

PSC



**COMUNE DI GASPERINA
(Provincia di Catanzaro)**



**PIANO STRUTTURALE COMUNALE
(Legge Urbanistica Regionale n.19 del 16 Aprile 2002 e s.m.i.)**

QUADRO CONOSCITIVO

Tav. Geo 03.1

INQUADRAMENTO MORFOLOGICO-MORFODINAMICO

NOTA ILLUSTRATIVA ALLE CARTE: GEOMORFOLOGICA, ALTIMETRICA,
CLIVOMETRICA, ESPOSIZIONE DEI VERSANTI, STABILITA' DEI VERSANTI

Gruppo di Progetto

Prof. Arch. Francesco di Paola (Capogruppo), Arch. Antonluca Di Paola (Componente)

Dott. Ing. Annamaria Ranieri (Collaboratore)

Studio Geomorfologica

Geol. Fabio Procopio, Geol. Angelo Alberto Stamile (Collaboratore)

Studio Agronomico

Dott. For. Giovanni Leuzzi

Il Sindaco: Gregorio Gallelo

Il R.U.P.: Ing. Salvatore Lupica

Data: Luglio 2014

3. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E MORFODINAMICO.	2
3.1 Caratteristiche morfologiche e morfometriche	2
3.2 Caratteristiche morfodinamiche e di stabilità dei versanti	7

3. Inquadramento morfologico e morfodinamico.

3.1 Caratteristiche morfologiche e morfometriche

Morfologicamente il territorio del Comune di Gasperina è situato sul versante orientale del Massiccio delle Serre. Le condizioni geologiche generali trovano un diretto riscontro nei caratteri geomorfologici ed in particolare nei fenomeni morfogenetici nel complesso della loro dinamica evolutiva. L'impianto geomorfologico è stato determinato in maniera preponderante dagli eventi tettonici, dall'assetto stratigrafico e dalle associazioni geologiche, mentre la sua evoluzione più o meno rapida è stata determinata dalle interazioni e sovrapposizioni di diversi elementi morfologici, dai diversi schemi idrogeologici, dai caratteri geolitologici peculiari, dalle azioni antropiche.

In particolare la geomorfologia dell'area è dominata dal sollevamento neotettonico delle Serre. Le Serre hanno l'aspetto di un Massiccio e presentano un'ampia zona centrale con una morfologia ereditata nei periodi antecedenti al sollevamento tettonico. La superficie sommitale delle Serre presenta una morfologia addolcita, con drenaggio in direzione NE. Tale superficie è poco dislocata dalle faglie plio-pleistoceniche e poco affetta dai processi erosivi e di movimento di massa ad eccezione delle depressioni tettoniche in cui si impostano i fiumi come la Fiumara Ancinale ed il bacino del Torrente Soverato. I margini esterni delle Serre sono alte scarpate strutturali più o meno degradate. I corsi d'acqua che scorrono con direzione appenninica lungo la superficie sommitale, quasi sempre, sono stati catturati dai corsi conseguenti per cui si dirigono con una decisa svolta verso lo ione precipitandosi in profonde valli (Torrente Alessi).

Nella parte sud occidentale delle Serre predominano le rocce granitiche che conferiscono al paesaggio della parte più interna le tipiche forme addolcite che diventano più scoscese verso i margini delle paleosuperfici, dove l'erosione ha portato alla luce le forme da esfoliazione dall'aspetto ruiniforme.

Lo schema morfologico del territorio di Gasperina è costituito da tre aspetti morfologici fondamentali: I fianchi ad elevata acclività delle dorsali collinari; Le sommità sub-pianeggianti delle dorsali collinari; La piana alluvionale costiera sub-orizzontale. Un aspetto particolare presentano le dorsali collinari che sono costituite da due sistemi ortogonali tra loro a costituire una specie di **T**:

- La principale, con quote comprese tra 550 e 680 metri s.l.m., ha direzione SW-NE ed è identificata a monte (Massiccio delle Serre) dal Bacino del Torrente Alessi ed a valle (Mar Jonio) dai Bacini del Torrente Cicero, Fosso Caccavari, Vallone Fiumarelle.
- Il secondo sistema, che si diparte dal primo, ha direzione NW-SE ed è costituito da due piccole dorsali collinari che partendo dalle quote di 500-600 metri s.l.m. degradano verso il Mar Jonio con una notevole pendenza nel tratto terminale. Esse sono individuate dai Bacini del Torrente Cicero, Fosso Caccavari, Vallone Fiumarelle di cui costituiscono i fianchi.

Le sommità delle dorsali, come abbiamo detto sono a debole pendenza, quella più estesa del sistema di direzione NW-SE, a quote comprese tra i 400-450 metri s.l.m., è sede dell'abitato di Gasperina. La zona a valle di questo sistema (Piana alluvionale costiera, quote comprese tra i 20-40 metri s.l.m.), si presenta sub-orizzontale ed è sede di piccoli insediamenti abitativi e delle coltivazioni. Essa è individuata a monte dalla netta rottura di pendenza con i versanti collinari, ed a valle dal Mar Jonio.

