

REPUBBLICA ITALIANA

BOLLETTINO UFFICIALE

DELLA

REGIONE LOMBARDIA

MILANO - VENERDÌ, 30 NOVEMBRE 2001

3° SUPPLEMENTO STRAORDINARIO AL N. 48

S O M M A R I O

DELIBERAZIONE GIUNTA REGIONALE 29 OTTOBRE 2001 - N. 7/6645 [5.3.1]
Approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della l.r. 41/97 2

[BUR2001031]

[5.3.1]

D.G.R. 29 OTTOBRE 2001 - N. 7/6645

Approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della l.r. 41/97

LA GIUNTA REGIONALE

Vista la l.r. 24 novembre 1997, n. 41 «Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti» che prevede che, ai fini della prevenzione, del rischio geologico, idrogeologico e sismico, i comuni provvedono a verificare la compatibilità tra le previsioni urbanistiche e le condizioni geologiche dei territori interessati, e che, a tali fini, debbano dotarsi di apposito studio geologico, secondo quanto disposto dall'art. 2 della stessa legge;

Rilevato che all'art. 3 della l.r. n. 41/97 dispone che la Giunta regionale, sentita la competente commissione consiliare, provvede ad adottare, entro sessanta giorni dall'entrata in vigore della legge stessa, apposite direttive per la redazione dello studio geologico di cui all'art. 2 della legge, tenendo conto di quanto ivi previsto;

Vista la d.g.r. n. 6/37918 del 6 agosto 1998 di approvazione del documento di «Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica della pianificazione comunale, secondo quanto disposto dall'art. 3 della legge regionale 24 novembre 1997, n. 41»;

Visto il decreto del Direttore Generale della Direzione Territorio ed Edilizia Residenziale n. 10571 del 27 aprile 2000 istitutivo di un gruppo di lavoro per la stesura di nuove direttive in attuazione della l.r. 41/97;

Rilevato che è Obiettivo Specifico del Programma Regionale di Sviluppo della VII Legislatura della Regione Lombardia la: «Definizione delle componenti idrogeologiche del territorio necessarie per la redazione degli strumenti di pianificazione territoriale» (Obiettivo n. 10.3.2);

Rilevato altresì che costituisce obiettivo gestionale n. 10.3.2.2 del documento di programmazione economico finanziaria regionale 2001-2003: «Creare una omogeneità di approccio ed una rigorosità tecnico-scientifica nello studio a supporto dei piani regolatori comunali» di cui è risultato atto al 2001 la: «Stesura ed approvazione delle direttive in attuazione della l.r. 41/97 per lo studio geologico a supporto dei PRG»;

Vista la proposta di direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della l.r. 41/97 formulata dal gruppo di lavoro di cui sopra e costituita dal testo della direttiva e da n. 15 allegati;

Visto il parere favorevole n. 170 del 24 ottobre 2001 della competente commissione consiliare;

Vagliate e assunte come proprie le predette considerazioni;
A voti unanimi, espressi nelle forme di legge

DELIBERA

1. di approvare, ai sensi dell'art. 3 della legge regionale 24 novembre 1997, n. 41, il documento «Direttive in attuazione dell'art. 3 della l.r. 41/97 per lo studio geologico a supporto dei PRG», costituito dagli elaborati richiamati in premessa e di cui agli allegati: A, 1, 2, 2-bis, 3, 4, 5, 5.1, 5.2, 5.3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, che formano parte integrante della presente deliberazione;

2. di disporre la pubblicazione della presente deliberazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia.

Il segretario: Sala

— • —

Regione Lombardia

Direzione Generale Territorio e Urbanistica

L.R. 41/97 «PREVENZIONE DEL RISCHIO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO MEDIANTE STRUMENTI URBANISTICI GENERALI E LORO VARIANTI»**Direttive regionali in attuazione dell'art. 3 per lo studio geologico a supporto dei P.R.G.****Struttura Geologia per la Pianificazione**

Omissis

ALLEGATO A

INDICE**Premessa****PARTE 1 - ASPETTI GENERALI****1.1 Ambiti di applicazione****1.2 Aspetti metodologici****1.3 Contenuti della relazione geologica generale**

1.3.1 Ricerca storica e sintesi bibliografica

1.3.2 Stato del territorio

1.3.3 Individuazione delle condizioni di pericolosità

1.3.4 Descrizione delle classi di fattibilità e norme geologiche di attuazione

PARTE 2 - FASE DI ANALISI**2.1 Documentazione di analisi generale**

2.1.1 Carta di inquadramento

2.1.2 Carta di inquadramento di dettaglio

2.1.3 Definizione della pericolosità per i siti a maggior rischio - Ambiti di applicazione

2.2 Particolari norme per i comuni classificati in zona sismica**PARTE 3 - FASE DI SINTESI E PROPOSTE****3.1 Carta dei vincoli esistenti****3.2 Cartografia di Sintesi**

3.2.1 Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

3.2.2 Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

3.2.3 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

3.2.4 Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

3.2.5 Interventi in aree di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale

3.3 Carta di fattibilità e delle azioni di piano**PARTE 4 - RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA****PARTE 5 - REVISIONE DELLO STUDIO****PARTE 6 - PROCEDURE DI COORDINAMENTO DELL'ATTIVITÀ ISTRUTTORIA****Allegati**

Allegato 1	Elenco documentazione da consultare
Allegato 2	Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana
Allegato 2-bis	Approfondimenti per lo studio delle valanghe
Allegato 3	Criteri di compatibilità idraulica e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico
Allegato 4	Indicazioni per la stesura della relazione idrologica
Allegato 5	Scheda per il censimento delle frane
Allegato 5.1	Scheda crolli
Allegato 5.2	Scheda per la descrizione di ammassi rocciosi in rocce resistenti
Allegato 5.3	Scheda colate
Allegato 6	Scheda conoidi
Allegato 7	Scheda per il censimento delle esondazioni storiche
Allegato 8	Scheda per il censimento dei pozzi
Allegato 9	Scheda per il censimento delle sorgenti
Allegato 10	Legenda carte di inquadramento e dettaglio
Allegato 11	Valori dei coefficienti di restituzione e di rotolamento da letteratura

DIRETTIVA IN ATTUAZIONE DELLA L.R. 41/97**Premessa**

Il susseguirsi di eventi calamitosi che hanno colpito la nostra Regione negli ultimi decenni e gli ingenti costi sostenuti dalla collettività hanno reso improrogabile una prevenzione dei rischi idrogeologici attraverso una pianificazione territoriale che verifichi la compatibilità degli interventi urbanistici con l'assetto geologico, idrogeologico e le condizioni di sismicità del territorio. Un contributo primario in tale verifica di compatibilità viene fornito mediante l'attuazione della l.r. 41/97.

