

# COMUNE DI MEZZANEGO

Provincia di Genova



## PIANO COMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE

### Piano di Emergenza per:

- Rischio Geomorfologico
- Rischio Idrogeologico

Approvato con D.C. C. n. 15 del 09.04.2014

## Indice:

1-	CARATTERISTICHE GENERALI .....	3
2-	PERICOLO E CLASSIFICAZIONE DELLE FRANE .....	6
3-	EVENTI STORICI – FRANE .....	18
4-	AREE SUSCETTIBILI AL DISSESTO .....	19
5-	ESONDAZIONI FLUVIALI – GENERALITA’ .....	20
6-	EVENTI STORICI – ALLUVIONI .....	20
7-	AREE INONDABILI E STRUTTURE A MAGGIOR RISCHIO .....	21
8-	INDICATORI DI ALLERTA – GENERALITA’ .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
9-	LA PIANIFICAZIONE DI EMERGENZA .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
▪	Presidi Operativi .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
▪	Presidi territoriali .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
▪	Monitoraggio dei fenomeni idraulici .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
10-	SCENARI DI RISCHIO .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
▪	Linee guida di Coordinamento operativo .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
▪	Salvaguardia della popolazione .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
▪	SCENARIO IDROLOGICO 0 [Livello di attenzione] .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
▪	SCENARIO IDROLOGICO 1 [Allerta 1] .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
▪	SCENARIO IDROLOGICO 2 [Allerta 2] .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
11-	MODELLO DI INTERVENTO .....	Errore. Il segnalibro non è definito.
12-	ATTIVAZIONE IN EMERGENZA .....	Errore. Il segnalibro non è definito.

## **1- CARATTERISTICHE GENERALI**

### **▪ cenni geografico - climatici**

Il bacino del Torrente Sturla-Entella è situato nella Liguria orientale e si estende tra le latitudini 44°20' e 44°29' e le longitudini 9°18' e 9°27' est di Greenwich.

La superficie del bacino si sviluppa per un'estensione di circa 146 km<sup>2</sup> in direzione grosso modo Nord-Sud.

Il settore settentrionale è caratterizzato da una orografia rilevante rappresentata dai rilievi dell'Appennino. Dal punto di vista climatico, il settore della Liguria di Levante presenta un clima temperato caldo/ sublitoraneo protetto dal clima più continentale delle regioni confinanti a Nord dalla catena appenninica, e beneficamente influenzato dalla funzione termoregolatrice del mare; nei settori più settentrionali del bacino l'influenza dei rilievi tende ad essere presente.

La temperatura media annua è generalmente compresa tra i 12°C dell'alto bacino e i circa 14°C nel settore prossimo allo sbocco del Torrente Sturla nel Fiume Entella.

La particolare conformazione geografica, caratterizzata dalla presenza di rilievi considerevoli a ridosso della linea di costa, e la diversa esposizione dei bacini alle perturbazioni meteorologiche che normalmente investono il litorale ligure determinano i principali caratteri spaziotemporali del regime pluviometrico. L'ampia variabilità spaziale delle precipitazioni, comprese tra i circa 1500 mm annui a ridosso dello spartiacque meridionale delle zone occidentali e i 2000 mm della zona appenninica, è tuttavia rappresentabile sostanzialmente mediante un unico tipo pluviometrico, quello sublitoraneo, che determina l'andamento stagionale delle piogge.

La distribuzione degli afflussi meteorici nell'arco dell'anno presenta quindi due massimi, uno autunnale ed un massimo relativo in primavera, con due minimi, uno estivo ed uno invernale.

Le perturbazioni autunnali, in particolare, determinate dalla formazione di aree depressionarie sul Mar Ligure e, più in generale, sull'Alto Tirreno, sono in generale responsabili delle piogge più intense e degli eventi critici per molti dei corsi d'acqua della regione.

### **▪ cenni di geolitologia**

La valle del Torrente Sturla, così come quella del Fiume Entella, appartiene geologicamente a due domini indicati in bibliografia rispettivamente Ligure Interno e Ligure Esterno (Liguridi); sono separati strutturalmente da un contatto tettonico lungo il quale il primo si accavalla parzialmente al secondo.

Il dominio delle Liguridi Interne comprende al suo interno tre unità tettoniche sovrapposte: l'Unità Colli-Tavarone-Serò, l'Unità Bracco-Val Graveglia e l'Unità Gottero; di queste tre unità affiorano,

nella zona oggetto del presente elaborato, principalmente rocce appartenenti all'Unità del Gottero, costituita da una successione scollata generalmente in corrispondenza delle "Argille a palombini". Oltre a queste ultime, le altre formazioni che fanno parte dell'Unità del Gottero sono la "Formazione della Val Lavagna" (a partire dal Santoniano), successiva alla prima, che passa poi a sua volta alle Arenarie di Monte Gottero (Campaniano sup.-Maastrichtiano); la sequenza termina con le Argilliti di Giaiette (Paleocene). Limitatamente ad una porzione ridotta dello spartiacque meridionale del Monte Zatta, che suddivide le valli dei Torrenti Mezzanego e Graveglia, si hanno affioramenti di rocce appartenenti all'Unità Bracco-Val Graveglia.

▪ **definizione di rischio e principali criticità della zona**

Ai fini di protezione civile, il rischio è rappresentato dalla possibilità che un fenomeno naturale o indotto dalle attività dell'uomo possa causare effetti dannosi sulla popolazione, gli insediamenti abitativi, produttivi e le infrastrutture.

Il concetto di rischio è legato non solo alla capacità di calcolare la probabilità che un evento pericoloso accada, ma anche alla capacità di definire il danno provocato. Rischio e pericolo non sono la stessa cosa: il pericolo è rappresentato dall'evento calamitoso che può colpire una certa area (la causa), il rischio è rappresentato dalle sue possibili conseguenze, cioè dal danno che ci si può attendere (l'effetto).

Per valutare concretamente un rischio, quindi, non è sufficiente conoscere il pericolo, ma occorre anche stimare attentamente il valore esposto, cioè i beni e soprattutto le persone presenti sul territorio che possono essere coinvolte da un evento.

Il rischio quindi è traducibile nella formula:

$$R = P \times V \times E$$

- **P = Pericolosità:** la probabilità che un fenomeno di una determinata intensità si verifichi in un certo periodo di tempo, in una data area.
- **V = Vulnerabilità:** propensione di un elemento (persone, edifici, infrastrutture, attività economiche) a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità.
- **E = Esposizione:** numero di unità (o "valore") di ognuno degli elementi a rischio presenti in una data area, come le vite umane o gli insediamenti.

