in seguito a precipitazioni estive a carattere temporalesco. Le piogge durevoli producono invece meno marcate punte di deflusso.

Il sottofondo del bacino è formato da Flysch argilloso, calcari e morene locali postglaciali. Nelle serie di Flysch dei ripidi pendii esposti a sud si possono annoverare eventualmente solo terreni grezzi. Noi pendii esposti a nord, sviluppati parallelamente all'intercalarsi di queste stratificazioni ritmitiche, s'incontrano invece suoli disgregati di notevole potenza. Si tratta di terreni franosi instabili, spesso sede di smottamenti e frane. Per via della loro scarsa capacità di accumulo, le aree in cui sono presenti pendii ripidi rocciosi o declivi con suolo grezzo (cfr. foto) reagiscono prontamente alle piogge intense. Esse risultano per lo più unite ben delimitate e ben drenate dalla rete idrica naturale; quando vengono alimentate da un temporale locale possono reagire rapidamente. I depositi morenici a componente argillosa e i terreni alterati gleyici contribuiscono in misura molto minore alle piene, mentre quasi non reagiscono le arre parziali in cui sono compresi gli spessi depositi franosi o i con di deiezione.

## Brunngraben

La breve serie storica (1981–1990) della stazione cantonale mostra che le grandi piene si originano nel bacino in occasione di brevi temporali. Come nel caso di Allenbach, gli eventi meteorici estivi inducono una rapida crescita dei deflussi e un altrettanto rapido esaurimento, con punte tuttavia meno marcate. Durante il periodo invernale le piene, comunque sempre inferiori alle punte estive, possono comparire in conseguenza di piogge di lunga durata oppure di apporti meteorici concomitanti con lo scioglimento della neve.

Le arenarie della Molassa marina superiore costituiscono il substrato roccioso di questo piccolo bacino imbrifero (0.86 km<sup>2</sup>), ricco di boschi. Le fessurazioni nelle arenarie a composizione da fine a grossolana assicurano permeabilità e buone capacità di accumulo idrico. Su di esse si estende in genere uno strato disgregato a carattere sabbioso di spessore fino a 50 cm (cfr. tavola 8.4, esempio di Lenzburg); seguono poi suoli sabbiosi e leggermente siltosi di tipo bruno o parabruno. Il sottile strato di terreno dei fianchi ripidi che costeggiano i torrenti risulta instabile; si notano profili di strappo e affioramenti di arenaria rocciosa (cfr. foto). Solo questi suoli circoscritti concorrono alla formazione di piene in occasione di piogge brevi e intense. Predominano i deflussi di superficie e quelli negli strati altamente permeabili sopra il substrato roccioso. Nelle aree rimanenti ove si rinvergono suoli sabbiosi e spessi la capacità d'infiltrazione nel terreno viene difficilmente saturata dalle piogge intense.

## Sperimentazioni con pioggia artificiale

L'entità delle piene nei bacini imbriferi va ricondotta in buona sostanza all'alimentazione proveniente da singole aree connotate da processi di deflusso e potere di accumulo differenti. Sulla base di questa considerazione di fondo si è ricorso a un impianto di produzione di pioggia artificiale, irrorando 60 m<sup>2</sup> di terreno a un tasso compreso tra i 50 e i 110 mm/h, un'altezza oraria pari a quella di un evento meteorico raro. Per quanto riguarda i processi di deflusso, sono state condotte indagini presso 18 punti di rilevamento su pendii svizzeri (cfr. carta d'insieme) [1,3,4]. Si sono misurati i deflussi sul suolo e nel suolo, laddove gli strumenti hanno dato informazioni anche sull'umidificazione e sul drenaggio nel suolo. La tavola dell'Atlante riporta quattro punti di rilevazione che evidenziano comportamenti alquanto difforni relativamente ai processi osservati e all'accumulo idrico.

## Bibliografia

- [1] **Faeh, A. (1997):** Understanding the processes of discharge formation under extreme precipitation. A study based on numerical simulations of hillslope experiments. Mitteilung der VAW, Nr. 150, Zürich.
- [2] **Horat, P. et al. (1997):** Wie grosse Hochwasser kann die Schüss bringen? Über die Entstehung grosser Hochwasser im Einzugsgebiet der Schüss. In: Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Congress of Speleology 12<sup>th</sup>–17<sup>th</sup> August 1997:9–12, La Chaux-de-Fonds.
- [3] **Naef, F., Scherrer, S., Faeh, A. (1998):** Die Auswirkungen des Rückhaltevermögens natürlicher Einzugsgebiete bei extremen Niederschlagsereignissen auf die Grösse extremer Hochwasser. Schlussbericht NFP 31, Zürich.
- [4] **Scherrer, S. (1996):** Abflussbildung bei Starkniederschlägen. Identifikation von Abflussprozessen mittels künstlicher Niederschläge. Mitteilung der VAW, Nr. 147, Zürich.