Per determinare le caratteristiche morfometriche del territorio di Gasperina sono state prodotte le Carte: Altimetriche, Clivometriche ed Esposizione dei Versanti. La redazione di tali carte con l'elevato dettaglio presentato è stato reso possibile dalla disponibilità di una base topografica in formato digitale, georeferenziata e quotata (CTR regione Calabria in scala 1:5.000). La metodologia usata, utilizzando i dati di origine impiegati per la ricostruzione cartografica del territorio comunale, è totalmente digitale.

Per lo studio morfometrico è stato impiegato l'algoritmo TIN (Triangulated Irregular Network) dell'applicativo ArcMap di ArcGis, che ha elaborato i punti quotati, le isoipse ed i fiumi della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:5.000. Le procedure per la generazione del modello digitale del terreno sono diverse. Per facilità e rapidità di lavoro, partendo da un gruppo di informazioni su base vettoriale, si è passati direttamente, tramite la funzione TIN, all'interpolazione di ogni punto, isoipsa e fiume tramite una maglia triangolare avente come vertici punti casuali dei dati vettoriali di partenza.

La maglia viene calcolata su una cella quadrata minima stabilita dall'operatore che nel caso specifico è una cella 2x2 corrispondente a 4 mq. Tale scelta ha permesso di poter apprezzare le variazioni di quota fornite dalla restituzione in scala 1:5.000, che ha una

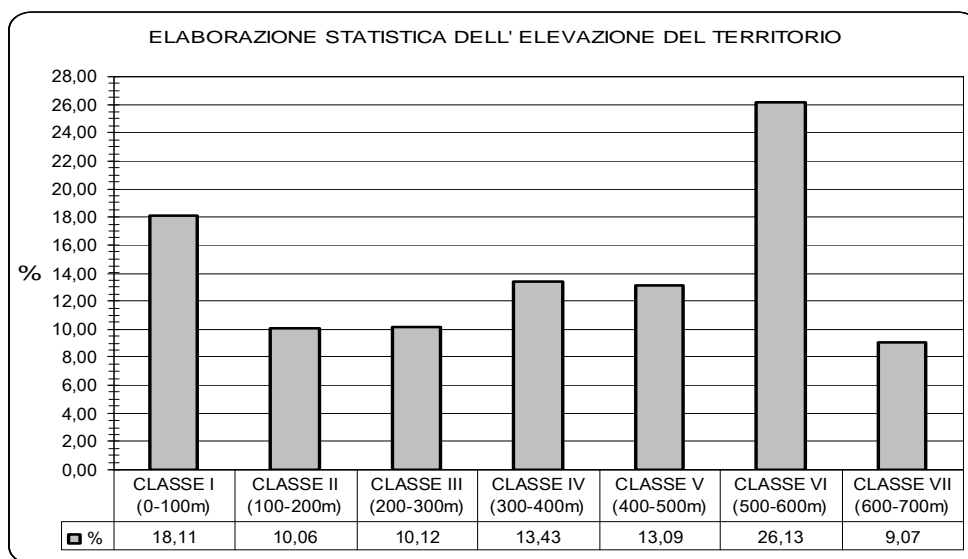
equidistanza delle isoipse pari a 5 metri. Il database vettoriale è stato interpolato mediante un procedimento lineare che permette di calcolare la terna di valori (x, y, z) per ogni pixel intermedio a due isoipse o punti. Il vantaggio nell'uso di questo sistema è quello di poter decidere a priori le dimensioni del singolo pixel, adattandolo quindi alle caratteristiche della base vettoriale di dati a disposizione.

I procedimenti sommariamente descritti sono cicli (loop) matematico-statistici, quali derivate prime, seconde rispetto ai valori x, y, z, che vengono applicati pixel per pixel. Al termine di questi cicli semiautomatici si ottiene un DTM (Digital Terrain Model), dalla cui base si può partire per tutti gli studi morfometrici successivi. Il DTM, ovvero modello digitale del terreno, non è altro che una griglia di pixel aventi cella di dimensione voluta, che, opportunamente interrogata, fornisce informazioni sulle caratteristiche spaziali della zona in esame. Infatti di ogni pixel si può conoscere la posizione (x, y) e la quota (z).