Vulnerabilità ed esposizione concorrono ad identificare il "Danno potenziale" ( $D = V \times E$ ).

La riduzione del rischio avviene attraverso attività di Previsione e Prevenzione (raggiungimento di soglie di "rischio accettabile").

Le strategie per una concreta mitigazione del rischio sono:

- la riduzione della pericolosità, perseguita riducendo la probabilità che un certo fenomeno si verifichi in un certo luogo con una certa intensità in un certo tempo. Si può intervenire sui fattori di innesco del fenomeno, dopo averli riconosciuti e compreso come generano il fenomeno pericoloso, oppure sul fenomeno stesso, per prevenirne la riattivazione o la propagazione. Per alcuni fenomeni pericolosi naturali non è peraltro possibile nessun intervento significativo sulla pericolosità (ad esempio, per i terremoti e i vulcani);
- la riduzione della vulnerabilità, effettuata attraverso interventi tecnici finalizzati a diminuire il grado di danno degli elementi esposti al rischio intervenendo direttamente sui singoli elementi (rinforzo dei muri esterni, costruzione di vie di fuga per gli abitanti, etc.) oppure attraverso interventi sociali sulla popolazione (organizzazione di piani di emergenza e di soccorso, educazione al rischio della cittadinanza, etc.)
- la riduzione dell'esposizione, come uno dei fondamentali mezzi di mitigazione del rischio. Essa può essere effettuata secondo due diverse strategie: a) la pianificazione, che prevede evacuazione di aree pericolose, impedimento all'espansione urbanistica in zone instabili o soggette a possibile espandimento, limitazione della fruizione delle aree soggette a rischio e b) l'emergenza che prevede monitoraggio dei fenomeni e sistemi di allertamento della popolazione (semafori sulle strade, sirene, etc.);
- la riduzione del valore degli elementi a rischio, effettuata attraverso un'attività di pianificazione. Ad esempio, è possibile modificare il sistema viario in modo da impedire il blocco del traffico, oppure è possibile cambiare la destinazione d'uso di alcuni edifici, etc.

Il rischio residuo è il margine di rischio che rimane a seguito delle opere di mitigazione. L'obiettivo del gestore è quello di arrivare ad ottenere un rischio residuo inferiore al livello di rischio accettabile, ottimizzando i costi di mitigazione (prevenzione, pianificazione e mantenimento delle opere).

Da una prima analisi d'insieme delle carte tematiche del Piano di Bacino – Ambito 16 (si vedano le cartografie allegate al Piano), si rileva che generalmente il bacino del Torrente Sturla risulta essere per gran parte della sua estensione suscettibile al dissesto in maniera media o elevata. Le ragioni principali dell'elevata distribuzione di aree più o meno suscettibili sono da ricercarsi principalmente nella morfologia, a carattere montuoso per quasi tutto il bacino dello Sturla e nella diffusa presenza di fenomeni erosivi e grandi coltri detritiche riconducibili a paleofrane.

Il settore Nord del bacino dello Sturla presenta la maggiore diffusione di aree a suscettibilità medio-alta correlate in particolare alla presenza delle grandi paleofrane; Il settore Sud del bacino presenta

una diffusione leggermente minore delle aree a suscettibilità medio-alta, in particolar modo nei settori orientali dove le aree occupate da coltri detritiche sono meno presenti.

In merito a fenomeni di rischio legati alla pericolosità idraulica, si rileva come le aree sensibili risultino collocate presso la porzione Sud-Occidentale del territorio comunale, presso il confine con il comune di Carasco (zona Costa del Canale), per poi interessare ridotte zone delle Località di Isola di Vignolo e di Borgonovo Ligure.

In generale, comunque, le fasce A e B seguono in maniera sub-parallela l'andamento del Torrente Sturla, divagando molto limitatamente rispetto ad esso, ciò in funzione del fatto che la Valle Sturla nella zona di Mezzanego risulta alquanto incassata, con limitate zone di piana alluvionale; le superfici mediamente pianeggianti che si trovano ai piedi dei versanti risultano essere morfologicamente dei terrazzi fluviali.

## **2- PERICOLO E CLASSIFICAZIONE DELLE FRANE**

### **▪ Fenomeni franosi superficiali**

Si tratta di movimenti di massa coinvolgenti rocce, coltri o detriti, attraverso i quali si manifesta la tendenza da parte di un corpo al raggiungimento di un minimo di energia potenziale: le condizioni o meno di innesco dipendono da un delicato equilibrio fra forze agenti (essenzialmente la gravità) e forze resistenti (forze di coesione e forze di attrito). Nonostante la definizione alquanto semplice, il quadro viene notevolmente complicato da complessi fenomeni geologico-stratigrafici (evoluzione tettonica recente, contrasti litologici, sedimentologia dei terreni coinvolti,...), geomorfologici (forme del rilievo, presenze di lineamenti tettonici o forme relitte di cinematismi precedenti), idrogeologici (circolazione idrica sottosuperficiale, settori di ristagno preferenziale di acqua, contrasti di permeabilità fra le coltri e fra coltre e substrato roccioso, assente o cattiva regimazione delle acque), meteorologici, dinamici (mobilitazioni a seguito di eventi sismici) e vegetazionali (scarsa manutenzione del territorio, disboscamento accentuato).

La classificazione di questi fenomeni è, quindi, spesso controversa. Il sistema più usualmente adottato è quello proposto da Varnes (**VARNES D.J.(1978)** "Slope movements, type and process"), anche se per completezza di analisi si riportano di seguito anche altre classificazioni meno diffuse e basate su parametri differenti.

#### **1. Tipologia del materiale coinvolto**

#### **2. Tipologia del movimento di massa**

## 1. Tipologia del materiale coinvolto.

I materiali che possono venire coinvolti nei fenomeni di franamento possono essere distinti in: **ammasso roccioso/roccia** (bedrock/rock) e **terreno sciolto** (soil o engineering soil), a sua volta distinto in **detrito** (debris – prevalentemente grossolano) e/o **terra** (prevalentemente fine).

Gli elementi sopra riportati possono essere così definiti:

- **Ammasso roccioso**: roccia in posto con le relative discontinuità strutturali (variamente organizzate e più o meno riempite da materiali di alterazione);
- **Roccia**: materiale naturale che, in campioni al di fuori della sua sede, è dotato di elevata coesione anche dopo un prolungato contatto con l'acqua;
- **Terreno sciolto**: materiale naturale costituito da aggregati granulari non legati fra loro, o che possono essere separati per mezzo di moderate sollecitazioni meccaniche o di un più o meno prolungato contatto con l'acqua.

