

◆ 3.3 DENSITÀ AREALE DELLE FRANE IN VALLE OSSOLA NELL'EVENTO ALLUVIONALE DI OTTOBRE 2000

Luigi Andrea Bedoni

Rilievi di Luigi Andrea Bedoni, Daniele Drago, Giorgio Pesando, Rinaldo Pescio, Paolo Tonanzi, e Carlo Troisi

Si ringrazia per la collaborazione il dott. Giovanni Bellotti, il dott. Paolo Marangon, il dott. Francesco D'Elia, la dott.^{ssa} Paola Cerri ed il Corpo Forestale dello Stato

La magnitudo dell'impatto sui versanti di un evento alluvionale viene spesso indicata dal numero di frane per unità di superficie innescate dall'evento correlata all'intensità delle precipitazioni. Nella tabella seguente sono indicati esempi riferiti a recenti eventi alluvionali

Tabella 1 - stime del numero di frane per unità di superficie

Località	Anno Evento	Densità Numero/km ²	Metodo di determinazione della Densità	Autore
Biellese	1968	Fino a 100	Stima visuale	Mortara et al, 1986
Valle Vigizzo	1978	> 100	Stima visuale	Govi, 1979
Valle Vigizzo	1978	108	Conteggio	*
Carnia	1983	140	Stima visuale	Mortara et al, 1986
Langhe	1994	170 - 180	Stima visuale	EC, 1994
Torresina	1994	102	conteggio	Sutera Sardo et al. 1996
Valle Ossola (Antrona)	2000	50	Stima visuale	Tropeano et al. 2000
Valle Ossola	2000	17	conteggio	**

* conteggio eseguito nell'ambito di questo articolo sulla base dei dati di Forlati et al. (2002).

** conteggio eseguito nell'ambito di questo articolo sulla base dei rilievi di campagna dell'autore e collaboratori.

Il numero di frane per km² è frequentemente utilizzato per enfatizzare la gravità del dissesto prodotto da un evento alluvionale e non c'è rapporto d'evento che non faccia riferimento ad esso, spesso senza indicare i metodi di determinazione utilizzati. Con riferimento ai fenomeni di "soil slip", frane superficiali di spessore e volume limitati, Govi (1979) individua uno stadio iniziale caratterizzato da un numero di frane variabile fra 3 e 15, uno stadio intermedio nel quale il numero di frane arriva a 30 ed uno stadio catastrofico quando il numero di frane arriva ad 80. Agostoni et al. (1998), analizzando le correlazioni esistenti fra eventi idrologici e frane superficiali evolute in debris flow nel territorio montano della Lombardia, individuano uno stadio iniziale caratterizzato da un numero di frane minore di 10, uno stadio intermedio nel quale il numero di frane è minore di 20 ed uno stadio catastrofico nel quale il numero di frane supera 20. Tropeano et al. (2000) caratterizzano l'evento alluvionale dell'ottobre 2000 in tre livelli di densità areale in base ai fenomeni di soil slip/debris flow ed al trasporto solido torrentizio: livello con eventi sporadici, livello a bassa densità con 1 - 10 eventi/km² e livello a densità elevata con 10 -100 eventi/km².

Nelle analisi speditive immediatamente successive ad un evento allu-



vionale il numero di frane per km² è stimato sulla base dell'esperienza dell'osservatore mentre per individuare la massima densità di frane per km² prodotta da un evento alluvionale occorre assemblare un inventario georeferenziato dei dissesti correlabili all'evento ed applicare un metodo di conteggio.

Nel caso in esame nel corso dell'attività ricognitiva a terra svolta in seguito all'evento alluvionale dell'ottobre 2000 nelle province di Verbano-Cusio-Ossola e di Novara, sono stati rilevati 298 eventi di frana con data di accadimento e/o di riattivazione correlata all'evento. Si tratta per la maggior parte di *soil slip*, scivolamenti e colate, ma anche di alcuni crolli e frane profonde avvenuti nel bacino del Toce. Si ritiene che la popolazione totale degli eventi sia maggiore, perché non è stata effettuata una completa scansione del territorio tramite esame delle aereofotografie, tuttavia si ritiene che l'attuale inventario sia sufficientemente significativo per essere elaborato con l'obiettivo di stimare la densità di frane prodotta dall'evento e di confrontare tale densità con le isoiete relative all'evento.

Si sottolinea che poco più della metà degli eventi inventariati è compresa nelle aree individuate come "settori di versante vulnerabili da fenomeni franosi per fluidificazione dei terreni della copertura superficiale" nella carta tematica in scala 1:100.000 della Banca Dati Geologica Regionale.

3.3.1 STIMA DELLA DENSITÀ DI FRANE

Il rapporto tra numero di frane e superficie del bacino idrografico scritto nella colonna "D_media" della tabella 2, evidenzia che le frane sono state più numerose dove maggiore è stata l'altezza totale delle precipitazioni dell'evento (val Bognanco).

