



Amministrazione Provinciale di Roma  
Assessorato alle Politiche dell'agricoltura, dell'ambiente  
– Caccia e Pesca  
Dipartimento V - Servizio Geologico



Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del  
Consiglio dei Ministri - Servizio Sistema Informativo  
Centrale

## ***Analisi multirischio e scenari di evento sul territorio della Provincia di Roma***

### **RAPPORTO ATTIVITA'**

#### **Premessa**

La conoscenza dei rischi naturali e antropici del territorio è essenziale nella pianificazione delle fasi dell'emergenza dopo un evento calamitoso e riveste, più in generale, importanza fondamentale nella individuazione di efficaci politiche di mitigazione dei rischi.

La predisposizione di un *Piano di emergenza*, con l'individuazione delle risorse in termini di uomini e mezzi necessari per fronteggiare l'emergenza, richiede la conoscenza degli eventi calamitosi che possono colpire il territorio in esame e la valutazione delle perdite da essi potenzialmente indotte, in termini di vite umane, feriti, senz'altro, perdite economiche, ecc...

Il *Piano di emergenza* infatti è costituito essenzialmente da tre parti: una generale di descrizione del rischio, la seconda relativa all'individuazione e descrizione dell'evento atteso (scenario d'evento) e alla valutazione delle perdite corrispondenti (analisi conseguenze) e l'ultima riguardante il modello d'intervento. Sulla base dell'analisi evento/conseguenze il Piano deve organizzare, in misura adeguata, la risposta di protezione civile identificando i soggetti chiamati ad operare, i relativi compiti e quantificando le risorse, nell'ambito di quelle disponibili, per l'attuazione del Piano stesso. Il Piano deve infine individuare gli elementi critici che potrebbero portare, in caso di evento, ad un aumento del danno o ad un rallentamento delle operazioni di soccorso e predisporre di conseguenza gli interventi migliorativi (ad esempio opere di miglioramento sui sistemi di trasporto, interventi di consolidamento, etc.). In quest'ottica un piano di emergenza non deve intendersi come un prodotto cartaceo bensì come un processo dinamico, che in una spirale chiusa prevede delle analisi, delle proposte di riduzione del rischio, degli interventi di mitigazione e quindi delle nuove analisi. La sua costruzione è fortemente legata alla capacità di conoscere il territorio su cui si opera in termini estremamente ampi (struttura fisica, opere, sistemi in rete, popolazione, beni culturali, ...) ed alla possibilità di poter gestire le problematiche ad esso associate e derivanti dall'accadere dell'evento.

L'importanza della conoscenza dei rischi del territorio è fondamentale anche nelle fasi di pianificazione e gestione del territorio. Gli aspetti di difesa del suolo non possono essere affrontati in mancanza di una conoscenza approfondita dei rischi che incidono sul territorio; essa infatti permette di individuare le priorità degli interventi strutturali volti al raggiungimento di una sostenibilità del rischio. Attraverso adeguate politiche di mitigazione delle calamità naturali ed antropiche si può tutelare meglio la vita umana e garantire ai cittadini un ugual livello di esposizione al rischio.

L'attività di valutazione e quantificazione dei rischi riveste una notevole complessità e richiede la disponibilità di metodologie di analisi anche sofisticate e soprattutto una conoscenza approfondita del territorio, sia nei suoi aspetti fisici sia in merito alle caratteristiche di vulnerabilità dell'edificato e al livello di esposizione di beni e persone.

E' necessario il coinvolgimento di diverse professionalità e anche una sinergia tra Amministrazioni diverse chiamate in vario titolo ad operare sul territorio.

Lo sviluppo di metodologie di analisi attiene tipicamente a strutture a carattere nazionale, Università, strutture di ricerca, mentre le Amministrazioni Locali detengono la "conoscenza" del territorio e soprattutto costituiscono i diretti utilizzatori degli studi e delle valutazioni effettuate.

Il territorio della Provincia di Roma è esposto a diversi rischi naturali: il rischio idrogeologico e quello degli incendi boschivi sono probabilmente quelli principali, ma vi sono zone caratterizzate anche da un livello non trascurabile di rischio sismico e geologico.

Alla pericolosità connessa a tali fenomeni, si aggiunge l'alto grado di esposizione, per l'alto numero di abitanti e per la presenza della Capitale, con il suo patrimonio culturale ed economico.

Sulla base di quanto sopra, il Servizio Geologico – Dipartimento V della Provincia di Roma, nell'ambito delle sue competenze, sta sviluppando un progetto per la valutazione dei rischi del territorio della Provincia di Roma, finalizzato a supportare il Servizio di Protezione Civile dello stesso Dipartimento nella predisposizione del Piano di Emergenza Provinciale e, più in generale, a supportare le attività di gestione del territorio della Provincia.

Il progetto prevede il coinvolgimento del Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri per quanto attiene alla predisposizione di opportune metodologie di analisi e per garantire la necessaria uniformità di approccio a livello nazionale alla gestione dei rischi per problematiche di protezione civile.

### **Obiettivi generali del progetto**

L'obiettivo generale del progetto è la predisposizione di uno strumento per la valutazione dei rischi del territorio della Provincia di Roma finalizzato alla predisposizione del piano di emergenza provinciale e alla gestione dei procedimenti autorizzativi in zone soggette a vincolo idrogeologico.

Il prodotto, sviluppato avvalendosi della tecnologia GIS, consentirà di individuare le zone del territorio a maggior rischio, considerando, attraverso una metodologia di analisi multicriteriale, la possibilità di una contemporaneità dei diversi rischi sulle stesse porzioni del territorio.

La pericolosità complessiva di un'area infatti scaturisce dalla combinazione dei rischi, naturali e/o antropici, che possono manifestarsi: diversi fenomeni possono verificarsi come conseguenze di un unico evento scatenante (ad esempio frane indotte dai terremoti o la rottura di una diga dovuta ad un terremoto), mentre una porzione di territorio può essere soggetta ad un diverso numero di eventi (alluvioni, terremoti, frane, inquinamento chimico, ecc.). Strumenti fondamentali per i pianificatori territoriali che devono definire il rischio accettabile e sostenibile, sono quindi le "analisi multirischio", che permettono una valutazione e classificazione del rischio inteso come interazione e composizione di più eventi (naturali ed antropici) che agiscono su una stessa zona, e rappresentano quindi le fondamenta delle politiche e delle strategie riportate nei programmi di riduzione dei rischi (riduzione degli impatti dei disastri sul territorio stesso).

Noto il rischio complessivo occorre, per ogni tipologia di evento, definire lo scenario atteso cioè descrivere l'evento atteso e il suo impatto sul territorio.

Quest'analisi richiede tre azioni che sono:

- caratterizzazione fisica dell'evento atteso (per esempio per l'input sismico definire la magnitudo epicentrale e il moto del terreno nell'area coinvolta)
- descrizione dell'area coinvolta in termini di popolazione, infrastrutture, servizi e abitazioni
- valutazione delle conseguenze in termini di danno (alle abitazioni, alla popolazione, al sistema produttivo nel suo complesso, ...).

## Organizzazione delle attività

Il lavoro è articolato nelle seguenti task:

- zonazione delle singole pericolosità – predisposizione di cartografie di pericolosità per i seguenti rischi: sismico, idraulico, geomorfologico, idrogeologico e incendi boschivi.
- analisi di vulnerabilità ed esposizione per le varie ipotesi di rischio
- zonazione dei rischi – produzione di carte di sintesi sui singoli rischi
- calcolo del rischio complessivo – individuazione delle metodologie dell'analisi multirischio e sua implementazione in ambiente GIS
- analisi di evento/conseguenze per le varie ipotesi di rischio.

Il risultato delle analisi su descritte rappresenterà la base necessaria per la successiva individuazione, nel Piano di emergenza, delle risorse da utilizzare per fronteggiare l'emergenza e degli interventi mitigativi da attuare.

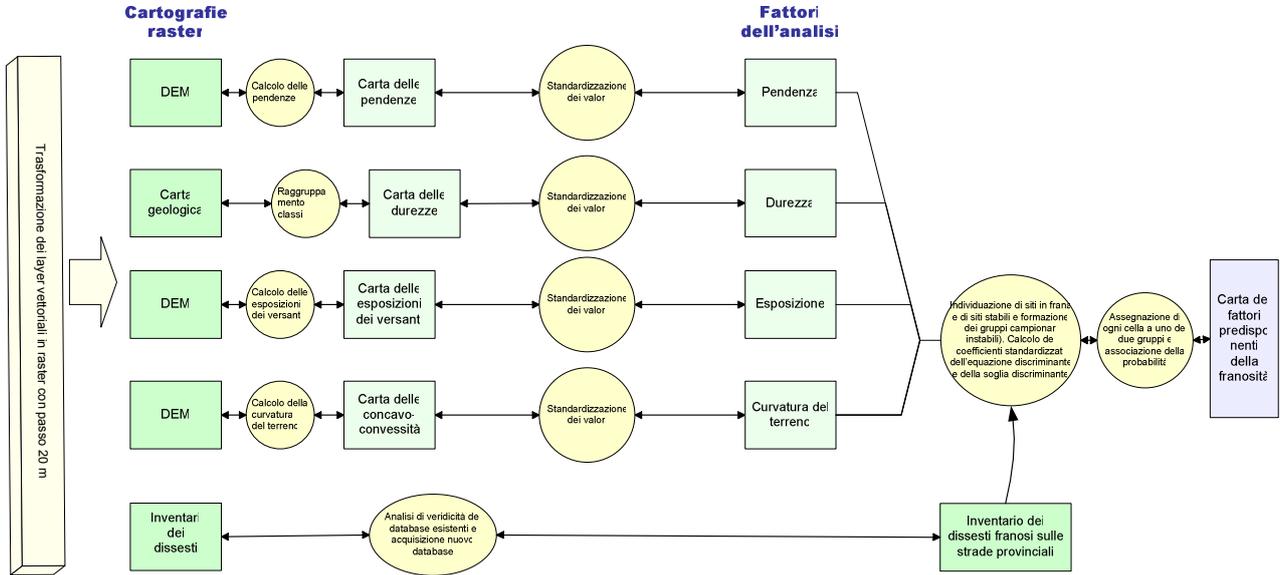
## Rapporto delle attività svolte

Allo stato attuale il gruppo di lavoro ha svolto le seguenti attività:

- Censimento delle basi dati disponibili per la conoscenza del rischio geologico
- Acquisizione e mosaicatura del DEM con passo 20 m
- Derivazione dal DEM delle cartografie raster (grid) delle pendenze e dell'esposizione dei versanti
- Individuazione dell'area campione e per essa:
  - realizzazione di un grafo connesso, quotato e georiferito del reticolo fluviale;
  - Verifica nell'area campione delle cartografie acquisite e inerenti i fenomeni franosi;
  - Realizzazione del layer cartografico contenente tutti gli interventi fatti dall'ufficio geologico della provincia di Roma a seguito di fenomeni franosi incidenti sulle strade di competenza provinciale;
  - Realizzazione della carta della curvatura del terreno (sia longitudinale che trasversale);
  - Realizzazione delle cartografie raster contenenti i valori normalizzati dei parametri quota, esposizione, pendenza, durezza dei materiali e curvatura secondo i due metodi:
    - A – i valori sono stati normalizzati dividendoli per il valore massimo ( $X/X_{max}$ );
    - B – I valori sono stati standardizzati sottraendogli la deviazione standart e dividendo il risultato per il valore medio ( $(X - \sigma) / X_{med}$ );
    - C – I valori sono stati standardizzati sottraendogli la deviazione standart e dividendo il risultato per il valore medio ( $(X - X_{med}) / \sigma$ );
- Calcolo delle matrici di varianza e covarianza per l'assegnazione dei pesi alle variabili;
- Realizzazione delle matrici di punti per l'analisi discriminante;
- Calcolo delle equazioni discriminanti e dei centroidi dei gruppi;
- Realizzazione delle carte dei fattori predisponenti.