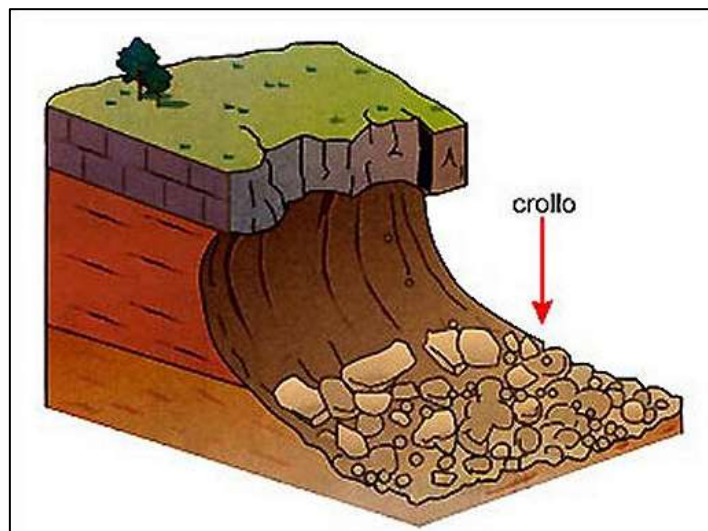
Mentre per le rocce i parametri caratteristici di resistenza sono legati alla loro genesi (rocce magmatiche, sedimentarie, metamorfiche), i terreni sciolti hanno una resistenza che è funzione dei rapporti geometrici, spaziali e di mutuo incastro dei singoli elementi che le costituiscono (comportamento attritivo), nonché dalla presenza o meno di coesione dovuta a legami di natura chimica ed elettrostatica fra le particelle; quest'ultimo termine è legato alla percentuale di materiali a granulometria fine, appartenenti alle classi dei limi e delle argille.

## Tipologia del movimento di massa.

Descrive la dinamica con cui si manifestano i vari fenomeni di instabilità.

### CLASSIFICAZIONE DELLE FRANE

**Crolli (fall):**

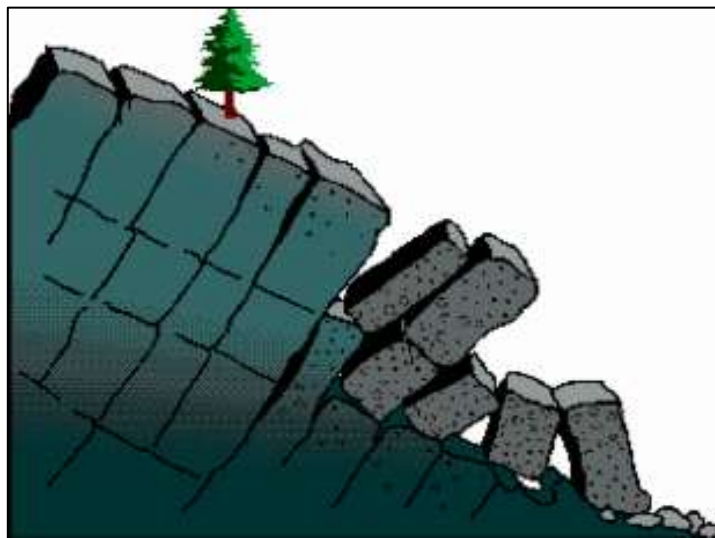


si originano lungo discontinuità preesistenti (spesso interconnesse, in grado di generare l'isolamento di cunei di materiale lapideo) o di neoformazione (es. per scalzamento alla base) e sono caratterizzati da alte velocità e scarsi segni premonitori. La massa si muove principalmente nell'aria e il fenomeno comprende la caduta libera, il movimento a salti e rimbalzi e il rotolamento di roccia; l'accumulo è costituito da una superficie irregolare di detriti e ammassi rocciosi frantumati.

Sono tipici di settori di roccia affiorante su pendii molto ripidi o su scarpate.

Cause innescanti sono da ricondurre principalmente a : aumento della pressione idrostatica all'interno delle discontinuità, azione sismica, bioclastesi (per azione degli apparati radicali delle piante), crioclastesi (gelo-disgelo), sottoescavazione, scalzamento alla base del versante (erosione al piede da parte di un corso d'acqua).