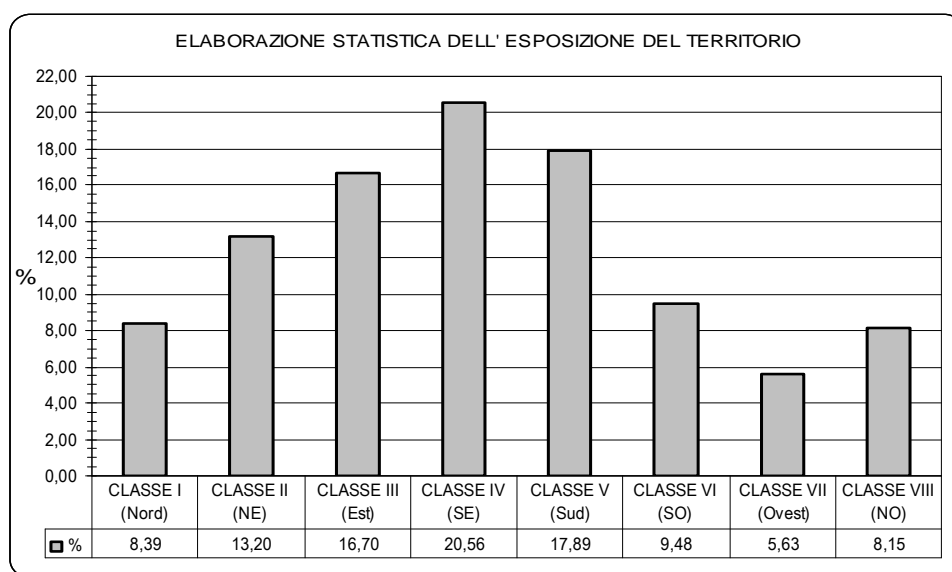
Applicando determinati algoritmi al DTM si ottengono le carte a diverso gradiente: Altitudine, esposizione e pendenze. Per la carta clivometrica è consuetudine applicare un filtro statistico che dopo aver calcolato il valore medio delle altezze della griglia predisposta ne calcola la deviazione standard. A seguito dell'applicazione di questo calcolo statistico, il software fornisce una riclassificazione della clivometria basata sulla maggiore o minore dispersione dei dati sulla griglia rispetto al valore medio calcolato. Attraverso questa elaborazione è possibile ottenere: una maggiore uniformità dei dati; una migliore distribuzione delle classi di acclività. Le elaborazioni sopra esposte permettono la creazione di carte a diverse classi di altezza pendenza ed esposizione in cui è possibile definire analiticamente la posizione spaziale e le superfici di territorio appartenenti a ciascuna classe. Questo si traduce sulle carte con la definizione di aree a diverso colore rappresentative di caratteristiche omogenee definite dall'operatore. Di seguito vengono rappresentate le caratteristiche morfometriche peculiari del territorio comunale di Gasperina:

- **Caratteristiche altimetriche** – Il territorio è stato rappresentato in fasce altimetriche di 100 metri e si sviluppa in altezza tra le quote di 20-700 metri s.l.m. In linea generale: la Classe I (0-100 m) è rappresentativa della piana alluvionale costiera; Le classi II, III, IV, V delle aree in versante; La Classe VI

delle aree sub pianeggianti in cresta delle dorsali collinari; La Classe VII delle porzioni pianeggianti e di versante delle parti più sommitali del territorio.

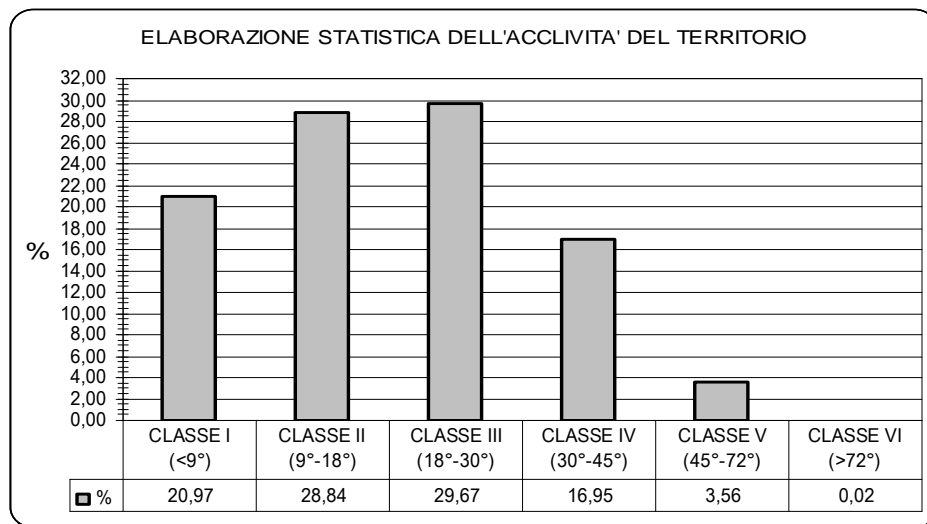


- **Caratteristiche di esposizione dei versanti** – Per la rappresentazione della diversa esposizione si è scelto di dividere il territorio in 8 quadranti con ampiezza angolare di 45° costituite dai quattro punti cardinali e dai quattro punti intermedi ad essi. Dalla distribuzione delle percentuali di territorio da ascrivere ai diversi settori si nota in maniera evidente che la classe più rappresentativa è la IV (SE) e che la maggior parte del territorio, circa il 68%, è esposta all'interno di un settore angolare di 135° tra le direzioni NE-S.