Le deliberazioni n. 5/36147 del 18 maggio 1993 e n. 6/37918 del 6 agosto 1998 hanno costituito sino ad ora gli indirizzi tecnici per gli studi geologici a supporto dei Piani Regolatori Generali dei comuni. L'esperienza maturata in questi anni nelle istruttorie degli strumenti urbanistici, il progressivo incremento nelle conoscenze geologiche del territorio lombardo da parte delle strutture tecniche regionali e lo sviluppo metodologico nel campo della prevenzione dei rischi idrogeologici hanno permesso di migliorare l'approccio ai problemi connessi alla mitigazione dei rischi ed alla prevenzione attraverso la pianificazione.

Di pari passo, a livello nazionale, lo sviluppo dei piani di bacino previsti dalla legge 183/89 e la legge 267/98, inducono progressivamente a valorizzare il ruolo della pianificazione locale come strumento di base di ogni pianificazione sovraordinata. Non ultimo le deleghe previste dal d.lgs. n. 112 del 31 marzo 1998 e dalla l.r. 1/2000 spostano progressivamente le istruttorie dei P.R.G. a livello locale mediante verifiche di compatibilità fra questi ultimi ed i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali.

In questo quadro generale si rende necessario un approccio rigoroso dal punto di vista tecnico-scientifico e applicativo nell'analizzare lo stato del territorio, prima di esprimere un parere di compatibilità con le previsioni d'uso dello stesso. La presente direttiva d'attuazione della l.r. 41/97 vuole determinare un innalzamento del livello qualitativo degli studi ed al contempo garantire una omogeneità di analisi sul territorio limitando i margini di soggettività e valorizzando i dati conoscitivi esistenti.

PARTE 1 - ASPETTI GENERALI**1.1 Ambiti di applicazione**

Ai sensi dell'art. 2 della l.r. 41/97 i comuni, in sede di redazione degli strumenti urbanistici comunali generali, e relative varianti disciplinate dalla presente direttiva come previsto dall'art. 3, devono dotarsi di studio geologico.

Lo studio geologico dovrà essere realizzato in conformità alla presente direttiva.

Essa sostituisce la precedente deliberazione n. 6/37918 del 6 agosto 1998 ed integra la n. 6/40996 del 15 gennaio 1999.

Si specifica che gli studi indicati nel presente documento non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini geognostiche di maggior dettaglio prescritte dal d.m. 11 marzo 1988 e successiva c.m. n. 30483 del 24 settembre 1988 per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva.

Dovranno essere dotate di studio geologico le seguenti varianti parziali:

a) le varianti agli strumenti urbanistici privi di studio geologico redatto ai sensi della l.r. 41/97, o con studio non ritenuto ad essa conforme;

b) le varianti agli strumenti urbanistici corredate da studio geologico redatto ai sensi della l.r. 41/97, e ritenuto ad essa conforme, ma che non forniscono indicazioni sulla classe di fattibilità nell'ambito oggetto di variante;

c) le varianti interessanti ambiti che hanno subito modifiche dell'assetto geomorfologico a causa di eventi naturali e/o loro effetti indotti (anche connessi a episodi sismici) nonché di interventi di mitigazione del rischio idrogeologico e sismico attuati successivamente alla redazione dello studio geologico;

d) varianti determinate dal procedimento di sportello unico comportanti varianti allo strumento urbanistico ex d.P.R. n. 447/98 e n. 440/2000 qualora riferite ad ambiti non oggetto di studi redatti ai sensi della l.r. 41/97 e approvati dalla Regione Lombardia;

e) varianti determinate da procedure comportanti l'applicazione della l.r. 9/99 qualora riferite ad ambiti non oggetto di studi redatti ai sensi della l.r. 41/97 e approvati dalla Regione Lombardia;

f) varianti determinate da Accordi di Programma, qualora riferite ad ambiti non oggetto di studi redatti ai sensi della l.r. 41/97 e approvati dalla Regione Lombardia;

Non sarà necessario redigere un apposito studio geologico ai sensi della presente direttiva nei casi di seguito elencati dalla lettera g) alla lettera m).

Nei seguenti casi, in luogo dello studio geologico, potrà essere presentata una dichiarazione firmata da un Geologo che attesti la non necessità di uno studio geologico:

g) varianti che non implicino nuove previsioni di espansione (residenziali, produttive o terziarie);

h) varianti che non comportino nuove previsioni di completamento dell'edificato esistente, tranne il caso in cui ricadano, anche parzialmente, in «vincolo» o in aree soggette a fenomeni comportanti rischio idrogeologico, così come definito dalla presente direttiva;

i) varianti che non prevedano modifiche delle destinazioni funzionali (residenziali, produttive o terziarie) di zone di espansione già previste negli strumenti generali e non ancora edificate, sempre che il PRG sia dotato di studio geologico che abbia già accertato la compatibilità dell'intervento;

l) varianti che comportino modifiche delle destinazioni funzionali configurabili come interventi di ristrutturazione urbanistica, art. 31, lett. e) l. 457/1978, sul patrimonio esistente, tranne il caso in cui ricadano anche parzialmente in «vincolo» o in aree soggette a fenomeni comportanti rischio idrogeologico o necessitanti interventi di bonifica;

m) varianti che contengano nuove previsioni di opere pubbliche o d'interesse pubblico, impianti tecnologici, strade (includere modifiche di tracciato) tranne il caso in cui ricadano anche parzialmente in «vincolo» o in aree soggette a fenomeni comportanti rischio idrogeologico.