**Ribaltamenti** (topple o toppling):

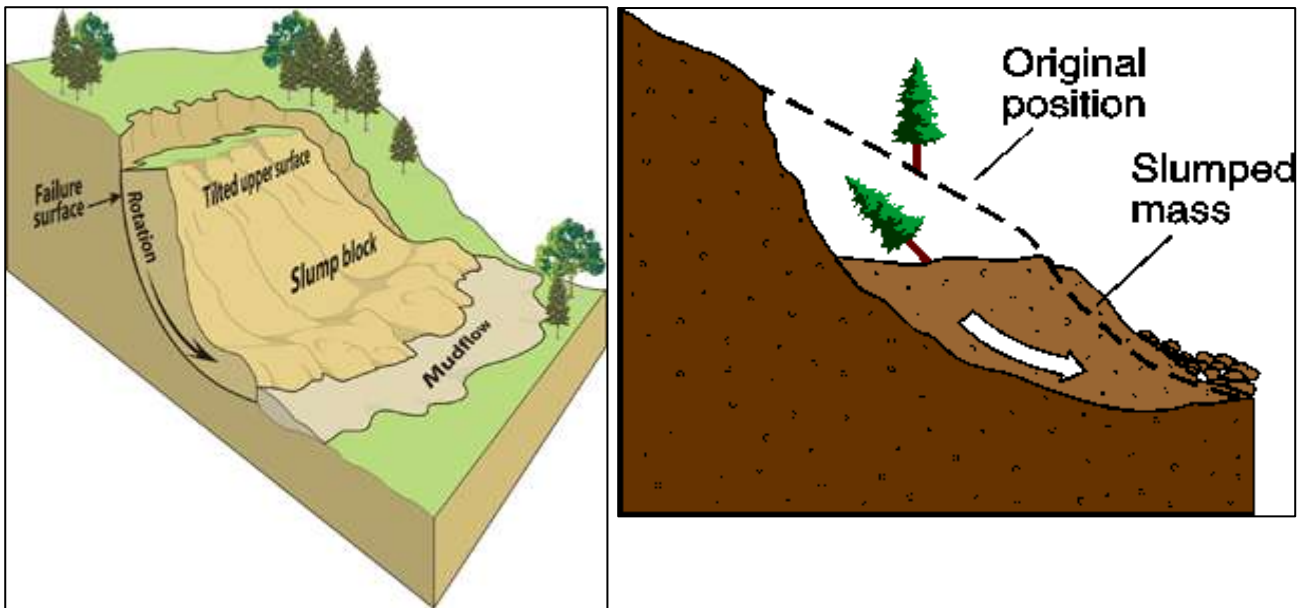


avvengono per la rotazione di masse attorno ad un fulcro situato al di sotto del centro di gravità della massa, nelle condizioni in cui il rapporto fra base ed altezza di un blocco sia minore della pendenza del versante. Sono spesso associati a crolli, scorrimenti e frammentazione delle masse coinvolte. Cause predisponenti sono di tipo geologico-strutturale e litologico, mentre le cause innescanti sono del tutto simili a quelle che generano i cinematismi di crollo, quindi: aumento della pressione idrostatica all'interno delle discontinuità, azione sismica, bioclastesi (per azione degli apparati radicali delle piante), crioclastesi (gelo-disgelo), sottoescavazione, scalzamento alla base del versante (erosione al piede da parte di un corso d'acqua).



Le fratture presenti nelle zone superiori possono essere beanti o riempite da detrito.

**Scorrimenti (scivolamenti) rotazionali (slump):**

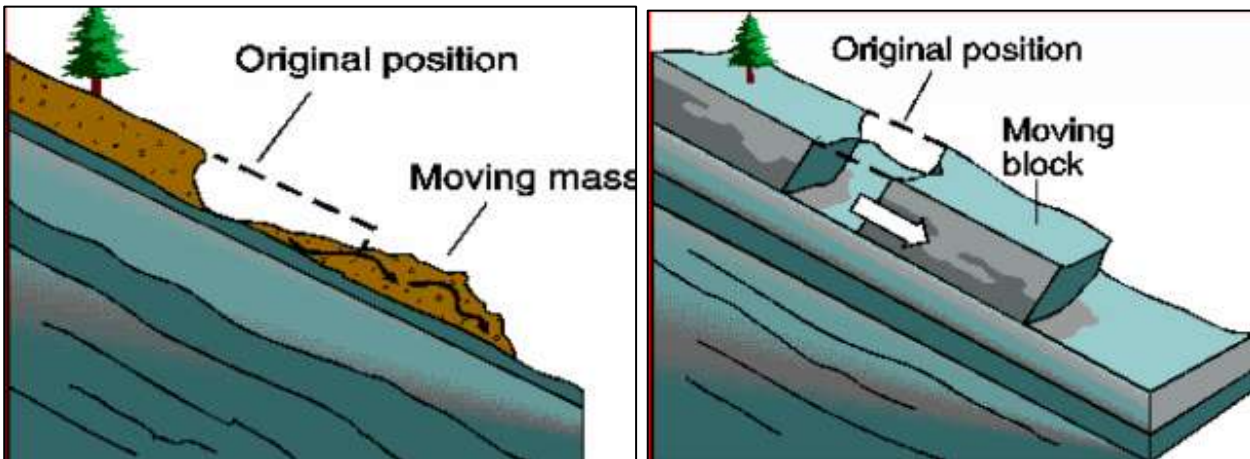


gli scivolamenti si verificano per il superamento della resistenza al taglio all' interno di una massa che può essere omogenea o presentare stratificazioni. Per quelli rotazionali, la superficie di rottura è generalmente curva (soprattutto in terreni a granulometria fine dominante; in rocce tenere tende a perdere la morfologia circolare) con fulcro di rotazione posto al di sopra del centro di gravità della massa e concavità verso l' alto; può essere di neoformazione o parzialmente preesistente.

Il cinematismo avviene spesso per rottura progressiva che si propaga a partire dal piede del pendio, e alla superficie di scorrimento principale sono spesso associate superfici secondarie.

Sono ricorrenti in rocce tenere, ma anche in ammassi omogenei a vario grado di cementazione ed in coltri alterate. Oltre alle cause predisponenti di tipo geologico-strutturale e stratigrafico, risultano decisive quelle scatenanti dovute a: eventi meteorici intensi e/o prolungati (quindi l'andamento delle pressioni dell' acqua, o "pressioni neutre" nei terreni e le loro oscillazioni), la presenza di sovraccarichi (es. opere antropiche), le sollecitazioni sismiche e lo scalzamento al piede del versante.

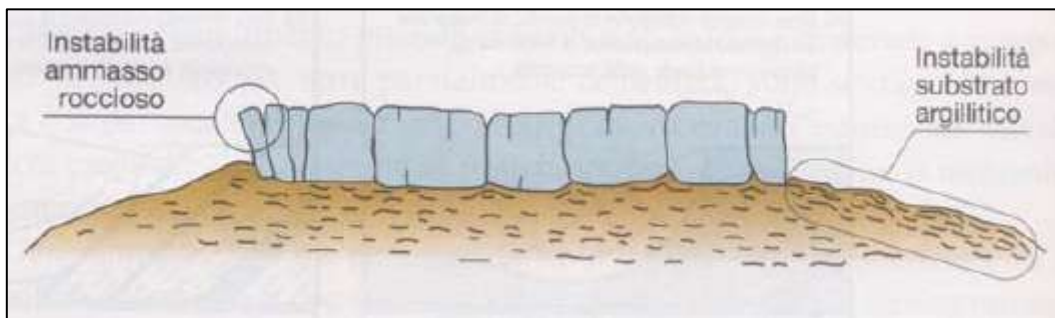
### Scorrimenti (scivolamenti) traslazionali (slide):



questo tipo di cinatismi si verificano su superfici di discontinuità strutturali (fratture) o stratigrafiche (superfici di strato), con inclinazione eguale o inferiore a quella del versante. Sono tipiche di rocce stratificate omogenee o di alternanze di rocce a reologia differente, nonché a contatto fra le coperture e il substrato lapideo di base. Sono evidenziate da fratture di trazione riscontrabili nella parte alta del versante.

Si generano a seguito di eventi meteorici intensi, azioni sismiche, scalzamento al piede.