Si riporta di seguito una sintesi degli elaborati prodotti

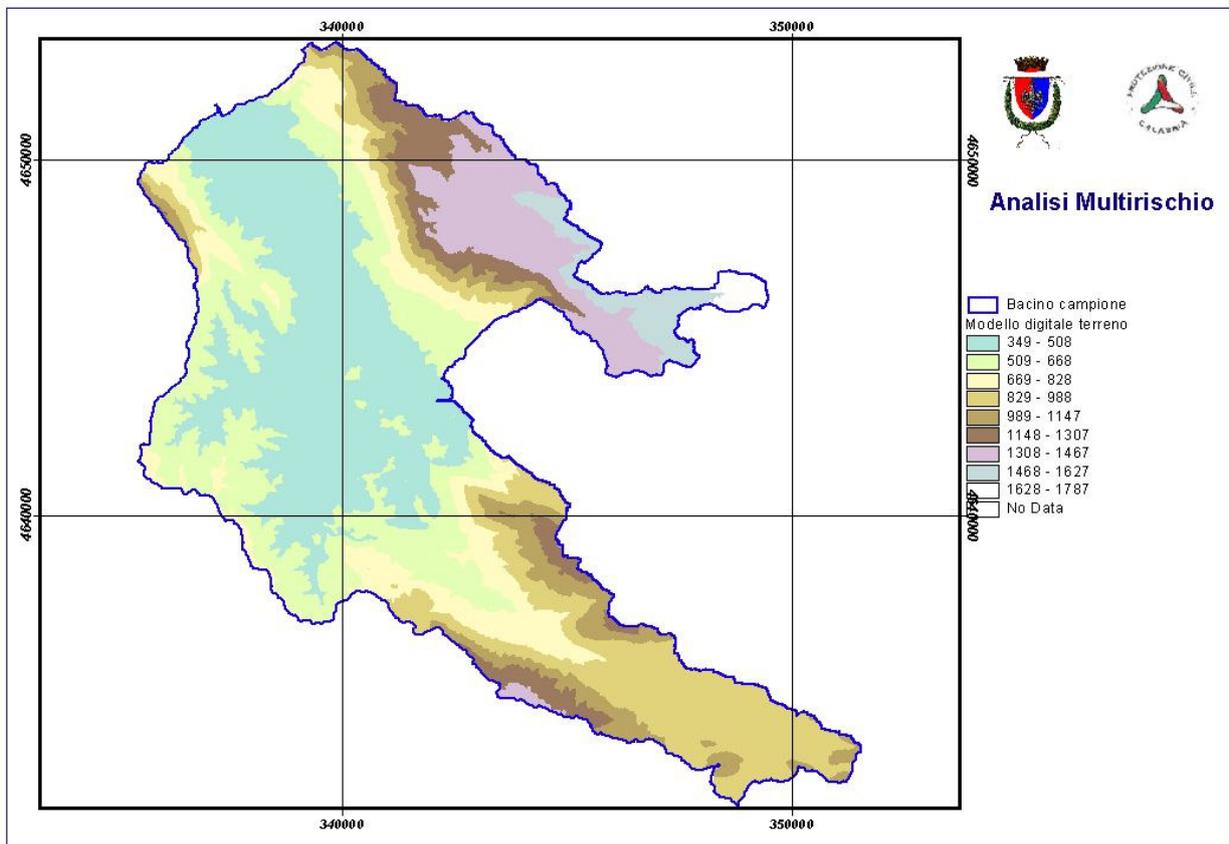
### Schema dell'analisi



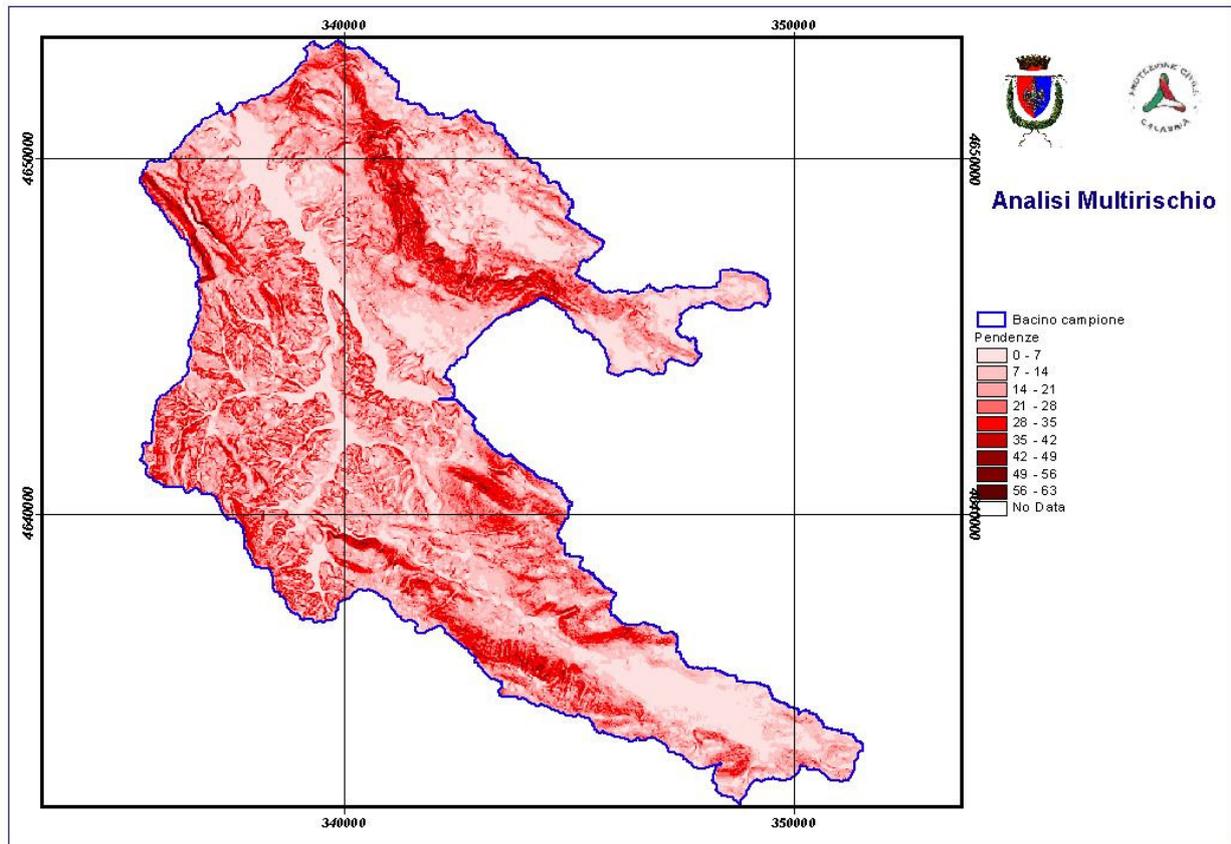
### Cartografie di base prodotte:

Sono state acquisite e/o elaborate le seguenti cartografie:

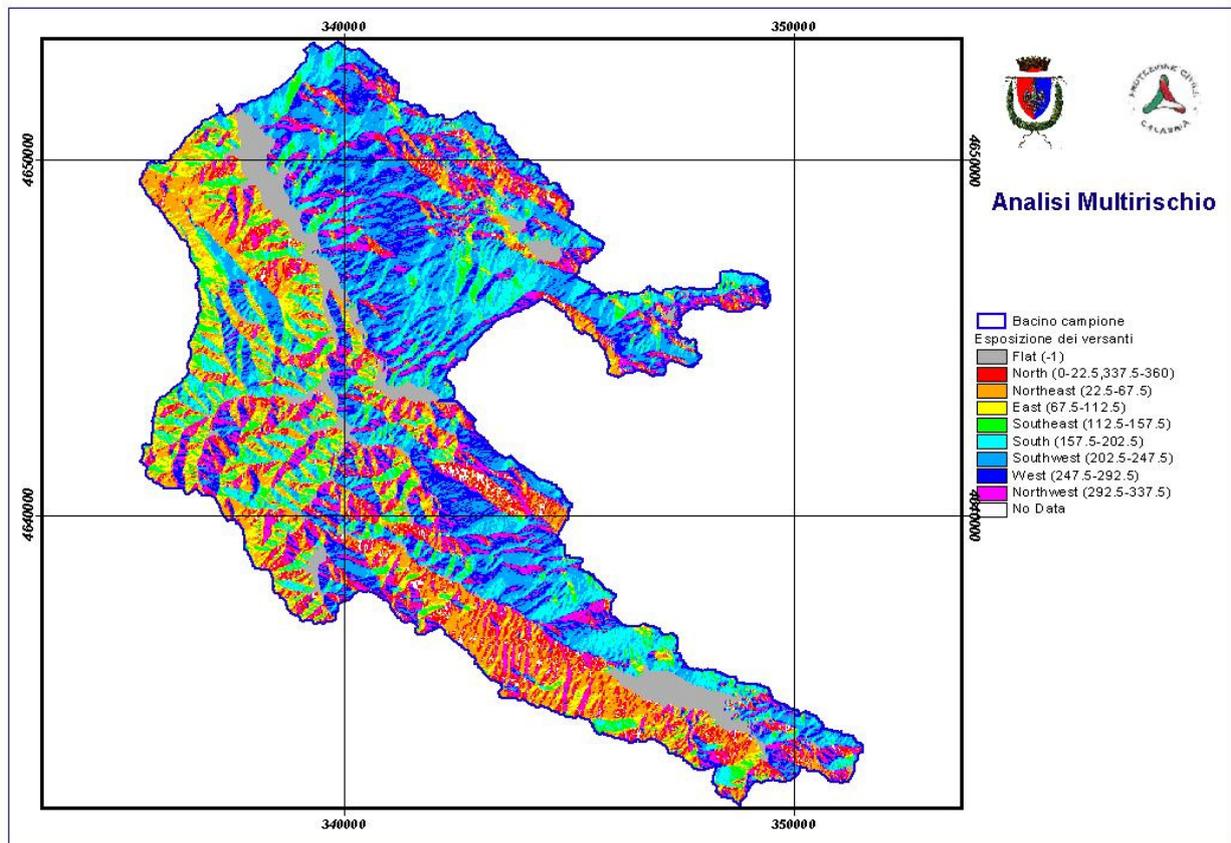
#### Modello digitale del terreno con passo 20m



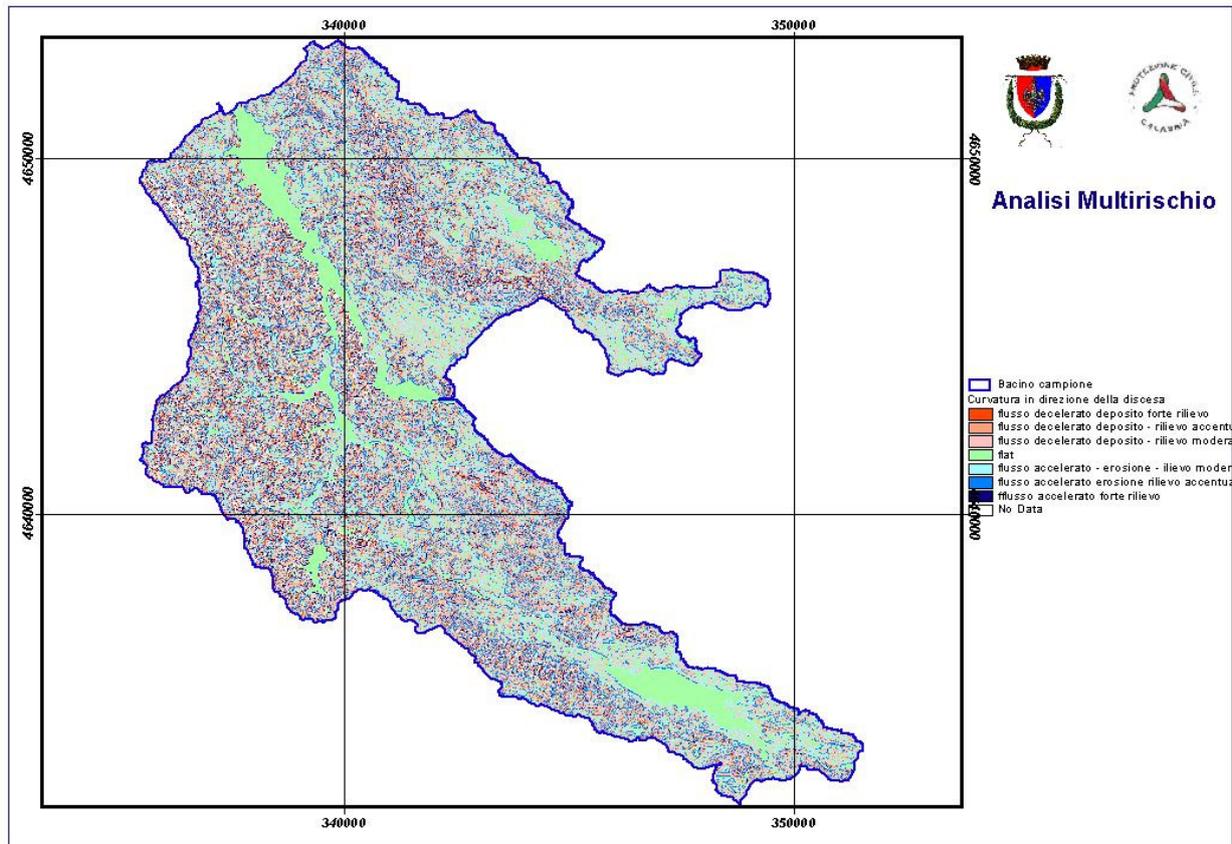
## Carta delle pendenze



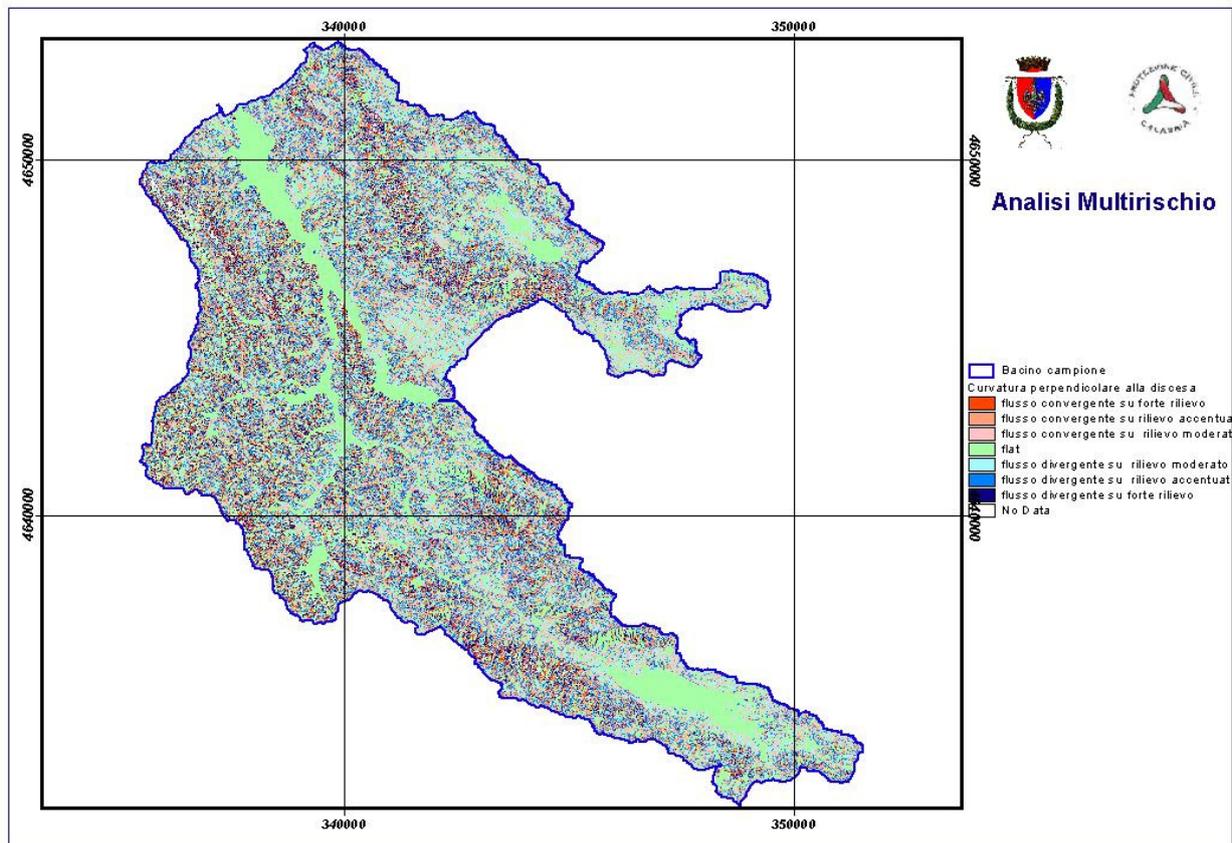
## Carta dell'esposizione dei versanti



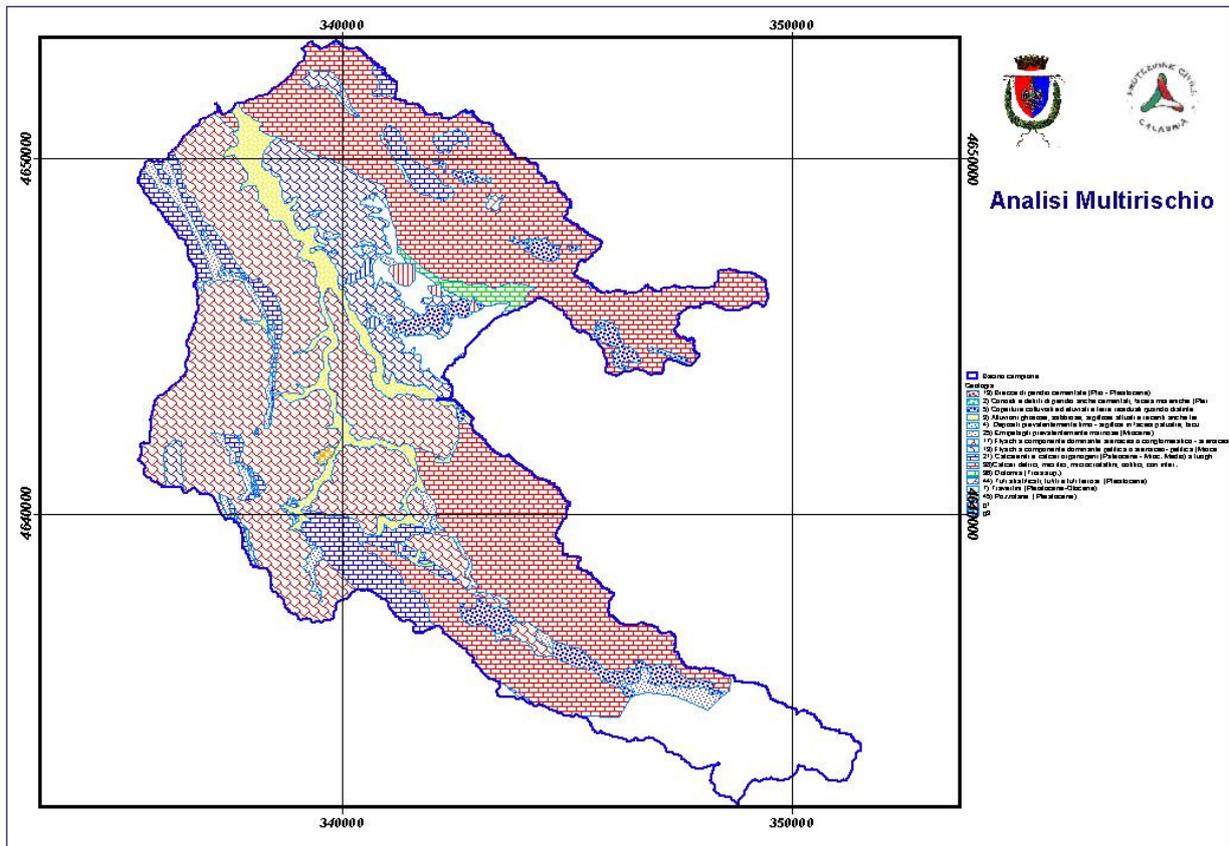
## Carta della curvatura del terreno in direzione della discesa