Per *vincolo* si deve intendere:

- Vincoli ai sensi della l. 183/89 (sia di Piano che derivanti da provvedimenti dell'Autorità di Bacino - Perimetrazioni l. 267/98);
- Vincoli di polizia idraulica;
- Zone di inedificabilità assoluta e temporanea ex l. 102/90;
- Aree di salvaguardia delle opere di captazione ad uso idropotabile ex d.lgs. 258/2000;
- Altri vincoli di settore apposti localmente con provvedimenti legislativi.

Gli specifici riferimenti normativi dei vincoli sopra elencati sono riportati al p.to 3.1 della presente direttiva.

1.2 Aspetti metodologici

La metodologia proposta si fonda sulle successive fasi di lavoro: sintesi bibliografica compilativa, approfondimento/integrazione, valutazioni e proposte.

a) La sintesi bibliografica e compilativa si basa sulla raccolta della documentazione esistente per la predisposizione della cartografia di analisi. I dati raccolti, provenienti da documentazione prodotta dalle strutture tecniche regionali o ivi disponibile, come indicato in Allegato 1, finalizzati alla prevenzione del rischio idrogeologico, costituiranno documento di riferimento obbligatorio per le successive elaborazioni. Una valutazione anche parzialmente difforme di tali dati dovrà essere controdedotta puntualmente dal professionista estensore dello studio sul merito tecnico, con piena assunzione di responsabilità da parte del medesimo.

b) La fase di approfondimento/integrazione, a partire dalla documentazione di cui alla fase precedente, costituisce il valore aggiunto operato dal professionista. Nella presente direttiva (parte 2) sono indicati i contenuti richiesti per tali approfondimenti e le specifiche da seguire per analisi di maggior dettaglio sulle aree a maggior rischio (Definizione della pericolosità per i siti a maggior rischio cfr. Allegati 2, 2 bis e 3) e i casi in cui gli stessi devono essere applicati.

c) La fase di valutazione e proposta finale sarà definita tramite le carte di sintesi e di fattibilità geologica delle azioni di piano, che proporranno rispettivamente una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologica, idrogeologica e del rischio sismico presenti e una classificazione d'uso dello stesso. Tale fase prevede modalità definite finalizzate a garantire una omogeneità delle valutazioni tecniche che portano ad una limitazione d'uso del territorio e pari-

menti a contenere i margini di soggettività nelle valutazioni di merito tecnico.

1.3 Contenuti della relazione geologica generale

La relazione geologica generale dovrà illustrare gli aspetti qui di seguito sintetizzati che concorrono alla definizione dell'assetto idrogeologico del territorio.

1.3.1 Ricerca storica e sintesi bibliografica

La ricerca storica sarà finalizzata ad acquisire una conoscenza il più approfondita possibile del territorio in esame con particolare riferimento a fenomeni di dissesto pregressi e ad alterazioni dello stato del territorio connesse direttamente o indirettamente all'attività antropica ancorché non più riconoscibili. In particolare le notizie relative a fenomeni di esondazione possono risultare particolarmente utili per la taratura dei modelli idrologico-idraulici utilizzati per eventuali approfondimenti. È opportuno che si consulti il maggior numero di archivi disponibili (archivi Comunali, di Comunità Montane, Province, Parchi regionali o intercomunali, archivi di Aziende Pubbliche, ecc.).

Tutta la documentazione disponibile presso le strutture tecniche regionali centrali e periferiche servirà ad inquadrare il territorio in esame e fornirà elementi a supporto delle successive elaborazioni. Gli Enti dovranno fornire agli incaricati, su richiesta dell'Amministrazione procedente attestante l'incarico in corso, tutti i dati disponibili. Le informazioni desunte dalla ricerca storica andranno opportunamente sintetizzate in questo capitolo (anche utilizzando le apposite schede riportate negli Allegati 5 – Scheda per il censimento delle frane, 6 – Scheda conoidi e 7 – Scheda esondazioni storiche) o nel capitolo relativo allo stato del territorio e rappresentate nella cartografia di analisi.

Tutte le fonti bibliografiche utilizzate andranno citate; l'eventuale evoluzione della toponomastica rispetto alla documentazione storica andrà segnalata e si dovranno privilegiare i toponimi più recenti.

1.3.2 Stato del territorio

In questo punto andranno illustrati tutti gli elementi qui di seguito sintetizzati costituenti la fase di analisi come descritta nella Parte 2.

a) Elementi geologici, geotecnici e strutturali

Andranno descritti e approfonditi la litologia e le facies delle unità rilevate nell'area in esame, con particolare riguardo alle peculiarità locali. Anche per i depositi quaternari si specificheranno, per le diverse categorie evidenziate, i caratteri testurali, le classi granulometriche, il grado di cementazione, l'alterazione, fornendo al contempo indicazioni sulle principali caratteristiche geotecniche dei terreni desunte da dati esistenti. Si dovrà fornire una descrizione dell'assetto strutturale dell'area esaminata, rammentando che i principali lineamenti strutturali sono spesso mascherati da coltri anche estese di depositi quaternari, e solo l'accurato rilevamento del fabbricesostrutturale (per il basamento cristallino) o di una litostratigrafia di dettaglio (per le successioni sedimentarie) consente in genere di dimostrarne la presenza. Dovranno essere allegate alcune sezioni stratigrafiche di dettaglio significative, o in alternativa uno schema dei rapporti stratigrafici, sia per le successioni sedimentarie che per i depositi quaternari.

Tutti i dati derivanti da osservazioni dirette (stratigrafie di pozzi e di scavi di vario tipo) andranno riportati, sintetizzandoli dove possibile, nelle apposite schede (Allegato 8 – Scheda per il censimento dei pozzi, Allegato 9 – Scheda per il censimento delle sorgenti).

b) Elementi di dinamica geomorfologica

Per quanto concerne gli elementi geomorfologici, andranno accuratamente descritti le forme e i processi rilevati, come dettagliato ai punti 2.1.1 e 2.1.2, ponendo particolare cura nella definizione di quelli attivi. In questo paragrafo potranno essere descritti e meglio definiti tutti i processi rappresentati nella documentazione cartografica e nelle schede frane e schede conoidi. Dovranno essere altresì contenute le motivazioni che hanno portato ad una classificazione dei fenomeni negli stati di «quiescente» e «stabilizzato».

c) Elementi meteo-climatici, idrografici e idrogeologici

Andranno riportate le informazioni specifiche relative agli aspetti meteo-climatici e nivologici, quali ad esempio: regime delle precipitazioni, eventi pluviometrici intensi ed estremi, temperature, regime degli afflussi e deflussi ecc., relativi all'a-

rea in esame utilizzando i dati pluviometrici delle stazioni situate in un adeguato intorno dell'area esaminata.