### Espansioni laterali (spread):



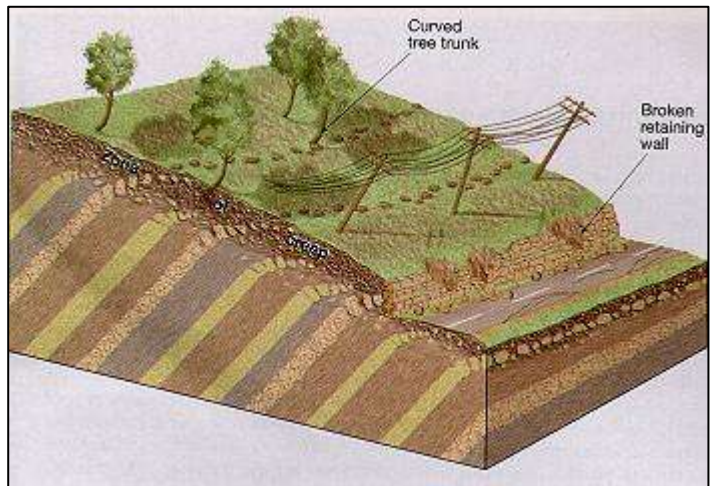
si hanno in particolari condizioni morfostrutturali in cui è presente una sovrapposizione fra rocce ad elevato contrasto di competenza (materiale a comportamento rigido ad di sopra di materiale a comportamento plastico), dando luogo a deformazioni differenziali. Il netto contrasto di competenza fra i terreni a contatto costituisce di per sé la causa del cinatismo, che tuttavia può essere accelerato dall'aumento delle pressioni interstiziali alla base della sequenza a seguito di rilevanti precipitazioni, con conseguente plasticizzazione del materiale meno competente (anche a seguito di azioni sismiche), nonché dall' incremento del carico piezometrico (es. falde sospese) nell' ammasso soprastante.

Le deformazioni avvengono anche su pendenze molto basse, e sono evidenziate dalla disarticolazione e suddivisione in blocchi della roccia soprastante. Possono, infine, verificarsi anche in terre con diverso grado di consolidazione.

**Colamenti (flow):**



Colamento (“Debris flow”)



Colamento estremamente lento (Solifusso/Reptazione)

secondo quanto descritto da Varnes (1978), possono includere tipologie abbastanza differenti in funzione delle caratteristiche dei materiali coinvolti (flussi in terreni asciutti e umidi o in substrato roccioso), delle morfologie ad essi connesse e delle velocità di movimento (da lentissimi movimenti di flusso o creep in roccia a estremamente veloci per fenomeni di liquefazione e colamento). Avvengono lungo superfici non visibili che si attivano durante lo scorrimento stesso.

Le colate sono movimenti di massa simili a flussi viscosi di terreno sciolto fluidificato che si sviluppano spesso lungo le aste torrentizie, dando luogo a trasporti di massa eccezionali, grazie alla notevole capacità di rimobilizzazione del materiale che contraddistingue il fenomeno. Interessano aree molto estese, anche interi versanti, lungo i quali è possibile distinguere un bacino collettore o di alimentazione. Sono generalmente da ricondurre all’elevata pendenza dei versanti, nonché alla disponibilità di materiale mobilizzabile, e innescate da piogge intense e prolungate.

**Frane complesse**

Combinazione di due o più tipologie di movimento sia in settori diversi della massa in movimento (suddivisione spaziale), sia in fasi diverse di sviluppo del movimento stesso (suddivisione temporale).

## **Deformazioni gravitative profonde di versante (D.G.P.V.) e frane a grande scala**

Oltre ai movimenti definiti secondo la classificazione sopra riportata, è opportuno segnalare i movimenti gravitativi profondi di versante che, pur non essendo del tutto catalogabili nella categoria delle frane, in quanto non tutti i tipi di D.G.P.V. hanno uguale tendenza evolutiva, sono fenomeni rappresentati e ricorrenti nei settori appenninici della regione.

Si tratta di movimenti di massa in cui non è macroscopicamente evidente la presenza di una superficie di scorrimento continua. L'entità dello spostamento è piccola rispetto alla profondità della massa spostata: le dimensioni del volume in deformazione sono infatti paragonabili a quelle del versante interessato, e i meccanismi di deformazione sono quelli che per loro dinamica non necessitano di una superficie o zona di rottura continua. Alcuni tipi di D.G.P.V. (come ad esempio gli *insaccamenti*) rappresentano, in particolari condizioni geomorfologiche, le fasi iniziali di fenomeni franosi di enormi dimensioni provocati da *creep* profondo, fratturazione progressiva, o altro.

### **Stato di attività**

Il fenomeno osservato potrà essere:

- **Attivo** (active): fenomeno attualmente in movimento.
- **Sospeso** (suspended): fenomeno che si è mosso entro l'ultimo ciclo stagionale ma che non si muove attualmente.
- **Riattivato** (reactivated): movimento di nuovo attivo dopo essere stato inattivo; gli scorrimenti riattivati si muovono generalmente su superfici di taglio preesistenti, in cui i parametri di resistenza al taglio sono prossimi ai valori residui (SKEMPTON, 1964).
- **Quiescente** (dormant): frana inattiva che può essere riattivata dalle sue cause originali; fenomeno per il quale permangono le cause del movimento.
- **Naturalmente stabilizzato** (abandoned: HUTCHINSON, 1973): frana inattiva che non è più influenzata dalle sue cause originali; fenomeno per il quale le cause del movimento sono state naturalmente rimosse (es. se il fiume che erodeva l'unghia della frana ha cambiato corso).
- **Artificialmente stabilizzato** (stabilized): frana inattiva che è stata protetta dalle sue cause originali da misure di stabilizzazione (es. se l'unghia della frana è stata definitivamente protetta dall'erosione).

- **Relitto** (relict) (sinonimo: paleofrana): frana inattiva che si è sviluppata in condizioni geomorfologiche o climatiche considerevolmente diverse dalle attuali. Le frane relitte sono inattive ma, comunque, possono essere riattivate dall'attività antropica.

### Velocità dei movimenti franosi

Nella Tabella seguente si riporta la scala delle velocità dei cinematismi:

VELOCITA'	DEFINIZIONE
> 3 m/sec	Estremamente rapido
> 0,3 m/min	Molto rapido
> 1,5 m/giorno	Rapido
> 1,5 m/mese	Moderato
> 1,5 m/anno	Lento
> 0,006 m/anno	Molto lento
< 0,006 m/anno	Estremamente lento

### Età del movimento

- **Recente:** fenomeno verificatosi negli ultimi decenni su un versante integro, ovvero non interessato da precedenti movimenti.
- **Antico:** fenomeno di cui non si ha memoria o notizia storica.
- **Fossile:** fenomeno risalente ad un'età geologica precedente all'attuale (paleofrana).