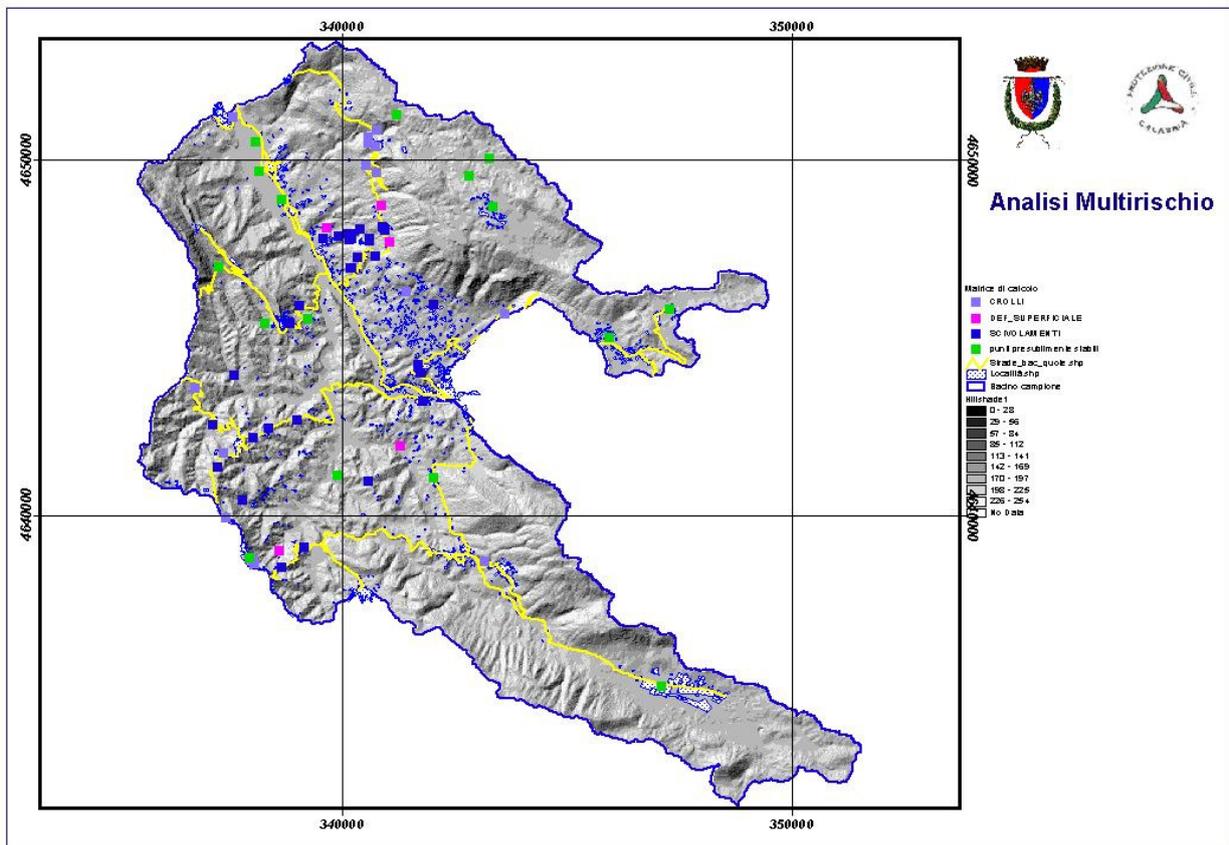
## Carta della curvatura del terreno in direzione ortogonale alla discesa



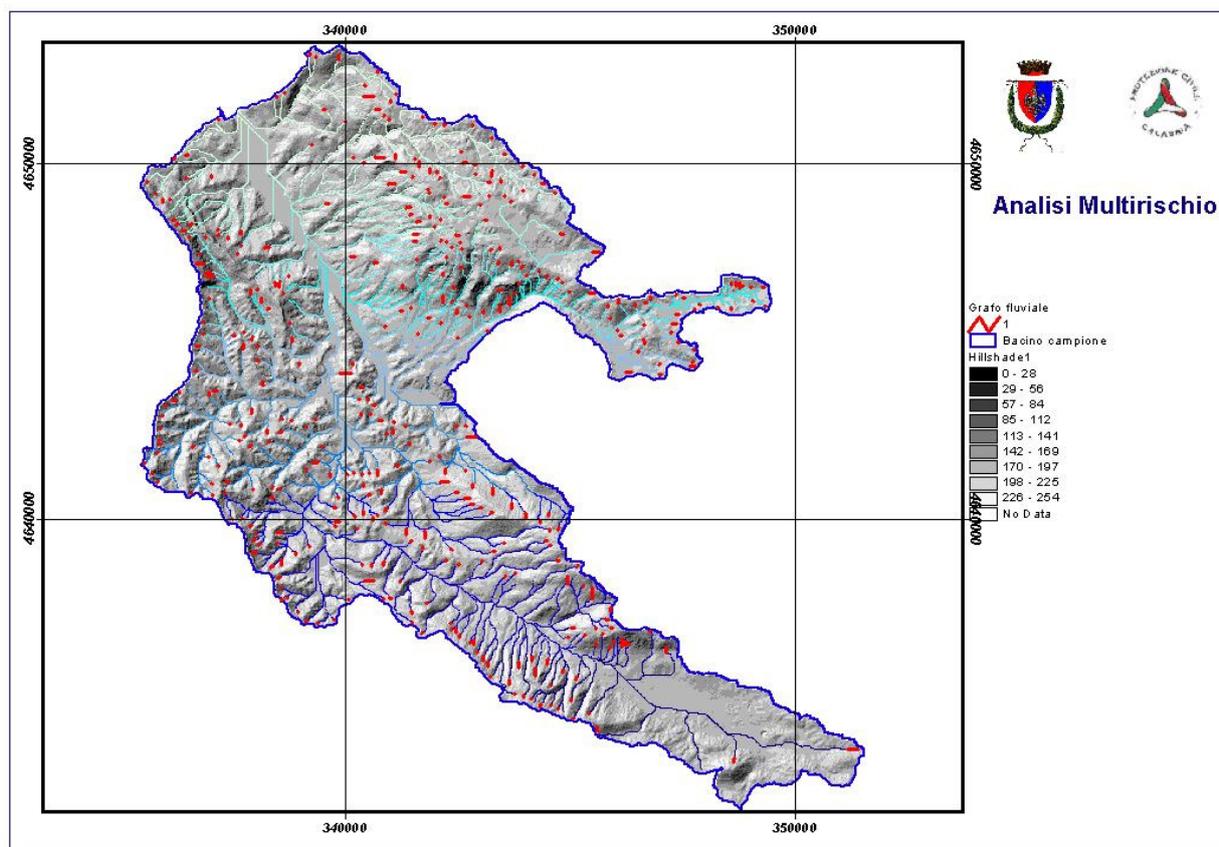
# Carta geologica



# Cartografie illustranti l'urbanizzato



## Realizzazione del grafo fluviale



**Attribuzione del grado di durezza alle seguenti unità geologiche per la realizzazione della carta delle durezza attraverso il giudizio di esperti:**

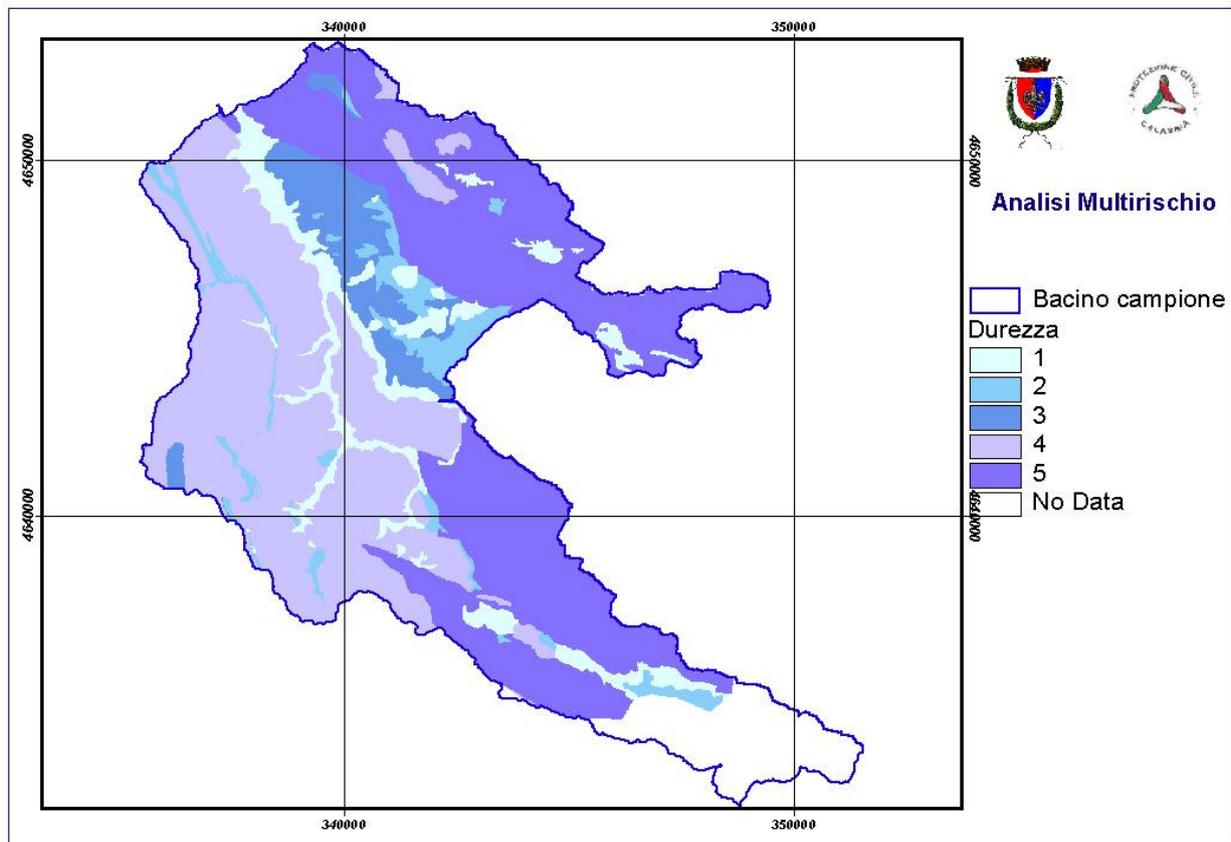
Unità geologica	Codice geologico
13) Breccie di pendio cementate (Plio - Pleistocene)	13
17) Flysch a componente dominante arenacea o conglomeratico - arenacea	17
19) Flysch a componente dominante pelitica o arenaceo- pelitica (Miocene)	19
2) Conoidi e detriti di pendio anche cementati, facies moreniche (Pleistocene)	2
21) Calcareniti e calcari organogeni (Paleocene - Miocene Medio) a luoghi	21
25) Emipelagiti prevalentemente marnose (Miocene)	25
3) Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche ter	3
36) Dolomia (Trias. sup.)	36
38) Calcari detritici, micritici, microcristallini, oolitici, con inter.	38
4) Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacu	4
44) Tufi stratificati, tufiti e tufi terrosi (Pleistocene)	44
45) Pozzolane (Pleistocene)	45
5) Coperture colluviali ed eluviali e terre residuali quando distinte	5
7) Travertini (Pleistocene-Olocene)	7
g1) aree geomorfologiche – conoidi di detrito	73

Esito dell'intervista e classi di attribuzione:

classi	Esperto 1	Esperto 2	Esperto 3	Esperto 4	13	17	19	2	21	25	3	36	38	4	44	45	5	7	g1	g3	
1	3, 5	3,5	3,4,5,g1	3,4,5,g1	0						4			2			4			2	
2	4,25,44,g1	4,2,19,g1	2,25,44,45	45	0		1	2		2				2	2	2				2	
3	19,2	44,45,17,13,25	17,19	44,2,25	1	2	2	2		2					2	1					
4	17,13,21	36,7,21	13	17,19	2	2	1		2			1							1		
5	38,36,7	38	21,36,38,7	36,13,21,38,7	1				2			3	4						3		
		<b>totale</b>	<b>45</b>		<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>											

	classificazione assunta
classe	codice terreno
1	3,5,
2	45,2,25,4,44,g1
3	19
4	13,21,17
5	36,38,7

### Carta delle durezza delle formazioni



## Analisi statistiche sulla popolazione totale

Sui valori campionati per tutto il bacino sono state calcolate le seguenti statistiche di base:

**Statistiche generate considerando l'intera popolazione e i valori reali delle singole variabili**

### Statistiche generali

	Min	Max	Mean	Stdv
Lito_durezza	1	5	3.93928	1.23367
Demfil1	349	1787	779.198	346.804
Slope1	0	63.0039	16.9136	10.6865
Curv_slope	0	66.16	17.1894	11.2384
Aspect1	-1	359.673	169.968	109.827
Curv_aspect	-1	358.264	159.674	110.333
Demprocurv	-19.5	13.5625	0.0174279	1.47958
Demplancurv	-14.875	17.5	0.0169834	1.41457