Sono da descrivere per i corsi d'acqua naturali e artificiali: i fenomeni di erosione e di trasporto solido e le zone degradate da depositi di materiale vario, tutte le situazioni critiche dovute al degrado o inadeguatezza delle opere di difesa idraulica esistenti, nonché le limitazioni al regolare deflusso idraulico, sia naturali sia di origine antropica (strette naturali, ponti, passerelle, traverse di derivazione, intubamenti e manufatti vari). Dovranno inoltre essere segnalati i casi di evidente necessità di manutenzione, ordinaria e/o straordinaria.

Andrà descritto l'assetto idrogeologico dell'area; si dovranno riportare le serie storiche disponibili (di pozzi a stratigrafia nota) relativamente alla falda libera, evidenziando le minime soggiacenze (ed i periodi di riferimento), dovranno inoltre essere definite le caratteristiche di vulnerabilità almeno per gli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile. Dovranno essere sottolineati tutti i problemi presenti nell'area in esame dovuti a ristagni e difficoltà di drenaggio, nonché segnalate le emergenze naturali e artificiali della falda. Andranno indicate le aree di alimentazione delle falde anche se al di fuori dell'area in esame. Dove già accertato, andranno individuate le potenziali aree di futuro sfruttamento della falda, al fine di sottoporle ad adeguata tutela.

Per tutti i pozzi e le sorgenti censiti si dovranno compilare ed allegare le relative schede, riportate negli Allegati nn. 8 e 9.

Potranno inoltre qui essere descritti dettagliatamente tutti gli elementi non facilmente rappresentabili nella cartografia di analisi.

1.3.3 Individuazione delle condizioni di pericolosità

Devono essere descritti ed analizzati gli ambiti di pericolosità omogenea come individuati cartograficamente nella carta di sintesi sulla base delle indicazioni contenute al punto 3.2 della Parte 3 (Cartografia di sintesi). In particolare devono essere esemplificati i passaggi analitici che hanno portato alla delimitazione dei poligoni della carta di sintesi.

Descrizione dei dissesti

Andranno descritti accuratamente i principali dissesti attivi, derivati da frane, valanghe, trasporto di massa o esondazioni, valutando il ripetersi del fenomeno stesso sulla base dei dati storici raccolti utilizzando le apposite schede riportate negli Allegati 5, 6 e 7.

Descrizione degli interventi

Dovranno essere descritti gli interventi eseguiti per la mitigazione del rischio con una valutazione sullo stato di conservazione degli interventi stessi ed una valutazione, seppur in chiave prevalentemente qualitativa, circa la capacità di attenuazione della pericolosità.

1.3.4 Descrizione delle classi di fattibilità e norme geologiche di attuazione

Questo paragrafo dovrà essere formulato in modo tale da poter essere riportato integralmente o parzialmente nelle Norme Tecniche di Attuazione dello Strumento Urbanistico a supporto del quale lo studio geologico è stato realizzato.

Dalla valutazione complessiva degli elementi contenuti nella cartografia di sintesi, utilizzando il metodo standardizzato proposto in Tabella 1 (parte 3 – punto 3.3), andranno attribuite le classi di fattibilità. Dovrà essere inoltre descritto il processo diagnostico che ha condotto il professionista all'eventuale declassamento di determinate aree rispetto alle classi di ingresso indicate.

Per ciascuna delle classi di fattibilità (o per ambiti omogenei – sottoclassi) devono essere fornite precise indicazioni in merito alle indagini di approfondimento ed alla loro estensione da effettuarsi prima degli eventuali interventi urbanistici, con specifico riferimento alla tipologia del fenomeno che ha determinato l'assegnazione della classe di fattibilità, le opere di mitigazione del rischio da realizzarsi, le prescrizioni per le tipologie costruttive riferite agli ambiti di pericolosità omogenea.

PARTE 2 – FASE DI ANALISI

2.1 Documentazione di analisi generale

La documentazione di analisi è costituita dalla carta di inquadramento.

La carta andrà costruita sulla base delle informazioni esistenti, relative agli aspetti geologici, strutturali, sismici, geo-

morfologici, pedologici, idrogeologici, idrografici ed ambientali, integrate da verifiche e aggiornamenti basati su rilievi di campagna. I dati andranno inoltre completati con le conoscenze derivate da una accurata ricerca storica sugli eventi idrogeologici pregressi. I dati da utilizzare per la redazione della carta non possono non comprendere gli studi esistenti riportati nell'Allegato n. 1, (punti 1 e 2) il riferimento ai quali dovrà essere esplicito.

Gli elementi da rappresentare nella cartografia di inquadramento sono indicati in seguito; potrà essere compilata un'unica carta oppure, nel caso il numero degli elementi da rappresentare sia tale da comprometterne la leggibilità, è possibile suddividere la stessa in più carte tematiche.

La base topografica da utilizzare per la carta di inquadramento è la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, con definizioni di dettaglio a scala 1:5.000 per:

- aree edificate, aree con infrastrutture di rilevanza strategica e aree di possibile espansione edilizia, comprendendo un intorno adeguato;

- aree in cui sono emerse situazioni particolarmente critiche dal punto di vista idrogeologico o di difficile rappresentazione alla scala 1:10.000, che necessitano quindi di un maggior approfondimento e dettaglio.

Gli elaborati cartografici di inquadramento dovranno essere estesi a tutto il territorio comunale nel caso di piani regolatori o varianti generali o a porzioni più limitate nel caso di varianti parziali includendo comunque un intorno significativo tale da comprendere anche aree in cui si possano verificare fenomeni che interferiscano con l'area in esame. In particolare saranno da esaminare accuratamente gli eventuali fenomeni indotti, presenti al di fuori del territorio oggetto di studio, ma che potrebbero creare dissesti nell'area esaminata.