### Stile

In base al tipo di dislocazione il fenomeno potrà avere uno stile:

- **Singolo** - avviene con la mobilitazione di un ammasso unico e secondo un'unica tipologia di movimento.
- **Complesso** - avviene secondo più tipologie di movimento associate nel tempo.
- **Composito** - avviene secondo più tipologie di movimento in fasi successive (t1, t2).
- **Successivo** - avviene non coinvolgendo la stessa massa in tempi differenti (indipendente).

- **Multiplo** - avviene con il coinvolgimento di masse già precedentemente dislocate.

### **Evoluzione del movimento**

In base all' evoluzione spazio-temporale il fenomeno potrà avere una distribuzione:

- **Costante** - avviene con gradualità e continuità nel tempo.
- **Retrogressiva** - tende a coinvolgere aree sempre maggiori verso monte spostando la corona di frana.
- **Avanzante** - tende a coinvolgere aree sempre maggiori verso valle con differenti superfici di rottura.
- **In allargamento** - tende al superamento e coinvolgimento dei fianchi della frana.
- **In diminuzione** - avviene coinvolgendo masse, messe in posto da fenomeni precedenti.
- **Multidirezionale** - avviene su più piani di rottura che tendono ad omogeneizzarsi.
- **Confinata** - la superficie di distacco non si manifesta al piede, dove sono osservabili solo deformazioni.

### **Nomenclatura delle frane**

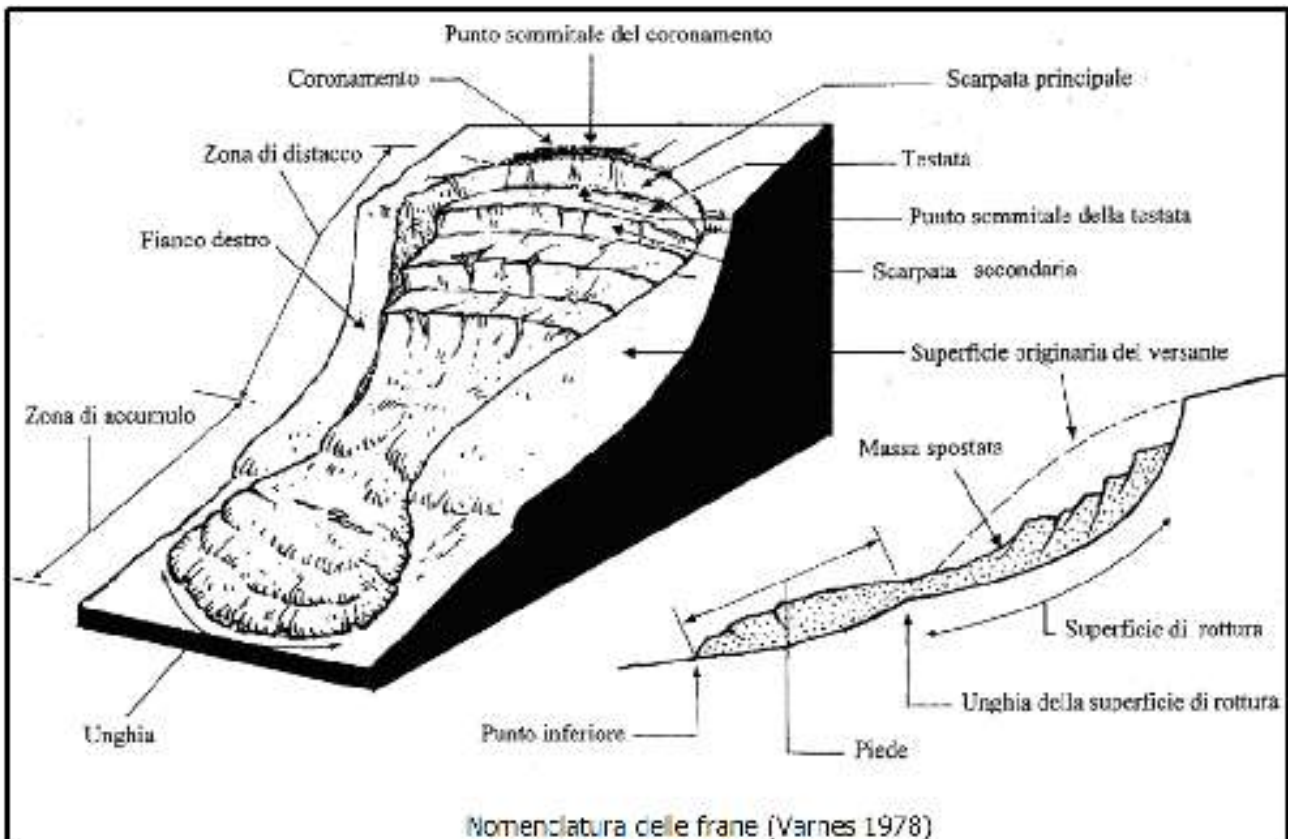
Per descrivere correttamente una frana è necessario utilizzare termini precisi, di utilizzo scientifico corrente.

In una frana è possibile distinguere: una **zona di scorrimento**, nella quale il materiale mobilizzato si trova a

quote inferiori rispetto a quelle dell'originaria superficie del versante, e una **zona di accumulo**, nella quale il

materiale mobilizzato si trova a quote superiori rispetto a quelle della superficie originaria del versante.

Il materiale coinvolto nel fenomeno di dissesto viene suddiviso in **corpo principale** e in **piede** della frana.



Nella zona di scorrimento si possono riconoscere:

- la **corona** (coronamento): è costituita dal materiale non mobilizzato, adiacente alle porzioni più elevate della scarpata principale;
- la **scarpata principale**: è la zona del versante da cui ha avuto origine il distacco del materiale;
- la **superficie di rottura**: è la superficie lungo la quale è avvenuto il movimento;
- il **corpo principale**: è la porzione del corpo di frana che giace al di sopra della superficie di frattura ed è delimitata superiormente dalla scarpata principale e, inferiormente, dal piede della superficie di frattura.

Entro il corpo principale si possono distinguere:

- la **testata**: è la parte più alta della frana, al contatto con la scarpata principale;
- le **scarpate secondarie**: sono superfici ripide che interrompono la continuità del materiale franato;
- **fratture longitudinali** e/o trasversali: sono indicative di movimenti relativi delle singole porzioni del corpo di frana.

Nella zona di accumulo si possono distinguere:

- la **superficie di separazione**: rappresenta la superficie lungo la quale si ha il contatto tra il materiale franato e quello sottostante, in posto;

- il **piede**: rappresenta la porzione del materiale dislocato che si è accumulata a valle del margine inferiore della superficie di rottura.