### Matrice di covarianza

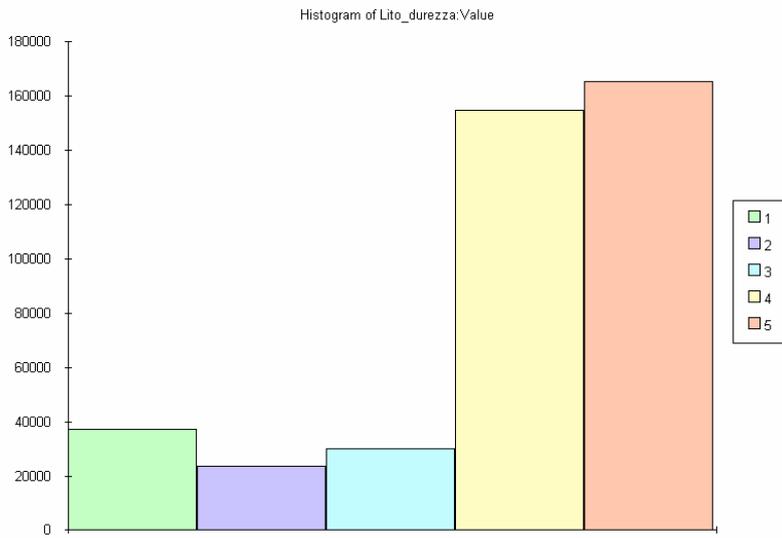
	Lito_durezza	Demfil1	Slope1	Curv_slope	Aspect1	Curv_aspect	Demprocurv	Demplancurv
Lito_durezza	1.52194	153.643	6.4645	6.5303	31.0205	32.4462	-0.0323714	0.00715869
Demfil1	153.643	120273	35.1886	30.2169	3899.14	3808.56	-15.1686	5.07975
Slope1	6.4645	35.1886	114.2	117.795	86.5589	127.754	-0.0612087	0.141621
Curv_slope	6.5303	30.2169	117.795	126.302	88.5842	138.212	-0.0161059	0.133859
Aspect1	31.0205	3899.14	86.5589	88.5842	12061.9	10444.6	-0.327488	0.181263
Curv_aspect	32.4462	3808.56	127.754	138.212	10444.6	12173.4	-0.943501	0.325098
Demprocurv	-0.0323714	-15.1686	-0.0612087	-0.0161059	-0.327488	-0.943501	2.18916	-1.42549
Demplancurv	0.00715869	5.07975	0.141621	0.133859	0.181263	0.325098	-1.42549	2.001

### Matrice di correlazione

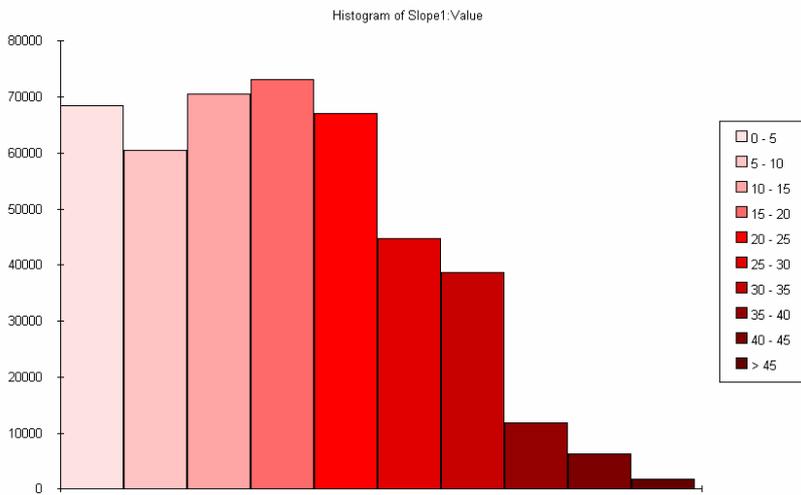
	Lito_durezza	Demfil1	Slope1	Curv_slope	Aspect1	Curv_aspect	Demprocurv	Demplancurv
Lito_durezza	1	0.359112	0.490346	0.47101	0.228951	0.238374	-0.0177347	0.00410215
Demfil1	0.359112	1	0.00949476	0.00775283	0.102371	0.0995339	-0.0295612	0.0103546
Slope1	0.490346	0.00949476	1	0.980818	0.0737512	0.108352	-0.00387116	0.00936847
Curv_slope	0.47101	0.00775283	0.980818	1	0.07177	0.111464	-	0.00842011
Aspect1	0.228951	0.102371	0.0737512	0.07177	1	0.861938	-0.00201534	0.00116675
Curv_aspect	0.238374	0.0995339	0.108352	0.111464	0.861938	1	-0.00577961	0.00208298
Demprocurv	-0.0177347	-0.0295612	-0.00387116	-	-0.00201534	-0.00577961	1	-0.681086
Demplancurv	0.00410215	0.0103546	0.00936847	0.00842011	0.00116675	0.00208298	-0.681086	1

## Istogrammi di frequenza

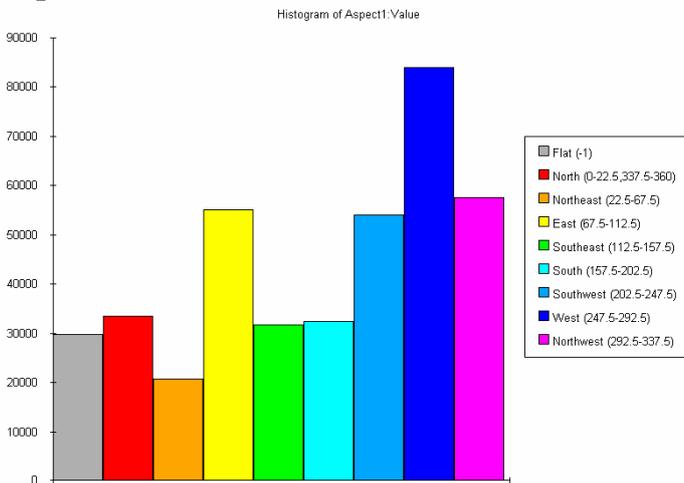
### Durezza:



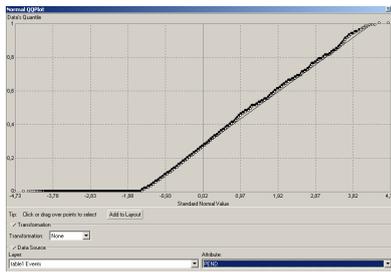
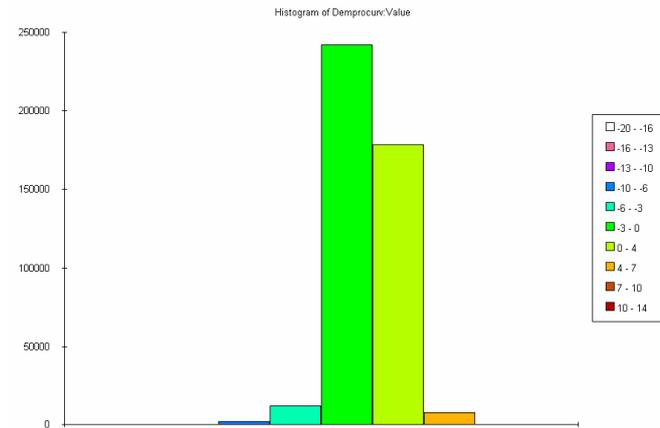
### Pendenza



### Esposizione versanti



## Curvatura del profilo



Da un primo screening dei dati è risultata una disomogeneità nelle unità di misura delle singole variabili. Di conseguenza per poter procedere con l'analisi discriminante era necessaria un'operazione di adimensionalizzazione dei dati di partenza.

Si è cercato di creare un certa omogeneità dei dati su cui effettuare l'analisi attraverso processi di normalizzazione delle variabili di partenza.

Sono state applicate le seguenti tre tecniche:

1) La normalizzazione è stata ottenuta dividendo i singoli valori per il valore massimo ( $X/X_{max}$ )

**Le statistiche ottenute considerando l'intera popolazione e i valori normalizzati ( $X/X_{max}$ ) per le singole variabili sono:**

Statistiche generali				
	Min	Max	Mean	Stdv
<b>M_durezza</b>	0.2	1	0.787855	0.246734
<b>M_dem</b>	0.195299	1	0.436037	0.19407
<b>M_slope</b>	0	0.999999	0.268453	0.169616
<b>M_curslope</b>	0	0.999999	0.259815	0.169867
<b>M_aspect</b>	-0.0027803	0.999999	0.472561	0.305352
<b>M_curaspect</b>	-0.00279124	1	0.445689	0.307966
<b>N_procurmax</b>	-1.43779	1	0.00128501	0.109093
<b>N_plancurmax</b>	-0.85	1	0.00097048	0.0808324

Matrice di Covarianza								
	M_durezza	M_dem	M_slope	M_curslope	M_aspect	M_curaspectN_procurmax	N_plancurmax	
M_durezza	0.0608776	0.0171956	0.020521	0.0197409	0.0172493	0.018113-	0.000477366	8.18136e-005
M_dem	0.0171956	0.0376633	0.000312543	0.000255581	0.00606648	0.00594884	-0.000625865	0.000162435
M_slope	0.020521	0.000312543	0.0287695	0.0282595	0.00381976	0.00565984	-7.16317e-005	0.000128446
M_curslope	0.0197409	0.000255581	0.0282595	0.0288548	0.00372265	0.00583103-	1.79494e-005	0.000115615
M_aspect	0.0172493	0.00606648	0.00381976	0.00372265	0.0932398	0.0810549	-6.71348e-005	2.87981e-005
M_curaspect	0.018113	0.00594884	0.00565984	0.00583103	0.0810549	0.0948428	-0.000194178	5.18529e-005
N_procurmax	-0.000477366	0.000625865	7.16317e-005	1.79494e-005	6.71348e-005	-0.000194178	0.0119014	-0.00600601
N_plancurmax	8.18136e-005	0.000162435	0.000128446	0.000115615	2.87981e-005	5.18529e-005	-0.00600601	0.00653388

Matrice di Correlazione								
	M_durezza	M_dem	M_slope	M_curslope	M_aspect	M_curaspect	N_procurmax	N_plancurmax
M_durezza	1	0.359112	0.490346	0.47101	0.228951	0.238374	-0.0177347	0.00410215
M_dem	0.359112	1	0.00949476	0.00775283	0.102371	0.0995339	-0.0295612	0.0103546
M_slope	0.490346	0.00949476	1	0.980818	0.0737512	0.108352	-0.00387115	0.00936847
M_curslope	0.47101	0.00775283	0.980818	1	0.07177	0.111464	-0.000968593	0.00842011
M_aspect	0.228951	0.102371	0.0737512	0.07177	1	0.861938	-0.00201534	0.00116675
M_curaspect	0.238374	0.0995339	0.108352	0.111464	0.861938	1	-0.00577961	0.00208298
N_procurmax	-0.0177347	-0.0295612	-0.00387115	-0.000968593	-0.00201534	-0.00577961	1	-0.681086
N_plancurmax	0.00410215	0.0103546	0.00936847	0.00842011	0.00116675	0.00208298	-0.681086	1

2) Si è proceduto a standardizzare i dati sottraendo ad ogni valore il valore medio e dividendo il risultato per deviazione standart  $((X - X_{med}) / \sigma)$

**Le statistiche ottenute considerando l'intera popolazione e i valori standardizzati  $((X - X_{med}) / \sigma)$  per le singole variabili sono:**

	Min	Max	Mean	Stdv
S_durezza	-2.38255	0.859809	-2.67075e-006	0.999999
S_dem	-1.24046	2.90597	8.60982e-007	1
S_aspect	-1.5567	1.7273	-3.77816e-006	0.999999
S_curslope	-1.52952	4.35743	-1.89843e-006	1
S_slope	-1.58271	4.31294	9.9091e-007	0.999996
S_curaspect	-1.45626	1.79992	3.55606e-006	1
S_curpla	-10.5276	12.3592	2.88509e-009	0.999998
S_curpro	-13.1912	9.15467	7.04572e-010	1

## Matrice di Covariance

	S_durezza	S_dem	S_aspect	S_curslope	S_slope	S_curaspect	S_curpla	S_curpro
S_durezza	0.999999	0.47	0.181945	0.343948	0.357553	0.181335	0.00568174	-0.0165748
S_dem	0.47	0.999999	0.102371	0.00775283	0.00949472	0.0995338	0.0103546	-0.0295612
S_aspect	0.181945	0.102371	0.999997	0.0717699	0.0737509	0.861937	0.00116674	-0.00201534
S_curslope	0.343948	0.00775283	0.0717699	1	0.980815	0.111464	0.00842009	-0.00096859
S_slope	0.357553	0.00949472	0.0737509	0.980815	0.999993	0.108351	0.00936842	-0.00387114
S_curaspect	0.181335	0.0995338	0.861937	0.111464	0.108351	1	0.00208298	-0.00577961
S_curpla	0.00568174	0.0103546	0.00116674	0.00842009	0.00936842	0.00208298	0.999996	-0.681084
S_curpro	-0.0165748	-0.0295612	-0.0020153	-0.0009685	-0.0038711	-0.0057796	-0.681084	0.999999

## Matrice di Correlazione

	S_durezza	S_dem	S_aspect	S_curslope	S_slope	S_curaspec	S_curpla	S_curpro
S_durezza	1	0.470001	0.181946	0.343947	0.357555	0.181335	0.00568175	-0.0165748
S_dem	0.470001	1	0.102371	0.00775283	0.00949476	0.0995339	0.0103546	-0.0295612
S_aspect	0.181946	0.102371	1	0.07177	0.0737512	0.861938	0.00116675	-0.00201534
S_curslope	0.343947	0.00775283	0.07177	1	0.980818	0.111464	0.00842001	-0.00096858
S_slope	0.357555	0.00949476	0.0737512	0.980818	1	0.108352	0.00936847	-0.00387116
S_curaspec	0.181335	0.0995339	0.861938	0.111464	0.108352	1	0.00208298	-0.00577961
S_curpla	0.00568175	0.0103546	0.00116675	0.0084201	0.00936847	0.00208298	1	-0.681086
S_curpro	-0.0165748	-0.0295612	-0.0020153	-0.0009686	-0.0038712	-0.0057796	-0.681086	1

3) Si è proceduto a standardizzare i dati sottraendo ad ogni valore il valore medio e dividendo il risultato per deviazione standart ( $(X - \sigma) / X \text{ med}$ )

Sono state ottenute le seguenti statistiche

	Min	Max	Mean	Stdv
N_durezza	-0.0593179	0.956096	0.686828	0.313171
N_demfill	0.00281828	1.84831	0.554922	0.445078
N_slope	-0.631829	3.09321	0.368172	0.631827
N_curvslope	-0.653798	3.19508	0.3462	0.653799
N_aspect	-0.652046	1.46996	0.353835	0.646162
N_curvaspect	-0.697252	1.55273	0.309013	0.690989
N_procurmax	-1.43779	1	0.00128501	0.109093
N_plancurmax	-0.85	1	0.00097048	0.0808324

## Covariance Matrix

	N_durezza	N_demfill	N_slope	N_curvslope	N_aspect	N_curvaspect	N_procurmax	N_plancurmax
N_durezza	0.0980763	0.0548955	0.088796	0.0882922	0.0433514	0.0477182	-0.000593495	0.000116366
N_demfill	0.0548955	0.198094	0.00267004	0.00225601	0.0294411	0.0306111	-0.00143535	0.000372526
N_slope	0.088796	0.00267004	0.399205	0.405163	0.0301098	0.0473047	-0.000266832	0.000478467
N_curvslope	0.0882922	0.00225601	0.405163	0.427453	0.0303199	0.0503558	-6.90853e-005	0.000444987

N_aspect	0.0433514	0.0294411	0.0301098	0.0303199	0.417525	0.384848	-0.000142066	6.09402e-005
N_curvaspect	0.0477182	0.0306111	0.0473047	0.0503558	0.384848	0.477466	-0.000435681	0.000116344
N_procurmax	-0.000593495	-0.00143535	-0.000266832	-6.90853e-005	-0.000142066	-0.000435681	0.0119014	-0.00600601
N_plancurmax	0.000116366	0.000372526	0.000478467	0.000444987	6.09402e-005	0.000116344	-0.00600601	0.00653388

#### Correlation Matrix

	N_durezza	N_demfill	N_slope	N_curvslope	N_aspect	N_curvaspect	N_procurmax	N_plancurmax
N_durezza	1	0.393839	0.448759	0.431217	0.21423	0.220511	-0.0173715	0.00459683
N_demfill	0.393839	1	0.00949476	0.00775283	0.102371	0.0995339	-0.0295612	0.0103546
N_slope	0.448759	0.00949476	1	0.980818	0.0737512	0.108352	-0.00387116	0.00936847
N_curvslope	0.431217	0.00775283	0.980818	1	0.07177	0.111464	-0.000968597	0.00842011
N_aspect	0.21423	0.102371	0.0737512	0.07177	1	0.861938	-0.00201534	0.00116675
N_curvaspect	0.220511	0.0995339	0.108352	0.111464	0.861938	1	-0.00577961	0.00208298
N_procurmax	-0.0173715	-0.0295612	-0.00387116	-0.000968597	-0.00201534	-0.00577961	1	-0.681086
N_plancurmax	0.00459683	0.0103546	0.00936847	0.00842011	0.00116675	0.00208298	-0.681086	1

### Dalla popolazione al campione

Utilizzando le schede degli interventi per frana sulle strade provinciali, presenti nell'archivio dell'ufficio geologico, sono stati georiferiti 66 punti campionati sia in aree in frana (crolli e scivolamenti) che in aree non in frana. Per ciascun punto sono state estratte le informazioni relative alle singole variabili.