2.1.1 Carta di inquadramento

La carta, in scala 1:10.000, ha lo scopo di inquadrare il territorio dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e strutturale nell'area comunale e in un intorno significativo come precedentemente definito. Sulle carte andranno riportati gli elementi di seguito elencati.

a) Elementi litologici, geotecnici e pedologici

Per la rappresentazione dei litotipi sedimentari, delle successioni vulcaniche e dei depositi superficiali si raccomanda di ricorrere ad unità litostratigrafiche o allostratigrafiche, possibilmente di alto rango (gruppi o allogruppi), ricavate da carte ufficiali pubblicate e/o dalla letteratura scientifica. Per la rappresentazione delle rocce metamorfiche, plutoniche e filoniane è da preferire, invece, un'indicazione puramente litologica.

Ogni singola unità, sia essa litostratigrafica, allostratigrafica o litologica, deve essere cartografata con colore differente. Distinzioni all'interno delle unità sono opportune solo se vi siano locali variazioni significative di facies. In legenda, per ogni unità dovranno essere brevemente descritte: litologia, facies, caratteri peculiari evidenziati nell'area esaminata ed età.

Nelle zone in cui vi sono affioramenti del substrato roccioso andranno segnalate le fasce cataclastiche e milonitiche e quelle con elevato grado di alterazione.

Nelle zone di pianura, laddove prevalgono i depositi sciolti, andranno approfonditi gli aspetti più specificamente geotecnici (in particolare andranno evidenziati i terreni che presentano scadenti caratteristiche geotecniche) e geopedologici. A questo riguardo è opportuno riferirsi alla cartografia pedologica prodotta dall'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo Lombardo (ERSAL) dalla quale possono essere dedotte utili informazioni, in particolare relativamente al substrato pedologico. Nei comuni ove l'agricoltura assume una importanza fondamentale nella pianificazione del territorio, si potranno approfondire gli aspetti geopedologici secondo quanto indicato dal «CNR guida alla descrizione del suolo» per quanto riguarda le proprietà.

b) Elementi strutturali

Nella carta vanno riportati i principali elementi strutturali, quali fratture, faglie, sovrascorimenti, tracce di superfici assiali di pieghe e giaciture dei vari tipi di fabric planare delle rocce (stratificazione, clivaggio, banding magmatico), secondo le apposite simbologie riportate nella legenda, nonché trincee e contropendenze di origine gravitativa.

c) Elementi geomorfologici

Sono da riportare analiticamente le forme di erosione ed i depositi presenti, interpretandone la genesi in funzione dei

processi geomorfologici attuali e passati, stabilendone inoltre la sequenza cronologica e valutandone lo stato di attività.

Nella legenda riportata in Allegato 10 sono indicati gli elementi da riportare in carta; eventuali altri elementi geomorfologici potranno essere indicati usando la simbologia pubblicata con d.g.r. 6/40996 del 15 gennaio 1999 (tratta da Pellegrini G.B. *et al.* (1993): «Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo». Geografia fisica e dinamica quaternaria).

Per le forme e i processi geomorfologici, sia legati alla dinamica di versante sia alla dinamica fluviale, vengono previsti tre stati di attività (Cruden & Varnes, 1994):

- Attivo, che presenti uno o più sintomi di attività;
- Quiescente, se può essere riattivato dalle sue cause originarie;
- Stabilizzato, che non è più influenzato dalle sue cause originarie o che è stato protetto dalle sue cause originarie da misure di stabilizzazione.

Le varie forme e processi sono codificati con simboli grafici e colori attualmente riconosciuti ed usati a livello internazionale.

Nelle aree montane, particolare cura dovrà essere posta nel rilevamento dei fenomeni franosi reali o potenziali. Dovranno altresì essere evidenziati i versanti che presentano pendenze superiori a 20° dove siano presenti coperture di significativa potenza e versanti con pendenze superiori a 35° se in roccia. Per ogni frana andrà possibilmente evidenziata la zona di distacco, la zona di scorrimento (visibile o ipotizzata) e la zona di accumulo (se presente). Ad ogni singola frana andrà assegnato in carta un codice alfanumerico che indicherà il numero progressivo della frana, la tipologia di movimento e il tipo di materiale (prima del movimento), come da legenda.

Soprattutto per i movimenti franosi più importanti ed in prossimità di strutture o infrastrutture, dovrà essere compilata la scheda tecnica per il censimento dei movimenti franosi riportata nel presente documento (Allegato 5); il numero di riferimento della scheda dovrà essere lo stesso numero progressivo utilizzato nel codice alfanumerico. Le schede così compilate, andranno allegate alla relazione geologica e copia dovrà essere inviata alle competenti Strutture della Regione Lombardia.

Per i territori collinari la documentazione cartografica avrà contenuti analoghi a quelli per le aree montane o di pianura, al fine di rappresentare il più efficacemente possibile la situazione geologica e geologico-tecnica del territorio in esame.

Per la zona collinare dell'Oltrepò pavese, andranno attentamente analizzati: i dati morfometrici, l'esposizione del versante, la litologia, la presenza di calanchi e l'uso del suolo.

Nelle zone di pianura particolare cura dovrà essere posta nella rappresentazione delle forme di erosione e di accumulo fluviale, lacustre ed eolico, interpretandone la genesi in funzione dei processi geomorfologici attuali e passati, stabilendone inoltre la sequenza cronologica e valutandone lo stato di attività secondo i tre stati attivo, quiescente e stabilizzato già elencati. Soprattutto, ma non esclusivamente, nelle aree di pianura si dovrà porre particolare cura nella rappresentazione, accurata ed aggiornata, delle forme legate all'attività antropica (cave, discariche, rilevati, trincee, ecc.).