### **Cause di franamento**

E' molto importante conoscere le cause che concorrono alla genesi di un fenomeno franoso sia per scegliere correttamente gli interventi di stabilizzazione, ma soprattutto per prevenire adeguatamente ulteriori fenomeni di instabilità in aree geologicamente simili. Tali cause possono essere distinte in:

**cause preparatorie**: fattori intrinseci di instabilità legati alle caratteristiche litologiche, strutturali, tessiturali,

giaciture dei materiali costituenti il pendio;

**cause scatenanti**: agiscono su un pendio intrinsecamente "predisposto" e sono così definite perché innescano il movimento franoso (intense precipitazioni, antropizzazione eccessiva e/o mal progettata, abbandono del territorio e cattiva/scarsa manutenzione dello stesso, scarsa/assente disciplina dei sistemi di drenaggio, attività sismiche, ecc...).

### **Fattori che contribuiscono all'aumento degli sforzi tangenziali mobilitanti**

#### 1- Fattori che asportano il materiale e che diminuiscono il sostegno laterale:

- erosione al piede di un versante ad opera di corsi d'acqua;
- attività di scavo (per strade, canali, ecc.) al piede di un versante;
- distruzione di opere di sostegno al piede di un versante.
- erosione operata dal moto ondoso e dalle correnti sulle coste;
- scioglimento dei ghiacciai vallivi.

#### 2- Fattori che sovraccaricano il pendio:

- saturazione del terreno ad opera di piogge intense e/o prolungate;
- aumento dei carichi agenti sulla sommità del pendio;
- aumento delle pressioni neutre a causa dell'incremento del livello piezometrico;
- peso di rilevati stradali, di discariche minerarie e di rifiuti, di edifici, ecc. ;
- peso dell'acqua derivante da perdite di condotte idriche, fognature, canalizzazioni, bacini.
- peso delle nevicate;



3- Fattori che riducono il supporto sotterraneo:

- attività carsica in rocce carbonatiche;
- dissoluzione dei gessi;
- attività mineraria.

4- Fattori che generano aumento delle pressioni laterali:

- rigonfiamento delle argille;
- congelamento dell'acqua in fessure

5- Fattori che esercitano sforzi transitori sul terreno:

- traffico stradale e macchine vibranti;
- esplosioni;
- attività sismica;
- attività vulcanica.

**Fattori che contribuiscono alla diminuzione della resistenza al taglio del materiale**

1- Fattori intrinseci:

- natura dei materiali, moda granulometrica dei terreni costituenti le coltri e percentuali di abbondanza di sedimenti fini;
- classazione dei sedimenti e indice di forma dei granuli;
- giacitura e caratteristiche delle superfici di stratificazione, di scistosità, delle fratture e delle faglie,
- alternanza di strati e terreni a diversa permeabilità e resistenza;
- orientazione e inclinazione del pendio rispetto ai caratteri litostratigrafici e strutturali dei terreni rilevati.

2- Fattori esterni:

- variazioni del contenuto d'acqua e delle pressioni neutre all'interno dei terreni;
- alterazione fisica e chimica dei materiali;
- sollecitazioni transitorie (terremoti, attività vulcanica, esplosioni, macchine vibranti).

**Lo studio di una zona interessata da fenomeni franosi deve essere finalizzata:**

- al riconoscimento e alla delimitazione in atto o potenziali;
- alla definizione dei cinatismi agenti e alla loro possibile evoluzione;
- all'individuazione delle cause predisponenti e scatenanti;

- alla determinazione delle proprietà geotecniche dei materiali coinvolti.

In base alle caratteristiche del modello fisico-evolutivo delle frane così ottenuto è possibile scegliere il metodo di analisi di stabilità più adatto per la stima del fattore di sicurezza.

Infine, scopo ultimo dell'analisi di un fenomeno franoso è la realizzazione del progetto di stabilizzazione dell'area in cui tale dissesto si sviluppa.

La determinazione del modello fisico-evolutivo di una frana non può prescindere dalla raccolta e dall'analisi accurata della documentazione esistente. Devono essere consultate:

- carte topografiche (1:25000, 1:10000, 1:5000);
- carte litologiche, geomorfologiche, geologico-strutturali;
- foto aeree in bianco e nero, a colori, all'infrarosso termico;
- studi sulla sismicità dell'area;
- studi climatici dell'area.

### **3- EVENTI STORICI – FRANE**

Il Comune di Mezzanego è stato interessato in più occasioni da eventi metereologici rilevanti, spesso caratterizzati da intensi afflussi, come ad esempio i 750 mm misurati nel mese di novembre del 2002 (con punte di 150 – 200 mm in 12 ore in data 24/11/2002). Nel passato, anche recentissimo (eventi del 22 ottobre 2013, 24 e 25 dicembre 2013, 6 gennaio 2014 e 16/17 gennaio 2014), fenomeni di dissesto più o meno importante hanno coinvolto l'intera estensione del territorio, con svariate frane distribuite sui versanti, entro rii secondari (causando fenomeni di tipo "Debris Flow"), e che nella maggior parte dei casi hanno dato interferenza con urbanizzazioni e viabilità.

In particolare si ricordano:

- 16/17/18 Aprile 2007: fenomeni di dissesto presso Loc. Porciletto (innesto bivio con S.P. 37);
- 21/22/23 Novembre 2007: dissesti in Località Isola Soprana e Costa del Canale);
- Gennaio 2009: diverse tipologie di instabilità presso le Località di Case Bosi, Porciletto – Mezzanego Alto, Cafferata, Case Bardè, Vignolo alto – Vignolo Piano (Notola), Ponte Giacomo.
- 24/24/26 Dicembre 2009: crolli e fenomeni erosivi presso le Località Gandolfi, Isola di Borgonovo, Corerallo;
- Novembre e Dicembre 2010: dissesti diffusi presso le Località di Bocco e Gandolfi, Piazza, Pezzo di Campo, Case Zatta, Valcarnella, Vignolo Piano – Vignolo Alto.

- Marzo 2013: frane nei settori di monte della viabilità comunale Bocco - Sacchetto, in Località Corerallo, Piazza e in Valcarnella.

In alcuni casi i fenomeni franosi, di varia tipologia ed entità, sono stati reperiti a margine di aree ad alta pericolosità (riportate dalla pianificazione di bacino); molto più spesso, però, eventi di dissesto si sono verificati in corrispondenza di tratti viabili e tombinature sotto strada di rivi e fossi, risultati sottodimensionati o inadeguati rispetto ai deflussi, sia per la rilevante portata, sia per il trasporto di materiale solido coinvolto.