- **Caratteristiche clivometriche** – La bibliografia esistente si è attestata su quattro classi ritenute significative della rappresentazione dell'acclività del territorio. Tali classi sono efficacemente introdotte e giustificate in Adamesi et alii (1976) e risultano essere le seguenti: Acclività inferiore a 6°; Acclività comprese tra 6°-11°; Acclività comprese tra 11°-19°; Acclività superiori a 19°. Questo tipo di suddivisione è particolarmente descrittivo laddove la blanda morfologia corrisponde ad un generale sviluppo della maggior parte dell'acclività inferiore a 19° e che si riscontra nella maggioranza del territorio collinare e basso montano con caratteristiche litologiche di terreni sciolti. Questa suddivisione corrisponde ad una efficace descrizione della distribuzione areale della clivometria, non solo per quanto attiene ai riflessi sulla stabilità dei versanti, ma anche sulla pianificazione di nuovi insediamenti e/o delle relative infrastrutture. Sostanzialmente diversa è la risultante zonazione di un ambiente montano o che presenta diversa acclività dei versanti in ogni caso superiore a 19° per la presenza del substrato costituito da litotipi rocciosi. Si pone quindi la necessità di adoperare una suddivisione in classi che prevedano anche step di acclività superiori a 19°. Attualmente, tranne esigenze particolari, si consiglia di adoperare la classificazione clivometrica adottata dalla Regione Emilia Romagna e ormai riconosciuta in ambito nazionale. Tale classifica prevede la suddivisione delle pendenze in 6 classi (Acclività inferiore a 9°; Acclività comprese tra 9°-18°; Acclività comprese tra 18°-30°; Acclività comprese tra 30°-45°; Acclività comprese tra 45°-72°; Acclività superiori a 72°. La soglia dell'angolo di 30° ha caratteristiche pratiche economiche in quanto, generalmente, è legata ad una efficiente gestione del suolo. In aree ad acclività superiore a tale valore la realizzazione delle infrastrutture di servizio agli insediamenti (viabilità, reti tecnologiche, ecc.), richiedono oneri economici molto elevati, rendendo poco conveniente, sia per motivi economici che gestionali, l'urbanizzazione degli areali corrispondenti. Ulteriore praticità nella differenziazione di questa soglia clivometrica deriva dall'approccio alla stabilità dei materiali sciolti. La soglia dei 45° è legata prevalentemente al problema dei distacchi lapidei in corrispondenza di un substrato intensamente fratturato. La presenza di materiali sciolti di consistente spessore e con acclività superficiali oltre i 45° sono da considerarsi

aree con potenziale instabilità, causabili anche con minime modifiche all'assetto morfologico superficiale o dell'apporto superficiale di acqua. Dal grafico si evince che le classi maggiormente espresse sono la II e III.



3.2 Caratteristiche morfodinamiche e di stabilità dei versanti

La grande maggioranza dei danni causati da movimenti franosi avviene per riattivazione di corpi di frana già esistenti (in alcune aree si può stimare nella quasi totalità dei casi), su cui incautamente sono stati edificati centri abitati e infrastrutture per un'errata valutazione della pericolosità dei siti il più delle volte poco acclivi, spesso coltivati e complessivamente "invitanti" per una espansione edificatoria, oppure per la mancanza di una memoria storica dei movimenti franosi (riattivazioni in tempi pluridecennali o secolari).

Il fatto che la maggior parte dei fenomeni siano riattivazioni di frane preesistenti ha conseguenze molto importanti perchè permette di costruire una cartografia dei dissesti duratura nel tempo e quindi di effettiva utilità pianificatoria.

Spesso si assiste a lunghi periodi di stasi dei fenomeni di dissesto che con sottovalutazione del rischio idrogeologico a lungo termine coincidono con fasi di forte e selvaggia espansione edilizia.

Il verificarsi di fenomeni meteorologici eccezionali nello scenario calabrese ed italiano (si pensi, nell'ultimo decennio, agli eventi del 2000, 2005, 2008, 2009, 2010) con riattivazione di una lunga serie di frane che permanevano in una condizione di quiescenza da decenni e le previsioni ormai sufficientemente dimostrate di un progressivo cambiamento climatico a scala mondiale, ripropongono urgentemente il problema del dissesto idrogeologico.

Sulla base di tali considerazioni la precisa conoscenza della distribuzione e della tipologia dei dissesti costituisce la premessa di qualsiasi scelta di pianificazione territoriale e quindi di ordinato sviluppo anche economico del territorio.