Dove presenti, potranno essere evidenziati gli ambiti di particolare interesse geomorfologico e i beni geologici per i quali è opportuno prevedere limitazioni d'uso atte a preservare e valorizzare i peculiari valori scientifico, naturalistico, educativo. Gli ambiti da evidenziare possono essere, a titolo di esempio: sezioni stratigrafiche di interesse scientifico e divulgativo, sezioni con particolari strutture sedimentarie, tettoniche o metamorfiche, depositi minerali rari, forme che segnano la storia morfoevolutiva di una certa area o che rivestono particolare importanza naturalistica quali grotte e fenomeni carsici superficiali, sorgenti significative per il chimismo delle acque, teste di fontane, particolari depositi fossiliferi ecc.

d) Elementi idrografici e idrogeologici

La carta dovrà contenere indicazioni circa il sistema idrografico, idraulico ed idrogeologico.

Relativamente agli aspetti *idrografici*, sulla carta andranno riportati il reticolo idrografico principale e quello minore, individuati ai sensi della l. 1/2000 e successive modificazioni; si evidenzieranno le relative porzioni di bacino idrografico; si riporterà l'ubicazione delle eventuali stazioni di rilevamento idrometrico e quelle di controllo meteo-climatico o qualitativo esistenti.

Potranno essere riportati in cartografia gli alveotipi, classificati secondo i modelli presenti in letteratura e, ove possibile, le aree di divagazione dei corsi d'acqua principali su base geomorfologica. Andranno segnalate le aree di esondazione dei corsi d'acqua principali, anche sulla base di ricerche ed analisi storiche di eventi di esondazione, facendo riferimento, quando esistenti, agli studi di cui all'allegato 1 e ad informazioni provenienti da altri enti.

Relativamente agli aspetti *idrogeologici* si riporteranno i seguenti elementi:

- una classificazione dei terreni e delle rocce secondo intervalli di permeabilità, avente come estensione almeno quella relativa alle aree di alimentazione dei punti di captazione o, quando possibile, secondo classi di vulnerabilità. Le valutazioni della vulnerabilità potranno essere condotte utilizzando i metodi suggeriti dal d.lgs. 258/2000 - Parte BIII - Allegato 7 «Aspetti generali per la cartografia delle aree ove le acque sotterranee sono potenzialmente vulnerabili»; per le aree montane la classificazione potrà essere riferita alle sole aree di alimentazione.

- l'ubicazione di tutti i pozzi idrici, pubblici e privati, delle sorgenti, captate e non e delle risorgive contraddistinti da un codice univoco. Tutte le informazioni disponibili relativamente ai pozzi e alle sorgenti andranno sintetizzate nelle apposite schede (Allegati 8 e 9). Tutte le stratigrafie (comprensive di schema di completamento) dei pozzi disponibili, in particolare quelle dei pozzi utilizzati per la piezometria di cui al punto successivo, andranno allegate alla relazione;

- per le aree di fondovalle e pianura, quando possibile, andrà allegata una piezometria chiaramente datata relativa agli acquiferi maggiormente significativi e/o più vulnerabili, riportante le direzioni di flusso prevalenti e i principali assi drenanti;

- le aree di salvaguardia (zona di tutela assoluta, zona di rispetto, zona di protezione) delle opere di captazione dei pozzi e delle sorgenti, delimitate utilizzando i criteri temporale o idrogeologico, qualora vadano ad interferire con l'edificato esistente o previsto, o in subordine, utilizzando il criterio geometrico nei restanti casi, come indicato nella deliberazione di Giunta Regionale n. 6/15137 dell'1 agosto 1996 e richiamato dalle disposizioni contenute nel d.lgs. 152/99 e successive modifiche e integrazioni (d.lgs. 258/00). Andranno anche rappresentate le porzioni di aree di rispetto relative ai pozzi e alle sorgenti dei comuni limitrofi, qualora ricadano all'interno del territorio del comune in esame (per queste ultime, si potrà usare il criterio geometrico in assenza di altre delimitazioni proposte dai comuni interessati). Uno stralcio dello studio relativo alle nuove perimetrazioni andrà inviato anche alle competenti strutture per il procedimento istruttorio e l'atto autorizzativo così come definito nella citata d.g.r. 6/15137 dell'1 agosto 1996;

- gli allineamenti di sorgenti, gli impluvi, le zone di ristagno o di concentrazione d'acqua, etc.

A corredo della carta andrà ricostruita almeno una sezione rappresentativa dell'assetto idrogeologico del territorio.

e) Opere di difesa ed elementi antropici

Andranno riportate sulla carta le diverse opere di difesa attive e passive, le opere di regimazione e difesa idraulica, le opere di derivazione e attraversamento di corsi d'acqua e l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio (di fenomeni franosi, di aree contaminate ecc.). Si dovranno evidenziare le situazioni critiche dovute al degrado o inadeguatezza delle opere di difesa idraulica esistenti, nonché le limitazioni al regolare deflusso idraulico, sia naturale, che di origine antropica (strette naturali, ponti, passerelle, traverse di derivazione, intubamenti e manufatti vari). Le eventuali necessità di manutenzione ordinarie e/o straordinarie saranno specificate nella relazione.

Inoltre andranno riportati i diversi elementi antropici, quali: attività estrattive (anche in sotterraneo), discariche, allevamenti, aree di spandimento di erbicidi, pesticidi e fertilizzanti, scarichi incontrollati, reti di collettori fognari civili e industriali e impianti di depurazione, ubicazioni degli scarichi in acque superficiali.

2.1.2 Carta di inquadramento di dettaglio

Per la carta di inquadramento di dettaglio si utilizzeranno i rilievi fotogrammetrici comunali di maggior dettaglio, evitando l'impiego di mappe catastali che non sono idonee alla rappresentazione dei temi geologici in esame.

Per gli ambiti coperti dalla carta di dettaglio questa potrà

essere prodotta sin da subito in sostituzione della cartografia di inquadramento a scala 1:10.000.

Gli elementi da rappresentare sono quelli di cui al punto 2.1.1 integrati al livello di dettaglio richiesto dalla scala.