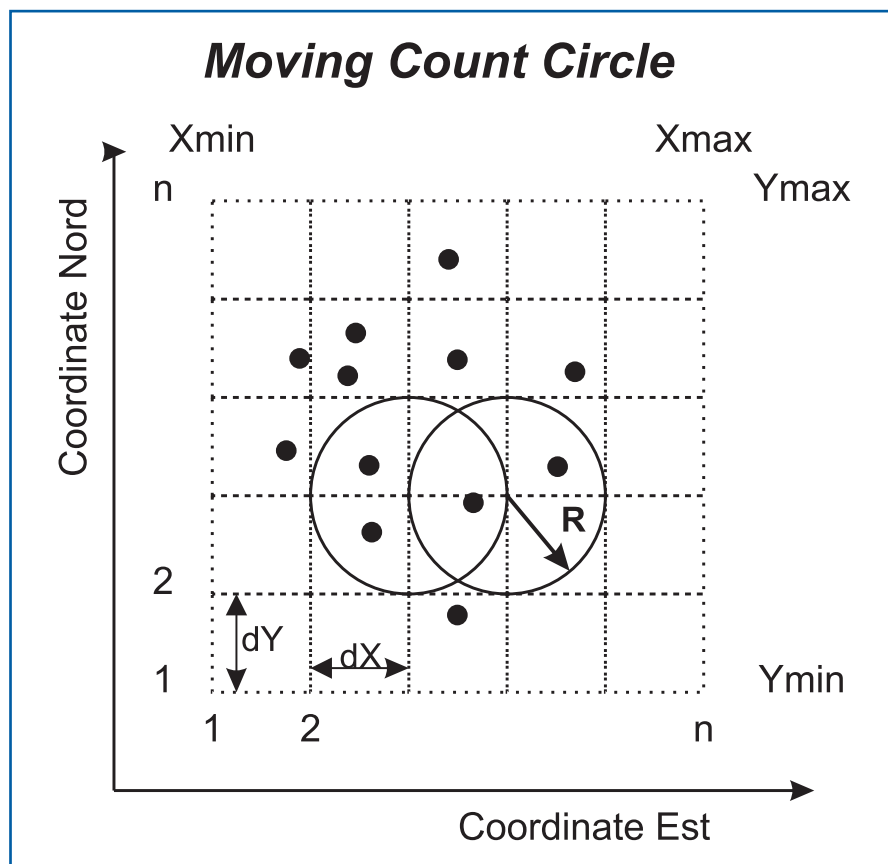
Stime più puntuali della densità di frane sono possibili con metodi di conteggio che sfruttano la possibilità di rappresentare le frane superficiali mediante simboli puntiformi a causa delle ridotte dimensioni delle medesime rispetto alla scala regionale.

Sutera Sardo *et al.* (1996) hanno rilevato 937 frane in un territorio di circa 29.3 km² (densità media 32/km²) ed individuato la densità massima di 102/km² contando il numero di punti per ogni cella di un reticolo a maglia quadrata di 250 m di lato.

Savage *et al.* (2001) hanno proposto di usare la *count-circle methodology* per la semplicità con la quale può essere facilmente scritta in un programma di calcolo. Il metodo, definibile come "computo per distanze tramite un raggio esploratore", esamina la base dati mediante un cerchio il cui centro staziona in sequenza sui nodi di una maglia di lato prestabilito. Per ogni nodo si contano i punti della base dati ubicati a distanza minore o uguale alla lunghezza del raggio del cerchio. Il metodo produce una distribuzione discreta di punti a ciascuno dei quali è associato un valore intero che è il numero di frane contate, con le dimensioni di una densità (numero frane/area cerchio). Il metodo è sensibile alla spaziatura della griglia di campionamento e al valore del raggio esploratore e per garantire l'esplorazione di tutta la base dati è necessario che il lato della maglia sia inferiore o uguale al raggio esploratore. (Figura 3.65 ◆).

Figura 3.65 ◆

Metodo "Moving Count Circle" per calcolare la densità delle frane. Le frane sono rappresentate dai punti neri. I numeri da 1 a n indicano le righe e le colonne della griglia di passo dX e dY . X_{min} , X_{max} , Y_{min} e Y_{max} indicano i limiti inferiori e superiori delle coordinate della base dati. Il cerchio di raggio esploratore pari a R esplora la griglia muovendosi per righe e per colonne.



La base dati a disposizione è stata esaminata con il metodo di Sutura Sardo e con quello di Savage scrivendo delle apposite routine nel linguaggio VBA® al fine di eseguire il conteggio in ambiente EXCEL97® e rappresentare i risultati con SURFER7®.