Le cause dei fenomeni franosi sono complesse e diverse ma, principalmente, si dividono in:

- **predisponenti** - che rendono il territorio più o meno sensibile all'insacco di fenomeni franosi;
- **determinanti** - che provocano la rottura dello stato di equilibrio di un versante.

Considerando la situazione geologica del territorio di Gasperina e sulla base di quanto già detto, risulta che le **cause predisponenti** più ricorrenti si individuano nella presenza di:

- accumuli di frane preesistenti, costituiti da litotipi già mobilizzati, che possiedono caratteristiche meccaniche più scadenti della roccia in posto e possono essere sede preferenziale di nuovi movimenti. La grande parte delle frane attive si sviluppa in questo contesto, da ciò è auspicabile la progettazione di reti e sistemi di monitoraggio in quanto la riattivazione parossistica di questi corpi franosi è preceduta da una accelerazione dei movimenti che si può misurare con appropriata strumentazione, rendendo così possibile un vero e proprio pronostico temporale.
- depositi superficiali sciolti, poco addensati o poco coesivi, di origine detritica, colluviale o residuale.
- formazioni prevalentemente argillose, spesso a struttura caotica, intensamente scompagnate e commiste ad altre litologie.

- rocce, i cui minerali argillosi assorbono acqua degradandosi, con conseguente diminuzione della resistenza alle tensioni che la forza di gravità esercita naturalmente sui versanti. Il ripetersi di cicli stagionali umidi–secchi provoca così un continuo disequilibrio delle porzioni più superficiali dei versanti, che tendono a scendere verso valle.
- rocce "tenere" (poco cementate) e/o intensamente fratturate e/o recanti livelli plastici ad assetto sfavorevole rispetto ai pendii, lungo i quali si possono determinare scivolamenti. Intere porzioni di versante possono scivolare in blocco e successivamente disarticolarsi;
- reticolo idrografico in disequilibrio, quindi in erosione, che determina versanti eccessivamente acclivi in rapporto ai caratteri di resistenza delle rocce che li costituiscono. Una causa delle condizioni di disequilibrio può essere imputata al sollevamento neotettonico che ha contraddistinto anche negli ultimi 10.000 anni il territorio calabrese.
- interventi antropici; che modificano uno stato di equilibrio precedente con disboscamento, opere edilizie, infrastrutturali, talora anche a carattere ambientale (briglie, ecc.), cave e miniere, determinando presupposti di dissesto a qualsiasi scala. A ciò si aggiungono pratiche colturali intensive e pascolo indiscriminato.

Le **cause determinanti** si individuano sostanzialmente in:

- precipitazioni intense e/o prolungate. Possiamo considerare due casi: *a) piogge intense e brevi* (ore o giorni) danno luogo a frane superficiali (prof.< 4 m) e generalmente molto diffuse. Per l'Italia diversi autori hanno stabilito che la soglia di precipitazione per ottenere l'innesco delle frane superficiali è del 10-15% della Precipitazione Media Annuale in uno o, eccezionalmente, due giorni; *b) Piogge con intensità nella norma stagionale*, ma protratte o comunque distribuite con una certa frequenza ed intensità nell'arco di diverse decine di giorni, che determinano l'innesco di frane profonde. Per le frane profonde non è possibile stabilire una soglia di innesco generalizzata ma bisogna valutarla caso per caso. Si arriva, al limite, alle grandi frane, che possono essere profonde sino a oltre 100 metri, per le quali l'alternarsi delle

fasi di attività e quiescenza è regolata dalle variazioni climatiche su periodi di diversi anni. L'esperienza insegna che nella grande maggioranza dei casi per le frane la cui profondità si attesta intorno a 15-25 metri le condizioni "tipiche" di innesco siano caratterizzate da un periodo di piogge persistenti (15-20 gg), ma rientranti nella norma stagionale, a cui si "sovrappone" un evento di carattere eccezionale di breve durata (2, 3 giorni);

- terremoti di magnitudo superiore a 5, Occorre però ricordare che l'innesco delle frane è determinato anche dalla "risposta sismica locale". Anche con magnitudo inferiori a 5 si possono avere particolari effetti di amplificazione che possono produrre Intensità Sismiche Locali sufficienti.

Le problematiche su esposte trovano lo sbocco naturale nella redazione della carta geomorfologica che, per la valutazione della stabilità territoriale, costituisce un elaborato fondamentale ed indispensabile per fornire elementi utili alla pianificazione territoriale anche sotto gli aspetti ambientali in generale, ed idrogeologici in particolare.