E' stata realizzata una matrice avente la seguente struttura:

Variable	Formato	Descrizione
X_UTM33	Number Format: F19.6	long UTM fuso 33
Y_UTM33	Number Format: F19.6	Lat UTM fuso 33
LITOLOGIA	String Format: A50	Litologia derivate dalle schede
QUOTA	Number Format: F4	Quota
PENDENZA	Number Format: F5.1	Pendenza
ESPOSIZION	Number Format: F7.2	Esposizione
DUREZZA	Number Format: F1	Classe di rigidità
CURV_PLA	Number Format: F8.3	Curvatura del profilo in direzione perpendicolare alla discesa
CURVPRO	Number Format: F8.3	Curvatura del profilo in direzione della discesa
SLOPE_CURV	Number Format: F5.1	Pendenza ottenuta dalla curvature del terreno
ASPECT_CUR	Number Format: F8.2	esposizione ottenuta dalla curvature del terreno
TIPO	Number Format: F1	Tipo frana: 1 = frana 2 = non in frana
TIPO_FRANA	String Format: A50	Tipologia di frana
G_CROLLO	Number Format: F1	1 = zona in crollo 2 = zona non in crollo
G_SCIVOLAM	Number Format: F1	1 = zona in scivolamento 2 = zona non in scivolamento
DEF_SUP	Number Format: F1	1 = zona con deformazione superficiale 2 = zona non in deformazione superficiale
N_SLOPE	Number Format: F5.2	Pendenza – valore normalizzato
N_ASPECT	Number Format: F6.2	Esposizione - Pendenza – valore normalizzato
N_GEO	Number Format: F6.2	durezza – valore normalizzato
N_CURPRO	Number Format: F6.2	Curvatura del profilo in direzione della discesa – valore normalizzato
N_CURSLOPE	Number Format: F6.2	Pendenza ottenuta dalla Curvatura del terreno – valore

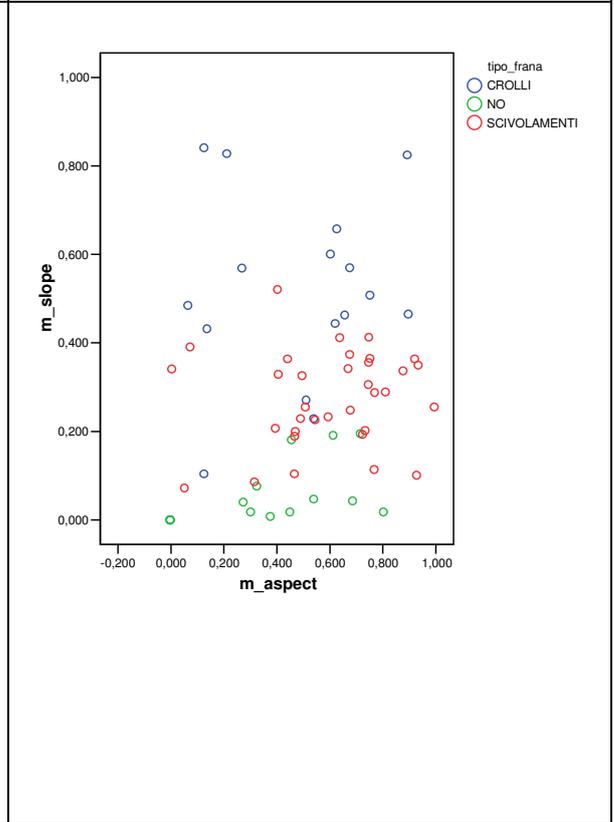
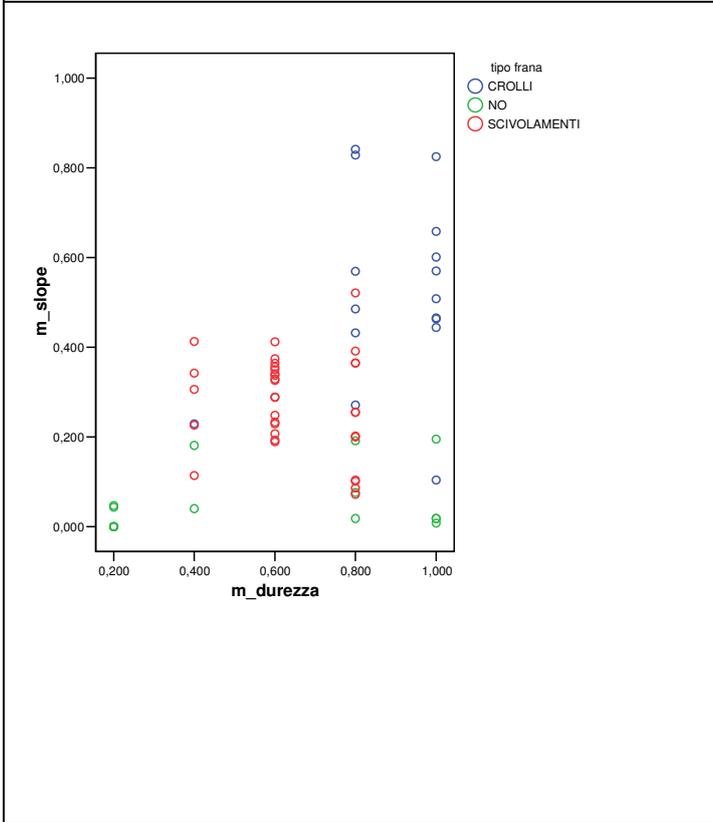
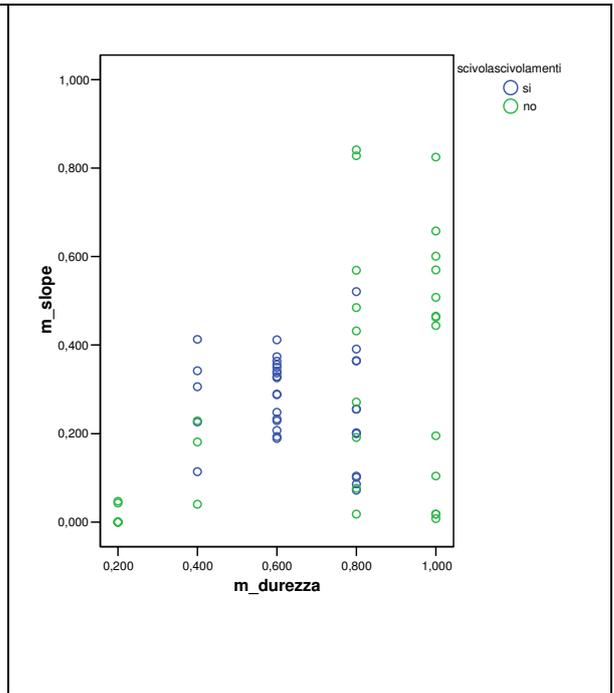
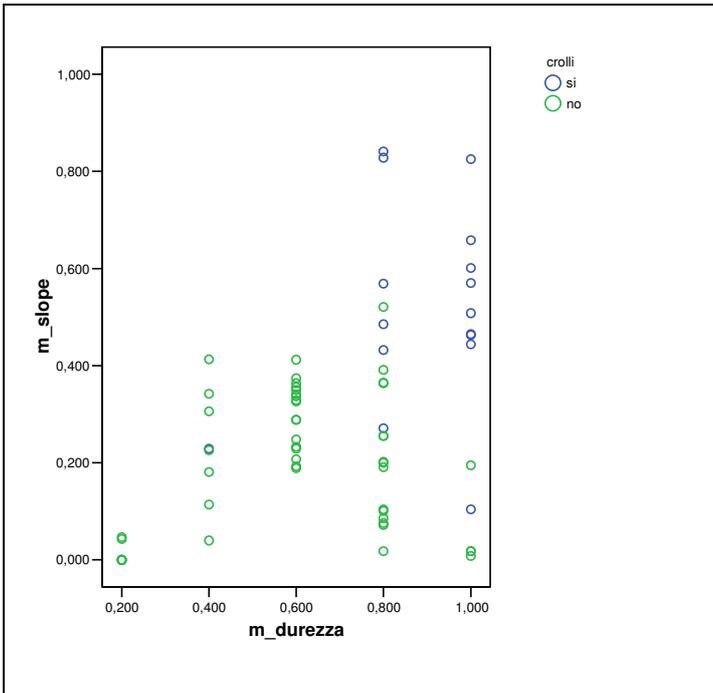
		normalizzato
N_CURASP	Number Format: F6.2	esposizione ottenuta dalla Curvatura del terreno – valore normalizzato
N_DEMFILL	Number Format: F6.2	quota – valore normalizzato
XVAL	Number Format: F19.6	long UTM fuso 33
YVAL	Number Format: F19.6	Lat UTM fuso 33
ZVAL	Number Format: F19.6	Variabile d'appoggio per I vari calcoli
N_CURPLA	Number Format: F6.2	Curvatura del profilo in direzione perpendicolare alla discesa – valore normalizzato
M_DEM	Number Format: F6.3	quota – valore standardizzato
M_SLOPE	Number Format: F6.3	Pendenza - – valore standardizzato
M_ASPECT	Number Format: F6.3	Esposizione – valore standardizzato
M_DUREZZA	Number Format: F6.3	Durezza – valore standardizzato
M_CURSLOP	Number Format: F6.3	Pendenza ottenuta dalla Curvatura del terreno – valore standardizzato
M_CURASPEC	Number Format: F6.3	esposizione ottenuta dalla Curvatura del terreno – valore standardizzato
TIPO_F_N	Number Format: F1	Tipo frana 1 = crolli 2 = scivolamenti 3 = def. Superficiale 4 = non in frana

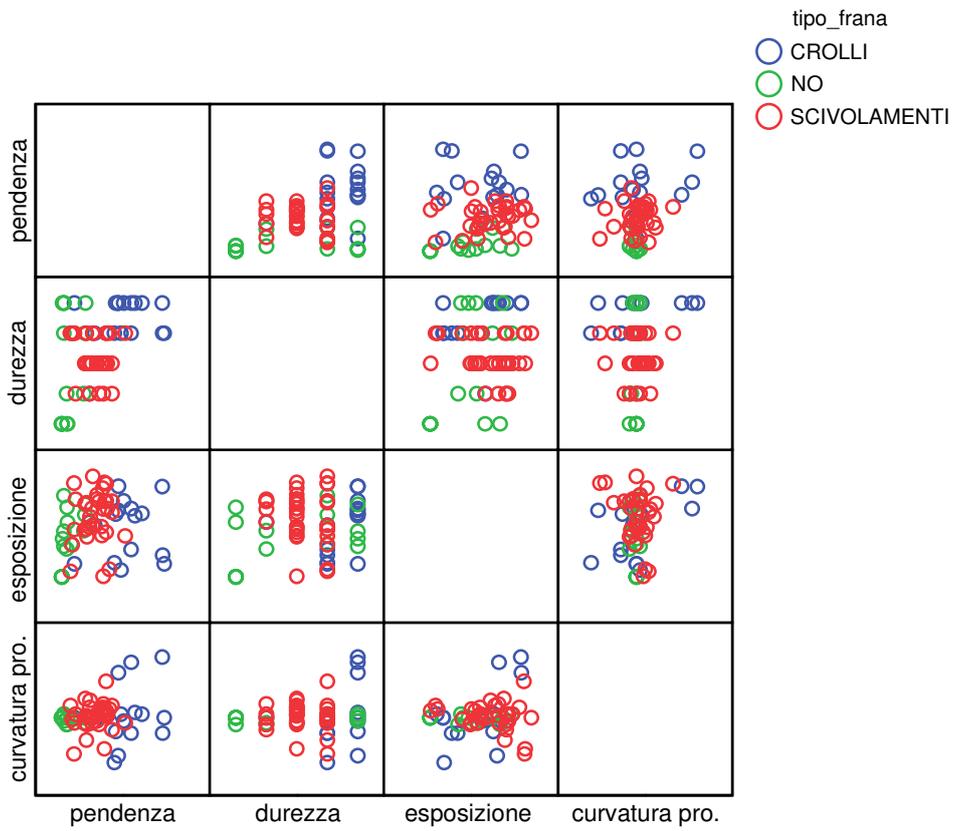
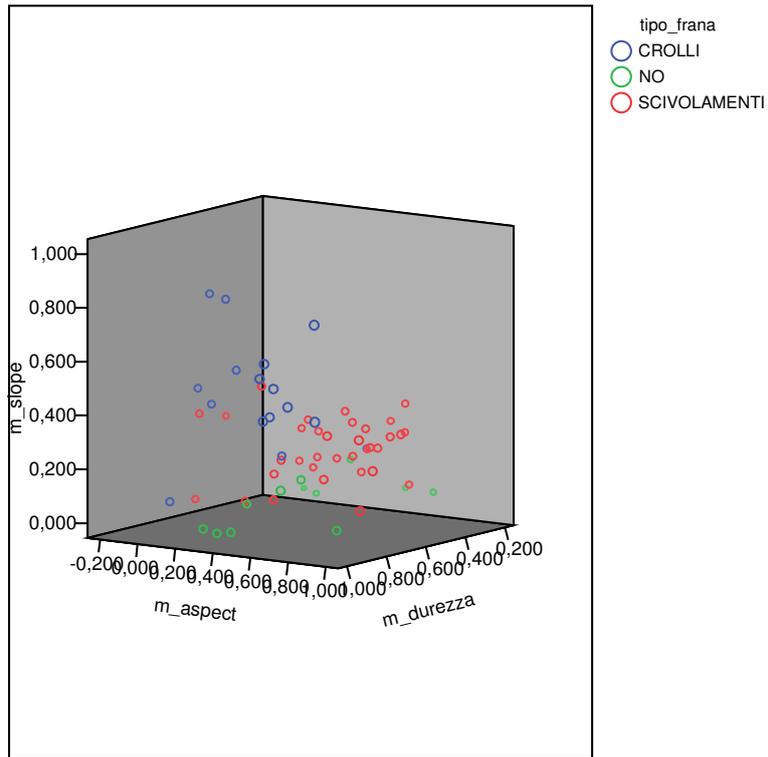
Su questo campione di dati in primo luogo sono state calcolate le seguenti statistiche generali.