Relativamente agli elementi litologici, potranno essere approfonditi, dove necessario, gli aspetti relativi al grado di fratturazione della roccia. Si distingueranno mediante appositi sovrassegni tre classi di fratturazione: roccia molto fratturata, roccia fratturata, roccia massiccia. Le classi si definiscono in base ai volumi dei blocchi delineati dalle fratture (ricavabile misurando la spaziatura delle fratture con rilievi geomeccanici speditivi) o eventualmente al volume dei blocchi detritici al piede del pendio, secondo questo schema:

- roccia molto fratturata volume modale blocchi < 0.001 m³
- roccia fratturata volume modale blocchi tra 0.001 m³ e 0.5 m³
- roccia massiccia volume modale > 0.5 m³

Per i terreni potranno essere specificati i caratteri tessitura, la litologia prevalente, la genesi ed i rapporti stratigrafici, lo spessore ed il grado di cementazione ed alterazione; la granulometria andrà valutata secondo la classificazione ASTM 1969-1975 o CNR UNI 10006.

Per quanto concerne la geomorfologia potranno essere approfonditi gli aspetti descritti al punto 2.1.1, con particolare riguardo a:

- fenomeni franosi, con distinzione, quando visibile o ipotizzabile in base alla morfologia, tra zone di distacco, di transito e di accumulo; se possibile indicare le traiettorie di caduta dei massi e i canali di possibile transito di colate;

- fenomeni di sprofondamento, individuandone le cause naturali o antropiche;

- fenomeni di erosione fluviale, sovralluvionamento, esondazione anche su conoide per trasporto in massa; se le aree edificate sorgono su una conoide lo studio dettagliato andrà esteso a tutta la conoide;

- fenomeni valanghivi, dettagliando le zone di accumulo, di scorrimento e la frequenza del fenomeno.

Relativamente all'assetto idrogeologico potranno essere approfonditi gli aspetti relativi all'individuazione e perimetrazione dei bacini idrogeologici di alimentazione delle sorgenti e dei pozzi sfruttati ad uso idropotabile.

Potrà essere compilata una Carta geologico-applicativa di caratterizzazione del suolo e primo sottosuolo alla stessa scala del piano e sulla stessa base topografica per le aree di ipotetico sviluppo urbanistico. La carta permette di affiancare ad informazioni specificamente geopedologiche anche aspetti applicativi che consentono di valutare con maggiore dettaglio le caratteristiche geotecniche del suolo e del primo sottosuolo. La realizzazione di questo documento potrà comportare oltre all'analisi delle stratigrafie disponibili, ed all'osservazione diretta di scavi aperti, l'esecuzione di trincee esplorative nelle quali prelevare campioni. Si tratterà di giungere ad una caratterizzazione di massima dei terreni ai fini geologico-applicativi, valutando soprattutto i parametri ritenuti necessari a questo tipo di indirizzo, quali la tessitura, la plasticità, il potenziale di rigonfiamento-contrazione dei suoli, la densità, l'esistenza di orizzonti cementati o induriti, la permeabilità, il grado di saturazione e la posizione dell'eventuale superficie freatica o la presenza di piccole falde sospese, la presenza di segni di ristagno, di difficoltà di drenaggio, l'acclività e la stabilità, la profondità del substrato.

Per la redazione di questo elaborato si dovranno utilizzare tutti i dati geotecnici e stratigrafici disponibili presso i singoli Comuni e relativi agli interventi realizzati sul territorio in relazione al d.m. 11 marzo 1988 e successiva c.m. n. 30483 del 24 settembre 1988.

2.1.3 Definizione della pericolosità per i siti a maggior rischio - Ambiti di applicazione

Nel caso in cui nel territorio indagato vengano evidenziate aree con particolari problematiche è possibile procedere alla zonazione della pericolosità da frana, da fenomeni valanghivi o da esondazione mediante le adeguate procedure negli allegati 2, 2 bis e 3 della presente direttiva. Per frane, conoidi e valanghe tali metodologie sono da applicare negli ambiti interessati da fenomeni di dissesto attivi che presentino elevata intensità o elevata frequenza e interessino direttamente o per effetto indotto elementi a rischio di elevata rilevanza o le corrispondenti previsioni (nuclei urbani, zone industriali, zone commerciali o artigianali, zone turistiche e campeggi).

L'applicazione delle metodologie proposte può essere inoltre utilizzata sulla base delle esigenze del professionista, qualora:

- a) siano di difficile perimetrazione dal punto di vista tecnico fenomeni di dissesto e le loro aree di influenza;
- b) occorra o si voglia una caratterizzazione di maggiore dettaglio del fenomeno per definire precise delimitazioni e/o prescrizioni;
- c) si vogliono realizzare approfondimenti specifici su dissesti per casi particolari.

Tali procedure potranno essere utilizzate inoltre per la ridefinizione delle classi di fattibilità nell'ambito degli approfondimenti previsti in seguito alla prima attribuzione della classe di fattibilità come esplicitato nella tabella 1.

Le procedure appropriate andranno applicate per fornire una carta di pericolosità dettagliata, in scala adeguata, le cui risultanze andranno a sovrapporsi ai dati precedenti determinando l'attribuzione delle classi di fattibilità, come indicato nella tabella 2 per frane e conoidi e in tab. 3 per le valanghe.

Le verifiche di compatibilità idraulica (all. 3) potranno essere applicate in aree che risultino soggette a possibile esonazione in base alle informazioni provenienti da studi pregressi, valutazioni basate su criteri geomorfologici o dati storici tutte le volte che si ritenga necessario approfondire le condizioni di rischio idraulico. Qualora si debbano approfondire le condizioni di rischio ai sensi dell'art. 39 delle N.T.A. del PAI e corrispondenti N.T.A. del PSFF l'utilizzo delle verifiche di cui all'allegato 3 è obbligatorio.

2.2 Particolari norme per i comuni classificati in zona sismica

Al fine di fornire indicazioni relative alla determinazione del rischio sismico in Lombardia per quel che riguarda la componente geologico-applicativa nella pianificazione comunale si rimanda alla metodologia riportata nello studio «Determinazione del rischio sismico a fini urbanistici in Lombardia» - giugno 1996 - Regione Lombardia, Servizio Geologico e C.N.R., Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico (cfr. Allegato 1).