L'importanza dell'elaborato scaturisce dal fatto che: contestualmente alla carta di stabilità dei versanti consente di ricostruire nella fase successiva la carta della pericolosità geologica; I parametri morfologici (aree di frana attive) concorrono alla definizione delle aree a maggiore pericolosità sismica locale. Tali documenti sono la base propedeutica alla redazione della carta di fattibilità delle azioni di piano. In particolare, tale elaborato consentirà: Di definire gli elementi di territorio soggetti a salvaguardia ambientale e paesaggistica; Di verificare la compatibilità delle programmazioni future con l'assetto geologico e geomorfologico del territorio comunale; Di individuare le fasce di rispetto nell'intorno significativo di aree a rischio idrogeologico e/o di particolare interesse ambientale. Con la pianificazione di bacino (P.A.I.), la carta geomorfologica costituisce, in effetti, la verifica dei contenuti propedeutici alla redazione delle carte di pericolosità.

Per valutare le esigenze di stabilità idrogeologica del territorio comunale, pur essendo presenti nella letteratura scientifica internazionale criteri di suddivisione dei fenomeni franosi largamenti usati (VARNES, 1978), sono stati cartografati i dissesti presenti sul territorio con una suddivisione più semplice e snella (Legenda carta dei dissesti PAI) mettendo in evidenza la tipologia, lo stato di attività delle frane le superfici soggette a fenomeni di intensa erosione, nonché i dissesti provocati da squilibri sulla rete idrografica.

Di seguito si da una breve suddivisione delle tipologie di frane riscontrate nel territorio di Gasperina:

- **Frane attive** - si tratta di dissesti in cui sono evidenti segni di movimento in atto o recente, indipendentemente dall'entità e dalla velocità dello stesso. I segni possono essere molto evidenti (lesioni a manufatti, scarsa vegetazione, terreno smosso) oppure percepibili solo attraverso strumenti di precisione (inclinometri, estensimetri, ecc.), così come la velocità di movimento può essere molto variabile. L'attività può essere continua o, più spesso, intermittente ad andamento stagionale. La tipologia del fenomeno può essere di tipo: scorrimento, colata, misto scorrimento-colata con movimenti traslazionali o rototraslazionale; Frane di crollo e colate rapide di detrito o di suolo che hanno la caratteristica peculiare di avere riattivazioni improvvise e una velocità di movimento tale da renderle pericolose per la vita umana. Le aree cartografate come frane attive sono da considerarsi inutilizzabili per tutti gli usi ad esclusione dell'uso agricolo qualora non peggiorativo delle condizioni di stabilità delle aree interessate.
- **Frane quiescenti** - si tratta di frane senza indizi di movimento in atto o recente. Generalmente si presentano con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Analogamente alle frane attive, la tipologia del fenomeno può essere di tipo scorrimento, colata, misto scorrimento-colata con movimenti traslazionali o rototraslazionale. E' da sottolineare che il fatto di non avere registrato movimenti in tempi recenti, o addirittura di non avere alcun dato storico di movimenti su una frana non esclude a priori la riattivazione della stessa. L'uso del suolo in queste aree andrebbe limitato alla agricoltura; ogni uso urbano o produttivo andrebbe valutato con estrema attenzione e consapevolezza per la potenziale riattivazione dei movimenti franosi.
- **Frane stabilizzate** - si tratta di frane senza indizi di movimento in atto o recente ed in cui interventi antropici o condizioni morfo-climatiche le fanno ritenere non più riattivabili. Generalmente si presentano con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non

in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Analogamente alle frane attive, la tipologia del fenomeno può essere di tipo scorrimento, colata, misto scorrimento-colata con movimenti traslazionali o rototraslazionale. E' da sottolineare che per un loro uso urbano o produttivo andrebbe attentamente valutata l'effettiva stabilità dell'area.

- **Deformazioni superficiali lente** – sono aree in terreni a comportamento argilloso che dato le deboli pendenze sono soggette a movimenti lenti dei primi metri di coltre superficiale.
- **Aree ad intensa erosione** - si tratta di aree dove gli eventi pluviometrici stagionalmente creano squilibri per l'intensa erosione esercitata che in alcuni casi evolve a piccoli fenomeni di soil slip. Le aree cartografate come ad intensa erosione, se non adeguatamente sistemate, sono da considerarsi inutilizzabili per tutti gli usi ad esclusione dell'uso agricolo qualora non peggiorativo delle condizioni di stabilità delle aree interessate.
- **Impluvi ed alvei fluviali in evoluzione** - la perimetrazione delle aree abitualmente occupate dai fiumi o invase dalle piene, oltre che essere di riferimento morfologico per la comprensione della carta, è utile per segnalare quali frane siano in diretta interazione con i fiumi e quindi soggette a riattivazioni per erosioni di sponda e di alveo e quindi capaci potenzialmente di occludere anche parzialmente l'alveo.

Dove non è stato possibile definire singolarmente i corpi di frana si è preferito definire una zona in frana in cui si è distinto lo stato di attività e la profondità del fenomeno (superficiale, profondo).