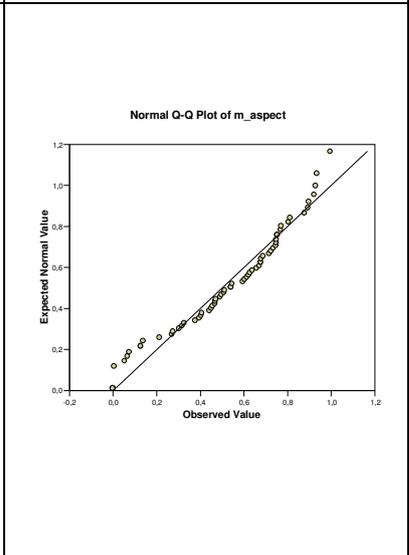
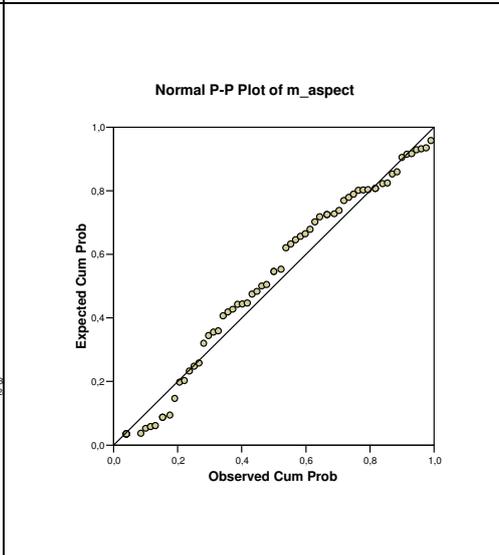
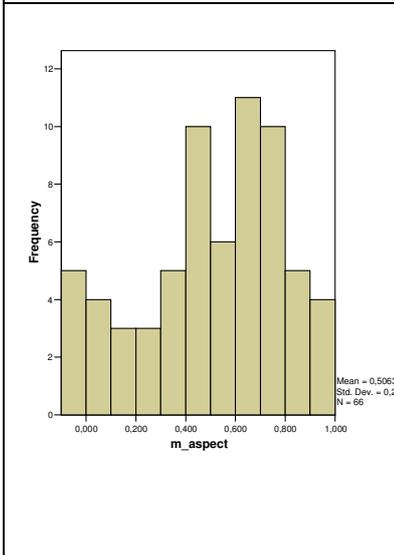
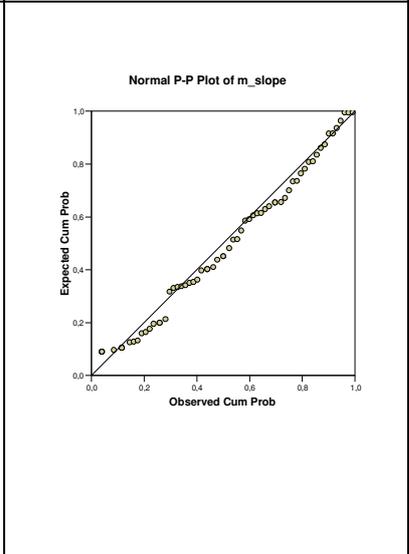
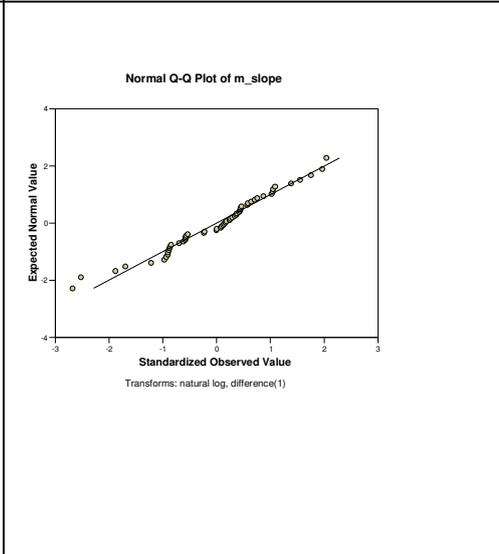
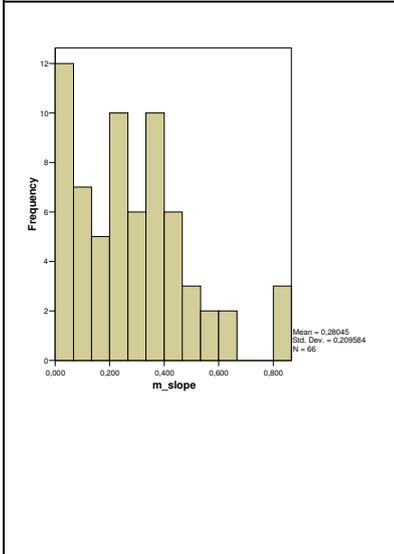
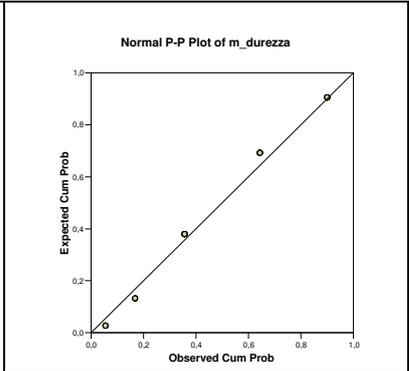
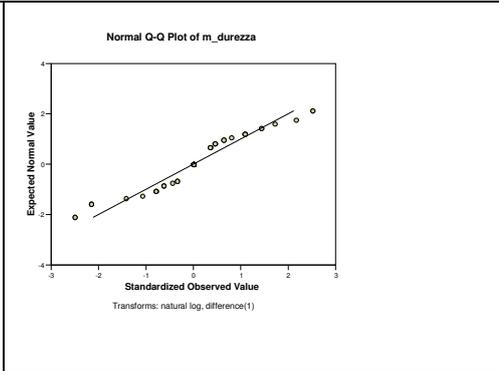
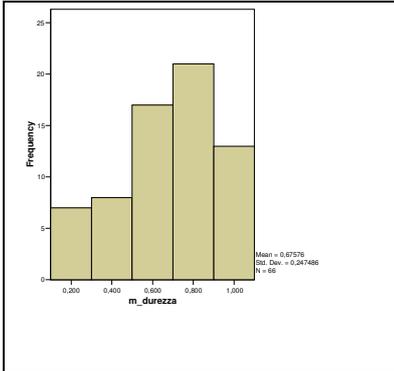
#### Statistiche Descrittive

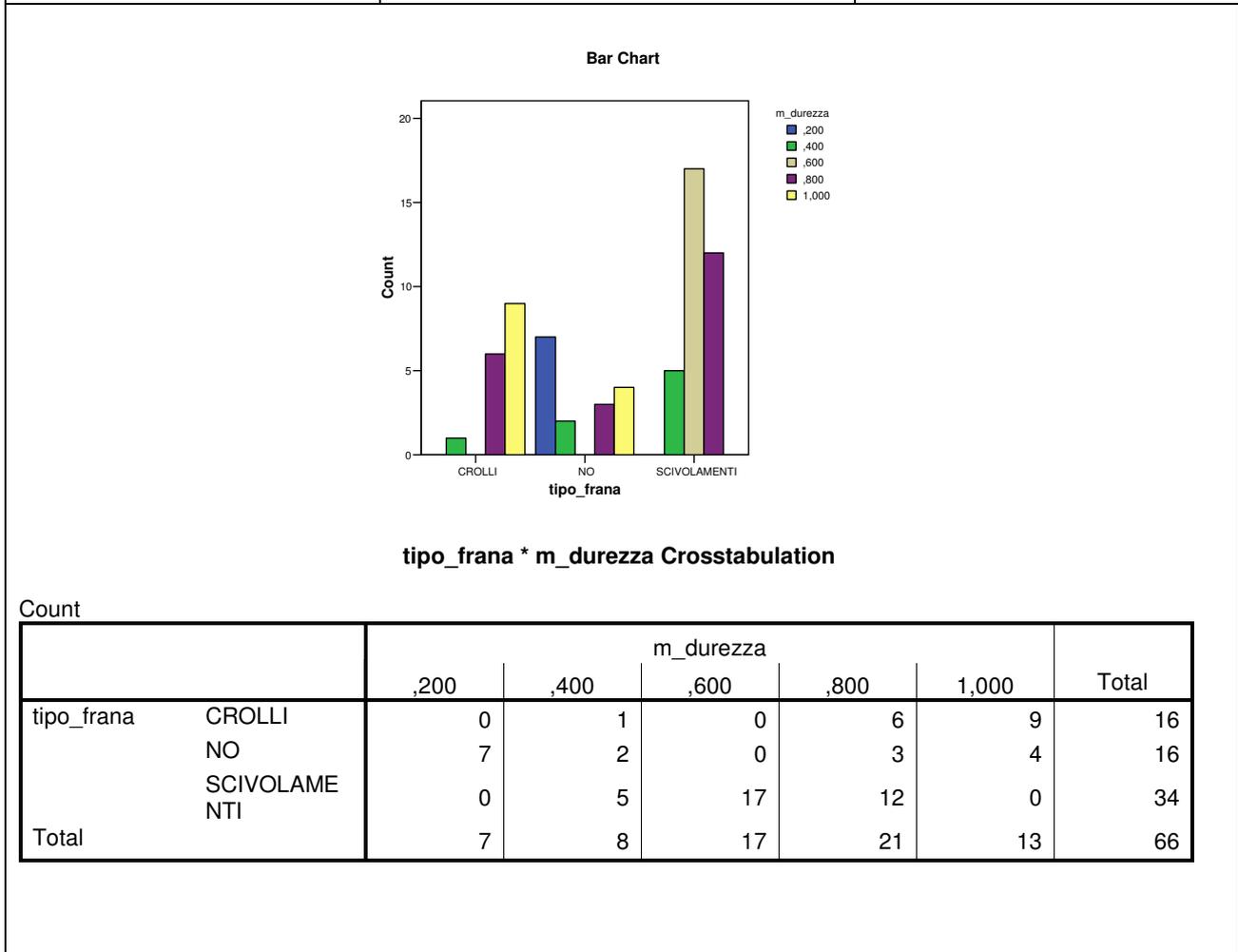
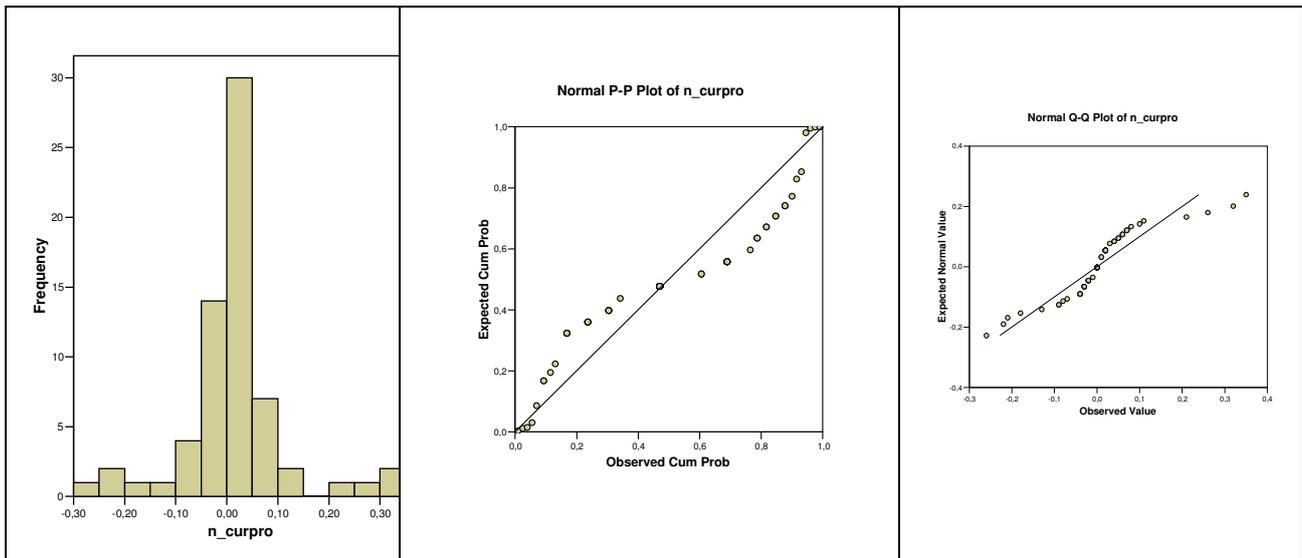
	N	Ran ge	Min	Max	Sum	Mean		Std.	Varia nza	Skewness		Kurtosis	
	Stat	Stat	Stat	Stat	Stat	Stat	Std. Error	Stat	Stat	Stat	Std. Error	Statc	Std. Error
n_curpro	66	,61	-,26	,35	,37	,0056	,01224	,09942	,010	,773	,295	4,041	,582
m_slope	66	,841	,000	,841	18,510	,28045	,025798	,209584	,044	,732	,295	,382	,582
m_aspect	66	,997	-,003	,994	33,422	,50639	,034631	,281343	,079	-,400	,295	-,810	,582
m_durezz	66	,800	,200	1,000	44,600	,67576	,030463	,247486	,061	-,466	,295	-,651	,582

Sono stati prodotti gli scatter plot per la coppia di variabili più significative, dai quali si osserva come i crolli sono concentrati essenzialmente su formazioni ad elevata durezza (formazioni calcaree) in condizione di pendenza medio-elevata, mentre gli scivolamenti sono principalmente presenti su formazioni di media durezza(flysch) a pendenze medio-basse.









Si è proceduto quindi con l'analisi discriminante.