Si è scelta una lunghezza del raggio in metri tale che l'area del cer-

Tabella 2 - Conteggio numero di frane per bacino idrografico

Sottobacino Idrografico del bacino del Toce	N (-)	S (km ²)	D_media	D_max
Bogna	77	91	0,846	17 (7) (4) (3)
Diveria parte italiana *	53	148	0,358	6 (5)
Ovesca **	54	148	0,365	5 (4) (3) (3)
Anza **	39	257	0,152	5 (5) (3) (3) (3)
Media e Bassa Valle Toce	32	316	0,101	4 (3)
Isorno **	8	73	0,110	< 3
Melezzo Occidentale **	3	54	0,056	< 3
Devero **	3	118	0,025	< 3
Alta Valle Toce	5	176	0,028	< 3
Strona **	2	234	0,008	< 3
Frane in aree esterne al bacino del Toce	22	-	-	-

N = numero di frane verificatesi nel sottobacino

S = superficie

$D_{media} = N/S$ (numero frane / km²)

D_{max} = massima frequenza stimata con count circle methodology, tra parentesi picchi secondari (numero frane / km²)

* Dalla superficie complessiva del bacino di 321 km² sono sottratti 173 Km² situati in territorio extranazionale e non esplorati

** bacino con ampi settori parzialmente esplorati

chio fosse pari a 1 km²; in questo modo il numero di punti contati a partire da ciascun nodo assume il valore di numero di frane per km². Con un reticolo analogo a quello di Sutera Sardo la massima densità di frane risulta 16/km² in val Bognanco.

Con la *count-circle methodology* sono state prodotte più serie, con spaziatura della griglia decrescente fino a 100 metri, che convergono verso un valore di massima densità di frane di 17/km² scritto nella colonna “D_max” della tabella 2.

La *count-circle methodology* è stata verificata con un subset di 400 frane in valle Melezzo relative all’evento di agosto 1978 rilevate da Forlati *et al.* (2001) tramite fotointerpretazione, in un’area di 8 km² (densità media 50/km²) calcolando una densità massima di 108/km² vicina al valore noto in letteratura.

3.3.2 CONFRONTO FRA LA DENSITÀ DI FRANE E LE PRECIPITAZIONI

Nel cartogramma “Densità delle frane per km² e isoiete a 96 ore” (Figura 3.67 ♦ pagina successiva) sono rappresentate le isoplete di densità delle frane calcolate con *count circle methodology* e le isoiete cumulate in 96 ore da venerdì 13 ottobre a lunedì 16 ottobre digitalizzate dalla carta di Cattaneo *et al.*, (2000) specifica per il bacino del Ticino sopralacuale.

La zona con più alta densità di frane (17 frane per km² a Bognanco - Pizzanco) corrisponde geograficamente alla zona con maggiore altezza cumulata di precipitazione (Pmax = 740 mm).

Il numero di frane per km², anche ipotizzando che sia stimato per difetto, è più vicino ai limiti indicati da Agostoni *et al.* (1998) piuttosto che a quelli di Govi (1979) o di Tropeano *et al.* (2000). Si ritiene ragionevole pensare che dipenda dalla più lunga durata e minore intensità delle piogge dell’evento di ottobre 2000 rispetto ad altri eventi.

Le coppie di valori, logaritmo della densità di frane/isoiete, si correlano con un coefficiente di correlazione 0.95 (Figura 3.66 ♦),

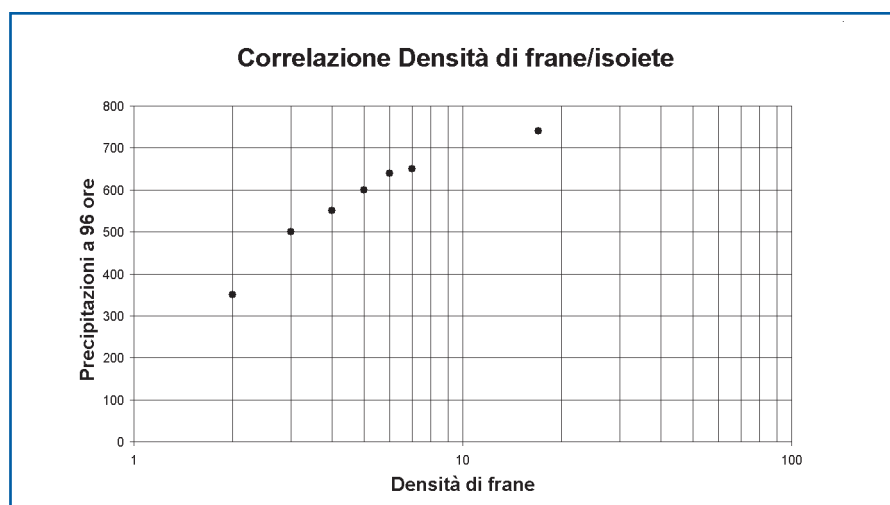


Figura 3.66 ♦

Figura 3.67

Densità delle frane per Km² e isoiete 96 ore
(dal 13/10/00 ore 0.00 al 16/10/00 ore 24.00)
(base dati 298 frane)
Coordinate Utm Est