Il territorio comunale di Gasperina si caratterizza, dal punto di vista dei dissesti, per la presenza di scorrimenti rotazionali che evolvono a traslativi da attivi a quiescenti, circoscritti, soprattutto sui versanti ad elevata acclività. Le cause del dissesto idrogeologico, in cui versano le pendici collinari, dipende da una serie di cause, prima fra tutte la costituzione geolitologica dei versanti, che, sono costituiti da unità cristalline-metamorfiche ricoperte da coltri detritiche eluviali-colluviali, dalle caratteristiche

geomeccaniche alquanto scadenti e comunque non tali da poter contrastare efficacemente i fattori morfogenetici attivi lungo il versante.

Ove tale copertura detritica, che oblitera il substrato cristallino-metamorfico, è più intensamente alterata, in quanto preda di processi di argillificazione, anche spinta, ed è, inoltre, interessata da un contenuto d'acqua in genere elevato per le precipitazioni, si innescano fenomeni di dissesto, specie là dove il fattore clivometrico è pronunciato e, quindi, in grado di esercitare sulla coltre delle sollecitazioni tangenziali efficaci, fino a tal punto di determinarne il collasso e la traslazione gravitativa.

In tale contesto di equilibrio precario, la presenza della falda idrica, seppure esigua e temporanea, gioca un ruolo importante, in quanto, oltre che appesantire la massa detritica, esercita un'azione lubrificante lungo la superficie del substrato, agevolando il movimento del detrito.

Il richiamo della coltre detritica verso le quote più basse, è anche dovuto all'attività morfogenetica esercitata dai corsi d'acqua vallivi, che si espleta, nel corso delle piene, attraverso l'erosione delle sponde ed al conseguente all'indebolimento del piede dei versanti e, quindi, alla rottura dell'equilibrio dei corpi rocciosi che li costituiscono.

Lo stesso dicasi degli impluvi che, essendo sedi di scorrimenti idrici concentrati, incidono i versanti e sono in grado di poter esprimere grande energia cinetica, atta ad erodere e trasportar via notevoli quantità di materiale nel corso degli eventi idrometeorici pronunciati e prolungati.

Spesso le stesse cause innescanti e predisponenti sopra citate non sono tali da causare la riattivazione o neo formazione di vere e proprie frane ma sono sufficienti per l'innescamento di piccoli e numerosi dissesti puntuali che coinvolgono i primi 1-2 metri di coltre d'alterazione e si esplicano con rapide colate di materiale detritico (soil slip), che spesso ostruisce parzialmente la viabilità. Le aree con litotipi argillosi, dove le pendenze sono più elevate possono essere sede di erosione accelerata con formazione di solchi erosivi evolventi talvolta a vere e proprie morfologie calanchive. Quando le strutture insediative o le infrastrutture sono poste in vicinanza dei versanti o immediatamente a monte di impluvi con tendenza all'approfondimento durante eventi meteorologici estremi si possono avere piccoli cedimenti alle strutture. Da qui l'esigenza di una messa in sicurezza di tali luoghi.

La carta geomorfologica, che evidenzia le aree in cui sono stati presenti in passato o sono tuttora presenti fenomeni di dissesto, non appare sufficiente per esprimere anche l'eventuale propensione al dissesto del territorio.

Con aree a propensione al dissesto si intendono le porzioni di territorio dove le condizioni: litologiche, clivometriche, amplificazione sismica, esposizione ed uso del suolo, possono portare alla neo formazione di dissesti. Per affrontare in maniera omogenea l'instabilità dell'intero territorio comunale un approccio con verifiche di stabilità di versante espletate, se pur in aree significative, in maniera puntuale, ormai non sembra più adeguato. Quindi nel valutare l'instabilità, nel presente studio, viene applicata una metodologia automatizzata tramite l'uso dei sistemi GIS.

Negli ultimi anni si stanno diffondendo, nell'ambito della pianificazione territoriale, una serie di tecniche geoinformatiche indirizzate alla valutazione della pericolosità geomorfologica, in particolar modo quelle volte alla determinazione della pericolosità da frana. Esse utilizzano sia tecniche puramente cartografiche (Lucini et alii 1969), sia tecniche di tipo statistico (Hutchinson, 1995b), fino ad arrivare ad analisi univariata o multivariata dei dati.

In letteratura sono presenti diversi metodi per effettuare l'analisi di stabilità di versanti tramite l'utilizzo di tecnologie GIS. Caratteristica comune a tutti i tipi di analisi è quella di essere strettamente dipendenti dalla qualità dei dati immessi, da qui nasce la necessità di porre grande attenzione nella raccolta dei dati di campagna. In generale i metodi per realizzare una carta dell'instabilità potenziale dei versanti si dividono in metodi diretti ed indiretti.