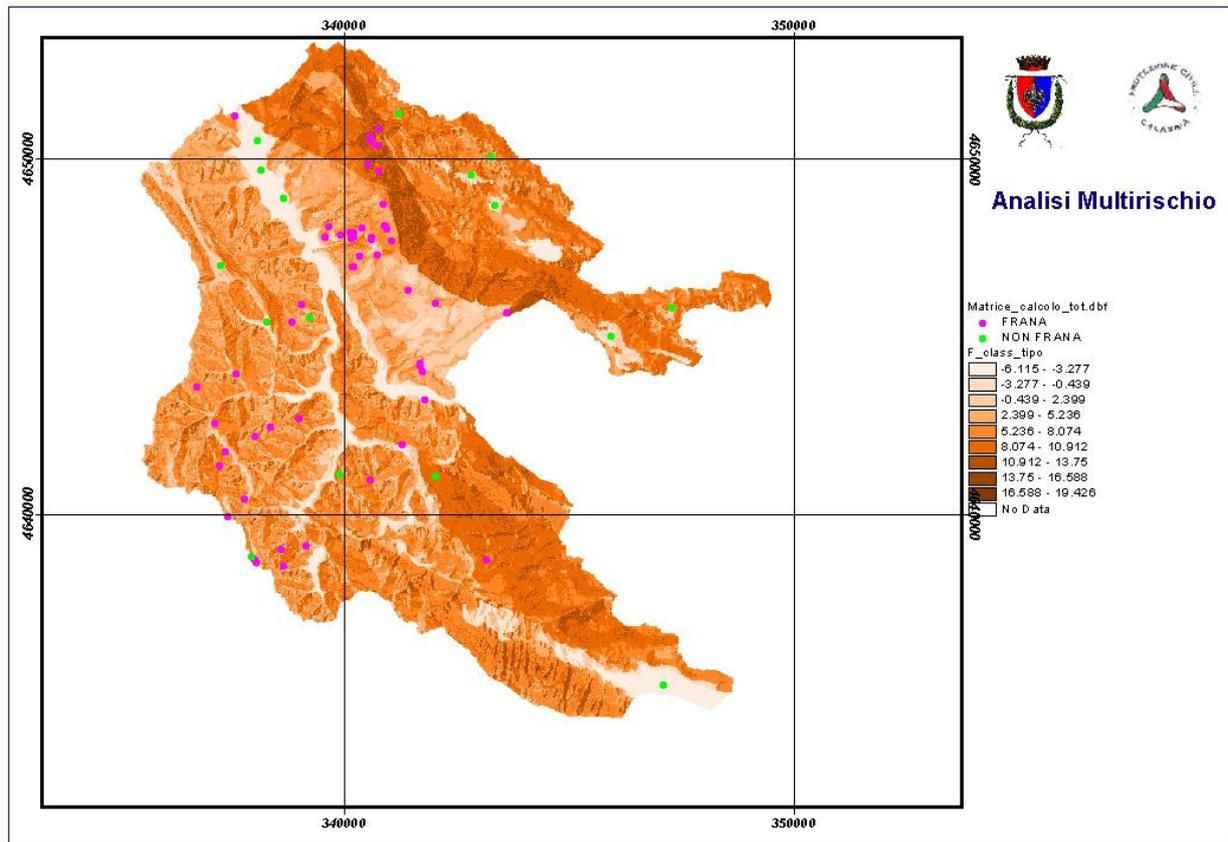
## Run effettuato sul gruppo tipo

Analisi considerando due gruppi: Frana/non in frana (i gruppi sono stati formati sul campo tipo)

Sono state calcolate le seguenti due funzioni lineari di Fischer:

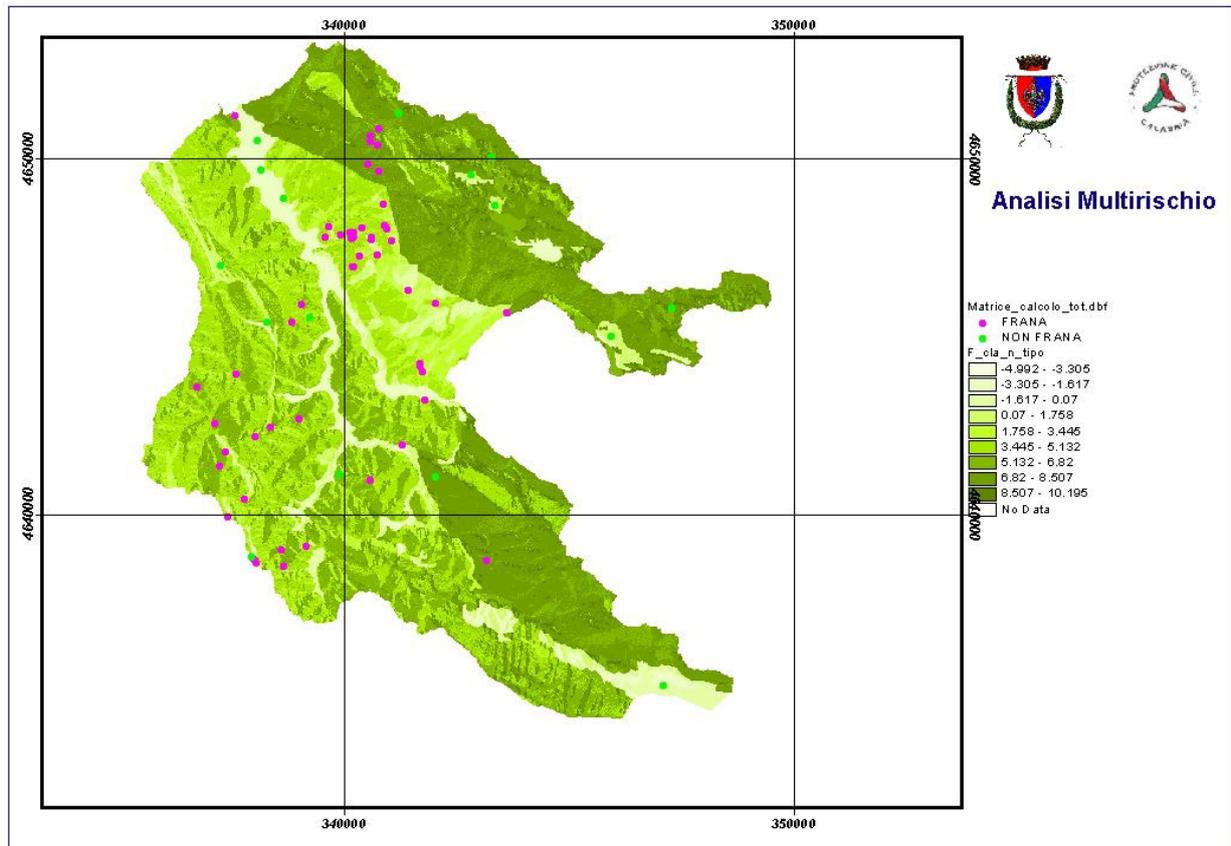
*Funzione di classificazione per tipo 1 = frana.*

$$F\_class\_tipo = -7.752 + (8.866 * [M\_slope]) + (6.795 * [M\_aspect]) + (10.070 * [M\_durezza]) - (6.475 * [N\_procurmax])$$



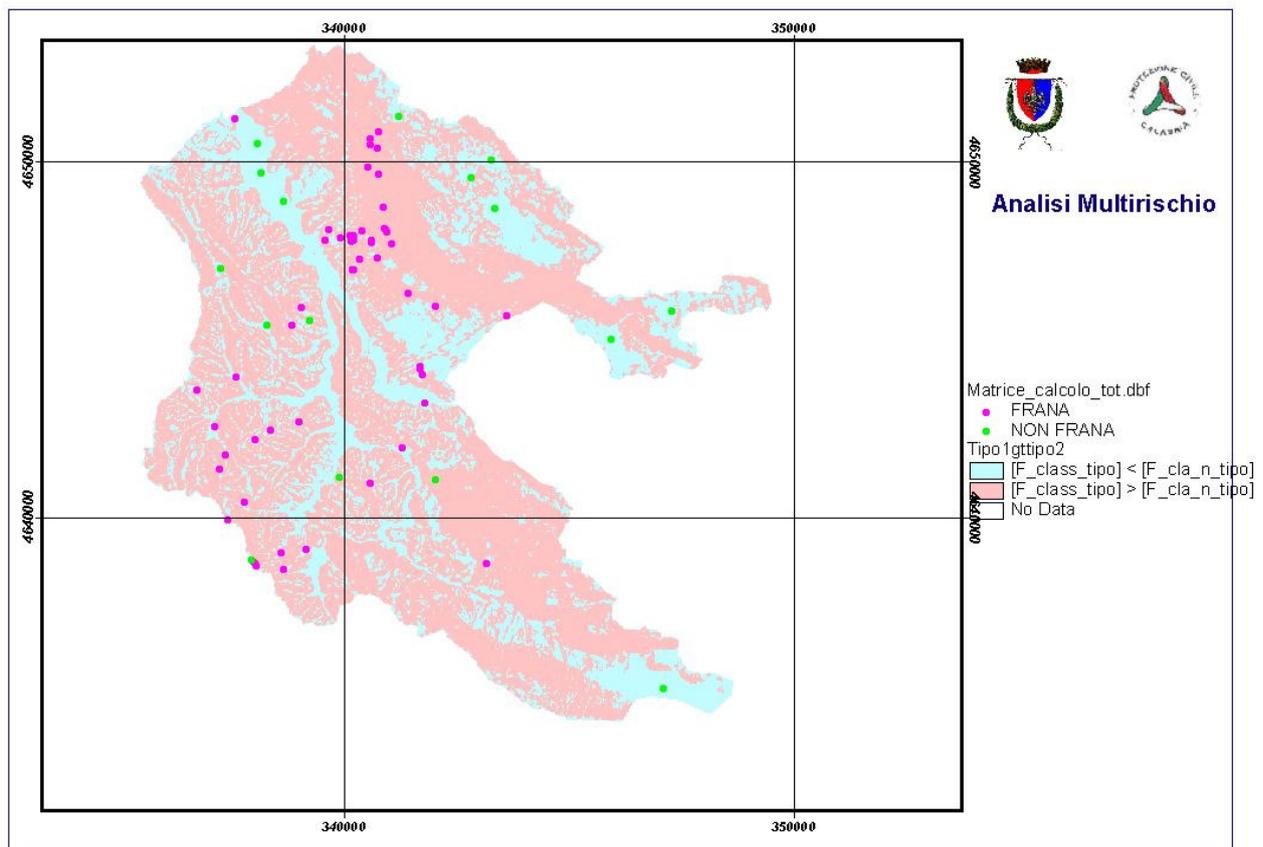
Funzione di classificazione per tipo 2 = nofrana)

$$F\_cla\_n\_tipo = -3.891 - (2.199 * [M\_slope]) + (3.803 * [M\_aspect]) + (9.639 * [M\_durezza]) - (3.432 * [N\_procurmax])$$



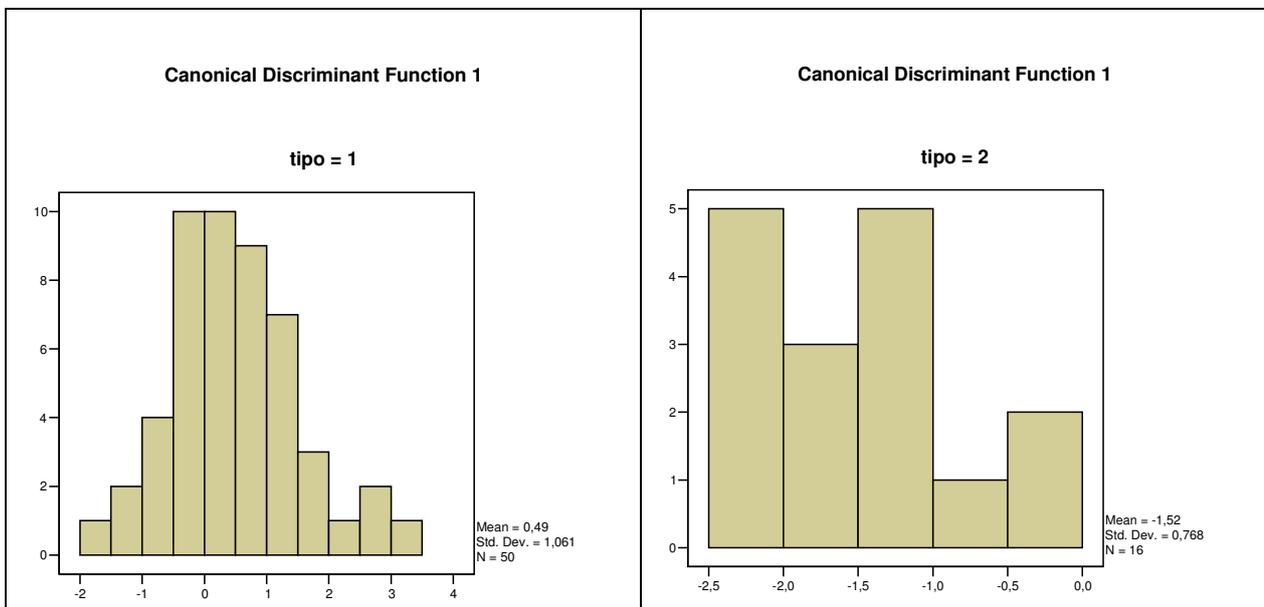
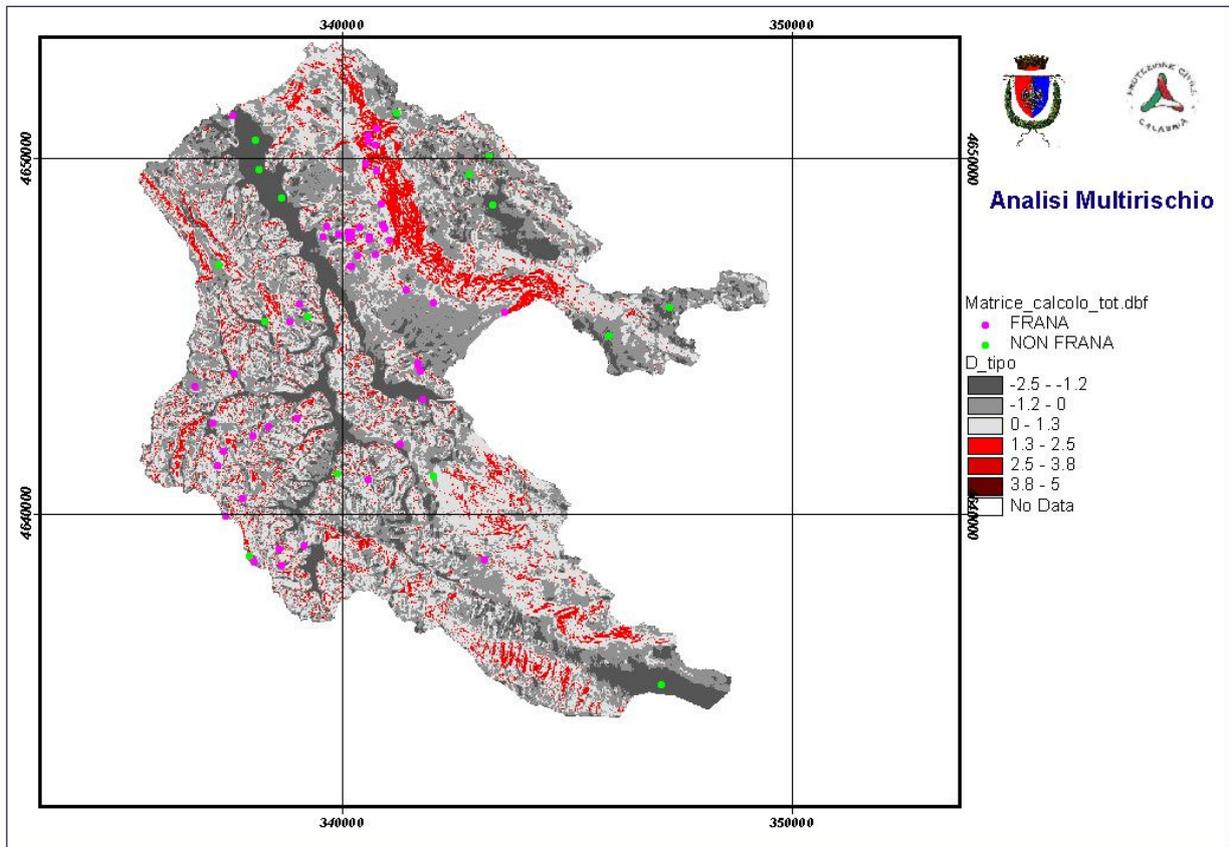
È stata quindi verificata l'espressione ( $[F\_class\_tipo] > [F\_cla\_n\_tipo]$ )

**Tipo1gttpo2:** 1= vero 2= falso



Sono stati quindi calcolati i coefficienti della funzione discriminante canonica (coeff. non standardizzati) ed è stata calcolata la seguente funzione discriminante sul gruppo frana/nonfrana:

$$D\_tipo = (5.528 * [M\_slope]) + (1.494 * [M\_aspect]) + (0.215 * [M\_durezza]) - (1.520 * [N\_procurmax]) - 2.444$$



**Functions at Group Centroids**

	Function
tipo	1
1	,485
2	-1,516

Unstandardized canonical discriminant functions evaluated at group means

**Canonical Discriminant Function Coefficients**

	Function
	1
m_slope	5,528
m_aspect	1,494
m_durezza	,215
n_curpro	-1,520
(Constant)	-2,444

Unstandardized coefficients

**Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients**

	Function
	1
m_slope	,915
m_aspect	,400
m_durezza	,051
n_curpro	-,152

Dai dati, applicando:

$$D_0 = \frac{\bar{D}_A s_{D_B} + \bar{D}_B s_{D_A}}{s_{D_A} + s_{D_B}}$$

si ricava la seguente **soglia discriminante**  $D_0 = -0.676$ .