#### **4- AREE SUSCETTIBILI AL DISSESTO**

Per via dei molteplici fattori che concorrono alla genesi di fenomeni di dissesto, l'argomento "rischio idrogeologico e frane" è certamente il più complesso e delicato da affrontare, in quanto, oltre ad avere ripercussioni sulla pubblica e privata incolumità e sulla rete stradale, risulta essere estremamente complesso poter valutare dove e secondo quali meccanismi un fenomeno di franamento si possa innescare, vista anche l'estensione e la fragilità geomorfologica del territorio.

In prima istanza, osservando la frequenza delle frane quiescenti e attive riportate sulla carta della franosità reale del Piano di Bacino – Ambito 16, si rileva come queste risultino essere in numero assai limitato, evidenziando quindi limitati settori di dissesto con significativa estensione.

Quanto detto contrasta tuttavia con la diffusione degli eventi che si sono verificati sull'intero territorio comunale, dimostrando come questo presenti un rischio idrogeologico ben superiore rispetto a quello segnalato dalla cartografia di Piano di Bacino. Si tratta, in ogni caso, di situazioni allo stato attuale delle conoscenze non prevedibili nella generalità dei casi, in quanto, come ha dimostrato la recente alluvione dell'inverno 2013 - 2014, generate da una stretta connessione fra cause predisponenti (tipo e assetto strutturale del litotipo di base, potenza e tipologia di coperture, acclività dei versanti, ecc...) e quelle scatenanti, dovute sia a fattori naturali (in particolare le forti precipitazioni occorse), sia antropici.

Per quanto riguarda i contesti di frana quiescente e attiva, la cartografia allegata indica le situazioni di maggior potenziale criticità, per le quali dovranno essere valutate le priorità e la tipologia di monitoraggio, da effettuare in funzione della loro potenziale pericolosità per la popolazione e per le infrastrutture limitrofe.

## **5- ESONDAZIONI FLUVIALI – GENERALITA'**

Il rischio di inondazione a seguito dello straripamento di corsi d'acqua è funzione delle caratteristiche di precipitazione (durata, intensità). In alcuni casi, la violenza e la rapidità di sviluppo di tali fenomeni possono essere particolarmente pericolosi per l'incolumità delle persone e dei beni.

In Liguria, eccetto che per i reticoli idrografici principali, i tempi di corrivazione dei bacini risultano essere decisamente bassi (anche nell'ordine del quarto d'ora, per i bacini più piccoli) e ciò comporta un'attenzione particolare in fase di prevenzione. Infatti, il tempo di reazione del sistema di protezione civile, per quanto contenuto (se collaudato), non è sufficiente a predisporre quanto dovuto se l'evento è già in corso.

I punti sensibili presso i quali si possano generare fenomeni di esondazione tendono ad essere tendenzialmente ricorrenti, a meno che non siano intervenute cause che hanno modificato l'assetto strutturale del corso d'acqua (apertura dei varchi lungo gli argini naturali o artificiali, sovralluvionamento dell'alveo, ostruzioni, ecc...).

Esondazioni localizzate possono verificarsi lungo i corsi d'acqua in corrispondenza di nodi critici quali: attraversamenti (ponti, tombinature, passaggi a guado), argini interrotti, ecc...

Le intersezioni tra corso d'acqua e sedi infrastrutturali sono punti vulnerabili: talvolta infatti le tombinature possono non essere adeguate o parzialmente ostruite, comportando, di fatto, una limitazione della sezione di deflusso. In queste circostanze le acque di piena possono sormontare la sovrastruttura e riversarsi nelle aree limitrofe; l'estensione dell'esondazione è funzione della morfologia dei luoghi (alveo più o meno incassato, pendenza più o meno accentuata) e della durata e intensità delle precipitazioni.

Se le condizioni strutturali non possono essere migliorate in tempi rapidi, è consigliabile presidiare il nodo critico in posizione di sicurezza, con l'ausilio di volontari adeguatamente istruiti e/o pattuglie di forze dell'ordine; al riguardo è importante che vengano predisposti "presidi di osservazione" a monte del nodo critico affinché si possa rilevare per tempo lo stato del corso d'acqua e l'evoluzione dell'evento di piena.

## **6- EVENTI STORICI – ALLUVIONI**

Il Comune di Mezzanego è stato interessato in alcune occasioni da eventi alluvionali che hanno coinvolto alcune porzioni del fondovalle: si tratta di eventi molto sporadici che hanno interessato alcune località già note ed identificate dalla cartografia di Piano di Bacino – Ambito 16. In

particolare, se si verificasse un evento alluvionale con  $Tr = 50$  le zone potenzialmente inondabili risultano essere: Località Borgonovo, Località Isola Borgonovo, Località Vignolo Piano, Località Costa del Canale e Località Conceria.

In tempi recenti il Torrente Sturla ha dato luogo a fenomeni di esondazione nella zona più bassa del territorio comunale, in Località Costa del Canale (negli anni 2007 e 2010).

Eventi di alluvionamento sono occorsi però molto più frequentemente non ad opera del Torrente Sturla, bensì per l'esondazione di reticoli secondari, che, conseguentemente ad ingenti afflussi verificatisi con frequenza talvolta inferiore alla quinquennale, hanno coinvolto diverse aree del territorio, spesso insediato (Località Campovecchio, Vignolo Piano).

## **7- AREE INONDABILI E STRUTTURE A MAGGIOR RISCHIO**

Rimandando per un maggiore dettaglio alla cartografia tematica allegata al Piano di Emergenza, da una semplice valutazione visiva degli estratti da Piano di Bacino – Ambito 16 riportati si può constatare come piccole porzioni di fondovalle del Torrente Sturla siano a rischio di inondazione per piene con tempi di ritorno cinquantennali (*Fascia A*) e duecentennali (*Fascia B*).

Le aree a rilevante rischio di esondazione risultano collocate presso la porzione Sud-Occidentale del territorio comunale, presso il confine con il comune di Carasco (zona Costa del Canale), per poi interessare ridotte zone delle Località di Isola di Vignolo e di Borgonovo Ligure.

In generale, comunque, le *fasce A e B* seguono in maniera sub-parallela l'andamento del Torrente Sturla, divagando molto limitatamente rispetto ad esso, ciò in funzione del fatto che la Valle Sturla nella zona di Mezzanego risulta alquanto incassata, con limitate zone di piana alluvionale; le superfici mediamente pianeggianti che si trovano ai piedi dei versanti risultano essere morfologicamente dei terrazzi fluviali.