I primi si basano sulle osservazioni fatte dall'operatore sulla cartografia geomorfologica passata e presente e sono, dunque, fortemente condizionati dalla capacità dell'operatore. I secondi si dividono in euristico (*heuristic index*) e statistico. Nei metodi euristici (Adamesi et alii 1977) i fattori d'instabilità vengono scelti e valutati in base all'influenza che si presume possano assumere nell'insorgere di fenomeni gravitativi. Nel metodo statistico o probabilistico il peso attribuito a ciascun fattore che concorre all'instabilità dei versanti viene definito sulla base della distribuzione areale dei movimenti passati e presenti. All'approccio statistico di solito si applicano varie tecniche che si differenziano per la procedura utilizzata, come ad esempio univariata o multivariata.

La tipologia di evoluzione geomorfologica, legata principalmente a fenomeni gravitativi di versante e le particolari condizioni geologico-strutturali del territorio, e la tipologia di dati a disposizione, forniscono le condizioni ideali per l'applicazione di tali metodologie. Per cui per la valutazione dell'instabilità del territorio è stata eseguita una analisi statistica univariata. Gli applicativi software usati sono quelli della suite ArcGIS, mentre il metodo utilizzato riprende i classici metodi utilizzati da autori come (Varnes et al. 1984, Van Westen 1996).

La prima operazione riguarda la scelta dei fattori che sono discriminanti ai fini della valutazione della pericolosità geomorfologica. La scelta essenzialmente si è basata sulla disponibilità oggettiva dei dati e della loro bontà. Tramite l'analisi univariata sono stati determinati i punteggi che i differenti fattori assumono ai fini della pericolosità potenziale che, in ordine di importanza, sono: la litologia, l'acclività, l'uso del suolo e l'esposizione dei versanti. Successivamente si procede all'indicizzazione dei fattori che consiste nell'assegnare un indice parziale di pericolosità a ciascun fattore individuato come causa di potenziali dissesti.

Secondo questa procedura quando un versante si trova in determinate condizioni, la sua suscettibilità a franare può essere determinata dall'osservazione del comportamento dell'intero territorio che si trova nelle stesse condizioni. Tale approccio riflette il teorema di Bayes, nel quale ciascuna frequenza può essere utilizzata per calcolare le probabilità del verificarsi di un evento futuro. La frequenza viene espressa tramite un rapporto, ad esempio, tra le aree in frana per una determinata classe di fattore (9° - 18° per l'acclività, Coltre di alterazione del cristallino per il fattore litologia, ecc.), e l'area del fattore stesso (area totale di quel range di acclività e di quella litologia, ecc.). Pertanto è importante definire, all'interno dei fattori di pericolosità, delle classi omogenee con caratteristiche comuni (*UCU unique condition units*) suddividendo, ad esempio, il territorio in classi di pendenza, aree ad uguale litologia, ecc. Per ciascuna UCU, la frequenza delle frane (LF) viene definita tramite il rapporto: $LF = \text{Area frana} / \text{Area UCU}$.

Dunque, per il teorema di Bayes, LF rappresenta la probabilità di frana per ciascun fattore in esame (acclività, litologia, ecc.) per ogni classe della stessa UCU. Di conseguenza la probabilità riguardanti l'intera area (ER) sono: $P = \text{Area frana} / \text{Area totale}$.

L'utilizzo di tale modello, come si è visto, dipende molto anche dalla numerosità dei dati (numero elevato di frane in diversi contesti come acclività e litologia), quindi, data l'esiguità sia del territorio che dei dissesti nel Comune di Gasperina sono stati usati dati estrapolati da lavori fatti in aree limitrofe e sulle stesse litologie dal CNR IRPI di Rende.

Questo ha fatto sì che la carta di stabilità dei versanti fosse ancorata a dati statisticamente più solidi. In ogni caso il controllo effettuato sulle frane presenti nel territorio si adattano perfettamente all'instabilità ricavata per la stessa area.

Con le potenzialità offerte, quindi, dall'applicativo ArcMap (ArcGis) mediante la sovrapposizione delle carte: geomorfologica, litotecnica, clivometrica, esposizione, amplificazione sismica, si è arrivati alla redazione della Carta di Stabilità dei Versanti.

Per differenziare i diversi gradi d'instabilità, sulla carta, sono state definite 5 classi in cui far convergere l'intero territorio:

- **Classe 1 - Area stabile** - Aree in cui le condizioni geomorfologiche non rendono possibili fenomeni di dissesto.
- **Classe 2 - Area ad instabilità bassa** - Aree stabili per condizioni geomorfologiche nelle attuali condizioni climatiche e/o per gli interventi di stabilizzazione dei versanti.
- **Classe 3 - Area ad instabilità media** - Aree per condizioni geomorfologiche apparentemente stabili, Zone con presenza di frane stabilizzate.
- **Classe 4 - Area ad instabilità elevata** - Aree per condizioni geomorfologiche da ritenere al limite dell'instabilità per cui si possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluridecennale. Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione ci si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali.
- **Classe 5 - Area ad instabilità molto elevata** - Aree per condizioni geomorfologiche da ritenere oltre il limite di stabilità delle rocce sciolte. Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali o in cui è prevista una loro espansione areale