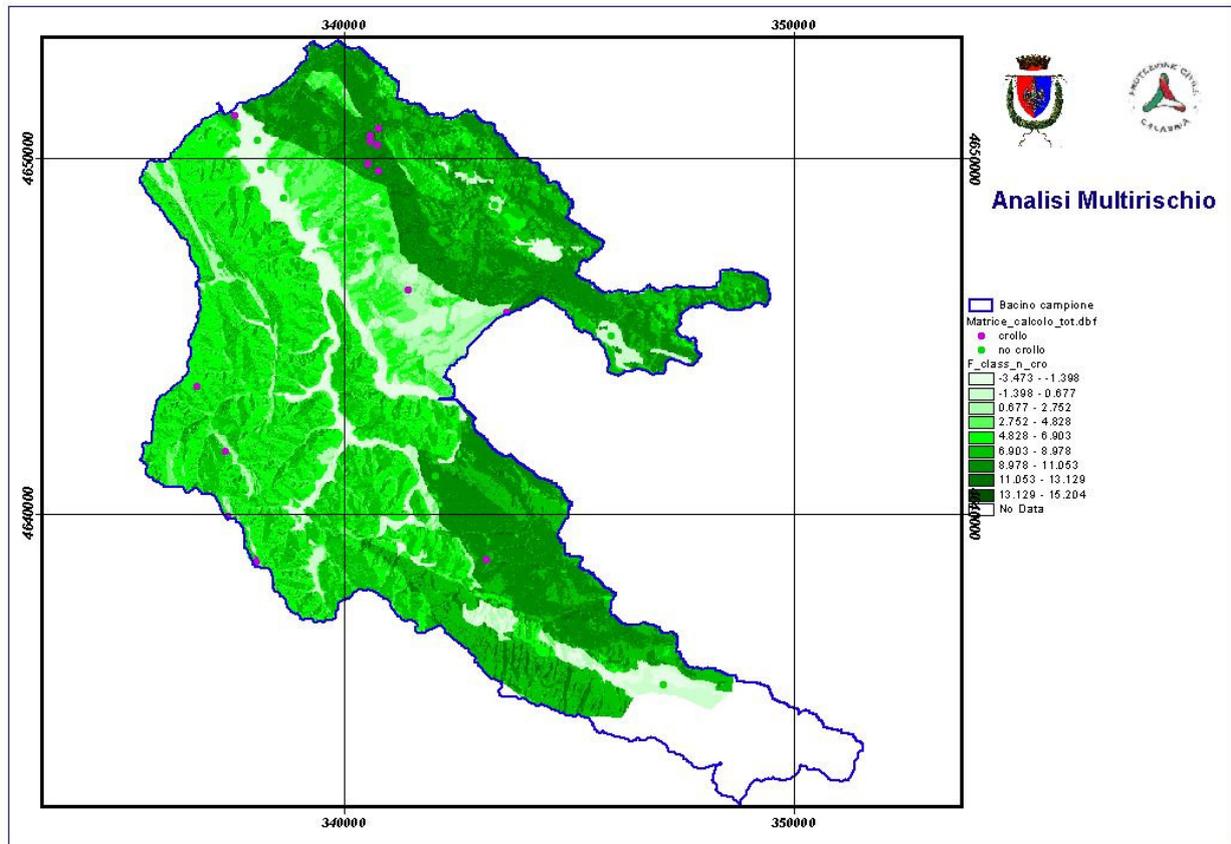
**Analisi considerando due gruppi: Crollo/non crollo** (i gruppi sono stati formati sul campo g\_crollo)

Sono state calcolate le seguenti due funzioni lineari di Fischer:

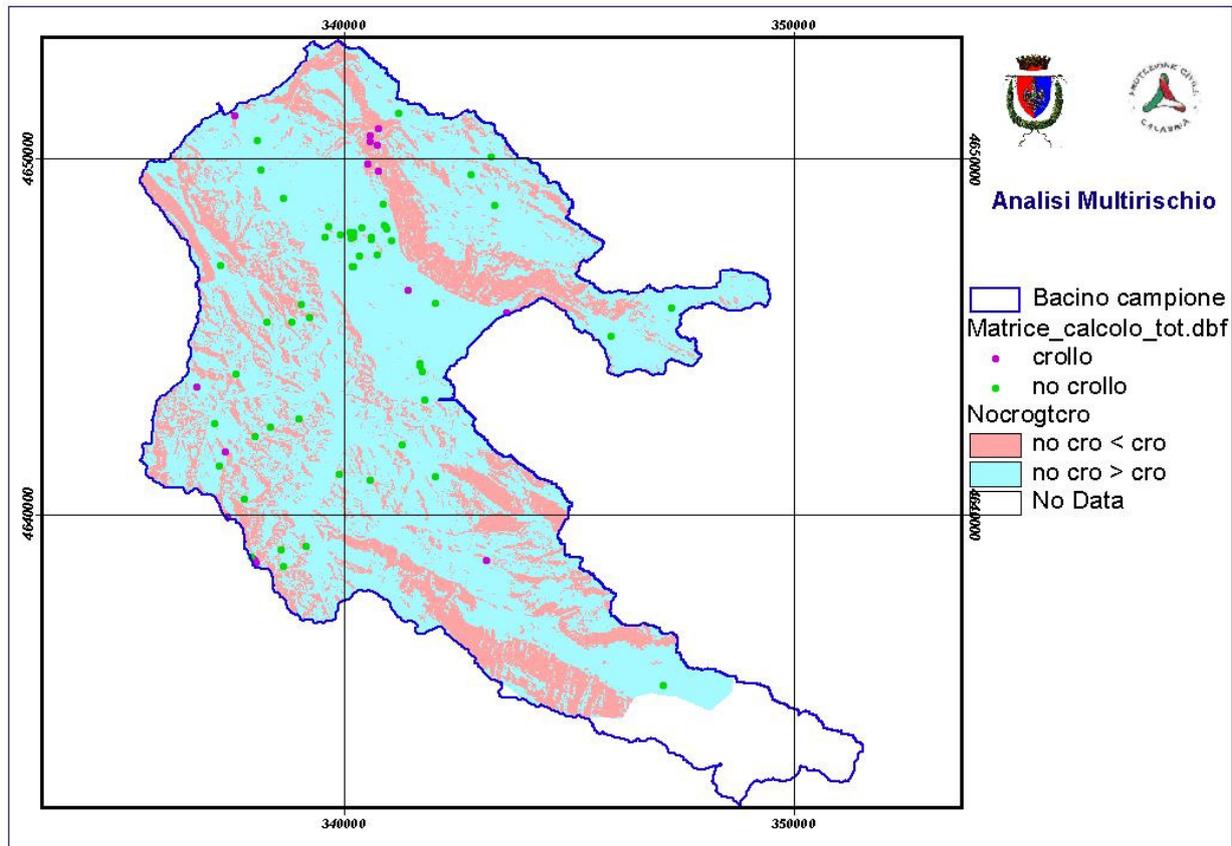


Funzione di classificazione sul gruppo non crolli

$$F\_class\_n\_cro = -4.958 + 3.778 * [M\_slope] + 3.460 * [M\_aspect] + 11.223 * [M\_durezza] - 4.826 * [N\_procurmax]$$



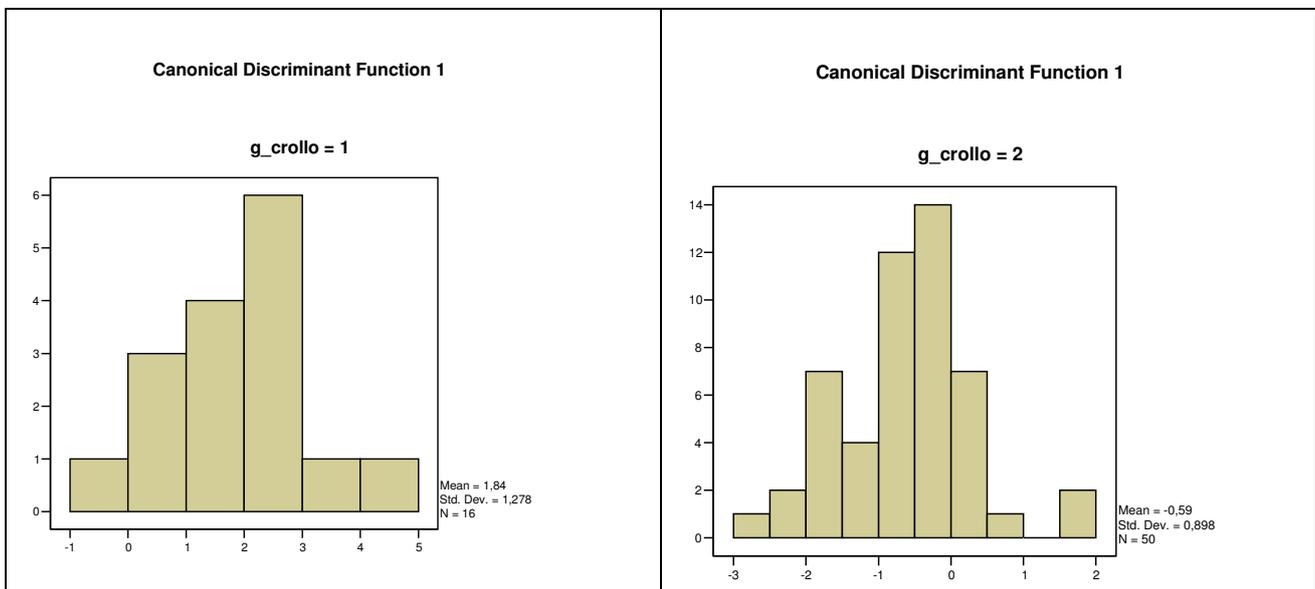
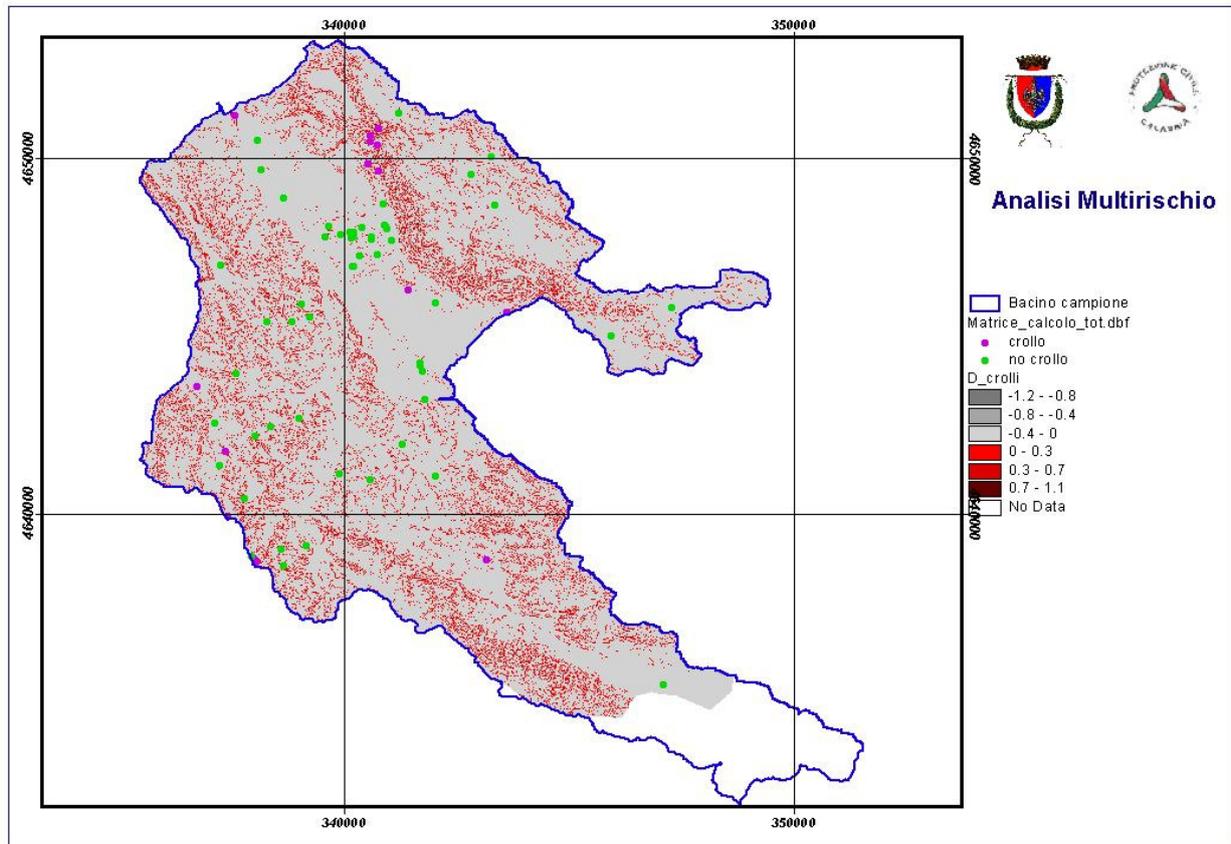
È stata quindi verificata l'espressione  $[F\_class\_n\_cro] > [F\_class\_cro]$   
**Nocrogtcro** (1=vero)



Sono stati quindi calcolati i coefficienti della funzione discriminante canonica (coeff. non standardizzati) ed è stata calcolata la seguente funzione discriminante sul gruppo crollo/non crollo:

*Funzione discriminante sul gruppo crollo/no crollo*

$$d\_crolli = (-2.300 + (5.481 * [M\_slope]) - (1.654 * [M\_aspect]) + (2.377 * [M\_durezza]) - (1.107 * [N\_procurmax]))$$



### Classification Function Coefficients

	g_crollo	
	1	2
m_slope	17,091	3,778
m_aspect	-,557	3,460
m_durezza	16,996	11,223
n_curpro	-7,513	-4,826
(Constant)	-13,203	-4,958

Fisher's linear discriminant functions

### Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function
	1
m_slope	,883
m_aspect	-,468
m_durezza	,518
n_curpro	-,111

### Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function
	1
m_slope	5,481
m_aspect	-1,654
m_durezza	2,377
n_curpro	-1,107
(Constant)	-2,300

Unstandardized coefficients

### Functions at Group Centroids

g_crollo	Function
	1
1	1,840
2	-,589

Unstandardized canonical discriminant functions evaluated at group means

Dai dati, applicando:

$$D_0 = \frac{\bar{D}_A s_{D_B} + \bar{D}_B s_{D_A}}{s_{D_A} + s_{D_B}}$$

si ricava la seguente **soglia discriminante**  $D_0 = 0.413$