La corretta applicazione della metodologia a livello comunale dovrà prevedere l'individuazione dal punto di vista geomorfologico e geotecnico delle aree passibili di amplificazione: tali elementi potranno essere riportati nella cartografia di inquadramento. Dovranno in ogni caso essere obbligatoriamente riportati nella cartografia di sintesi (parte 3 - punto 3.2).

Il valore del coefficiente di amplificazione per tali elementi dovrà essere valutato riconducendosi a situazioni tipo analoghe dal punto di vista geometrico, geotecnico e geomeccanico riportate nel sopra citato studio.

Le zone che risulteranno soggette ad amplificazione media od alta (coeff. Ampl. 2-3 e 4-5) andranno opportunamente evidenziate nella cartografia di Sintesi. La presenza di aree con possibilità di amplificazione sismica medio-alta dovrà essere considerata, a livello di redazione della cartografia di fattibilità geologica per le azioni di piano, come elemento che indirizza alla scelta pianificatoria per le zone di nuova espansione e come elemento di supporto per gli eventuali interventi sull'edificato.

Le aree soggette ad amplificazione sismica andranno evidenziate con opportuna sottoclasse nella cartografia di fattibilità geologica secondo quanto indicato in tabella 4, par. 3.3; nell'apposito capitolo della relazione geologica andranno dettagliate tutte le prescrizioni specifiche.

In caso di utilizzo a scopo edificatorio di aree soggette ad amplificazione sismica, il valore di tale coefficiente di amplificazione dovrà essere debitamente recepito e richiamato nelle N.T.A. ai fini di una corretta progettazione delle strutture.

Per l'edificato esistente, il valore dell'indice di danno atteso ricavato per classi di edifici, riportato nella cartografia allegata allo studio, dovrà servire come criterio nella valutazione delle priorità di interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria, di ristrutturazione e di consolidamento anche per gli edifici che ricadono in vincolo l. 1089/1939 e fornirà ausilio per la progettazione esecutiva degli interventi sopracitati.

Si ricorda che in ogni caso i comuni classificati sismici sono soggetti all'applicazione della legge 2 febbraio 1974, n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» e successive modificazioni ed integrazioni.

L'eventuale, futuro inserimento di un comune dotato di

studio già ritenuto conforme alla l.r. 41/97, nel catalogo dei comuni classificati sismici, comporterà l'aggiornamento della classificazione del territorio in funzione delle amplificazioni valutate.

PARTE 3 - FASE DI SINTESI E PROPOSTE

3.1 Carta dei vincoli esistenti

Dovranno essere contenuti nello studio ed in questa carta le principali limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente idrogeologico con particolare riferimento a:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89:

- a) Fasce Fluviali Autorità di Bacino: *d.p.c.m. 24 luglio 1998 «Approvazione piano stralcio fasce fluviali»;*

- b) Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, *adottato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po, n. 18/2001 del 26 aprile 2001;*

- c) vincoli temporanei di salvaguardia ai sensi dell'art. 17 della l. 183/89; esempio: perimetrazioni l. 267/98: *Deliberazione del Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po n. 14/99: «Approvazione del piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e adozione delle misure di salvaguardia per le aree perimetrate (art. 1, comma 1-bis, del d.l. 11 giugno 1998, n. 180 convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 1998, n. 267, come modificato dal d.l. 13 maggio 1999, n. 132 coordinato con la legge di conversione 13 luglio 1999, n. 226) e successive integrazioni;*

- Vincoli derivanti dalla l. 102/90:

- Zone di inedificabilità assoluta e temporanea - l. 102/90: *d.g.r. n. 6/35038 del 13 marzo 1998: «Legge 2 maggio 1990 n. 102. Piano per la difesa del suolo e riassetto idrogeologico della Valtellina e delle adiacenti zone delle province di Bergamo, Brescia e Como. Approvazione di modifiche e varianti alle aree a vincolo di inedificabilità di cui all'art. 1, comma 2, l. 102/90, come definiti ed individuati nel piano approvato con d.c.r. 3 dicembre 1991, n. 376 e nel d.P.R. 9 ottobre 1997 "Approvazione dello Stralcio di schema previsionale e programmatico del Bacino del Po, concernente i vincoli di inedificabilità in Valtellina";*

- Vincoli derivanti dalla l. 365/2000.

- Vincoli di polizia idraulica: sul reticolo idrografico principale (individuato in base alla l. 1/2000 e successive modificazioni) ai sensi del r.d. n. 523/1904 «Testo unico delle leggi sulle opere idrauliche» e successive disposizioni regionali in materia, e su quello minore secondo le relative direttive regionali.

- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile: *d.lgs. 258/2000 art. 5 comma 4 e successive disposizioni regionali in materia; d.g.r. n. 6/15137 del 27 giugno 1996.*

3.2 Cartografia di Sintesi

La carta di sintesi sarà redatta sulle aree di significativo intorno del centro edificato e degli ambiti di variante e nelle aree a maggiore criticità individuate nella precedente fase di analisi. La scala della carta di sintesi dovrà essere tale da poter rappresentare i contenuti di seguito descritti e indicativamente al dettaglio di 1:5.000.

La carta di sintesi deve rappresentare le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera. Pertanto tale carta sarà costituita da una serie di poligoni che definiscono una porzione di territorio caratterizzata da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziale (aree riportate dal paragrafo 3.2.1 al 3.2.4) o da vulnerabilità idrogeologica.

Vengono di seguito definiti gli ambiti di pericolosità e di vulnerabilità che costituiranno la legenda della carta di sintesi. La sovrapposizione di più ambiti determinerà dei poligoni misti per pericolosità determinata da più fattori limitanti. La delimitazione dei poligoni viene fatta con valutazioni sulla pericolosità e sulle aree di influenza dei fenomeni desunte dalla fase di analisi precedente e per i casi specificati al punto 2 mediante le procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità (allegati 2, 2 bis e 3).

3.2.1 Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

Le seguenti voci comprendono sia aree interessate da fenomeni di instabilità dei versanti già avvenuti (primi otto punti),

delimitabili in base a evidenze di terreno e/o in base a dati storici, sia aree che potenzialmente potrebbero essere interessate dai fenomeni.

- Aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo). Da definire in base all'estensione della falda di detrito e alla distanza raggiunta dai massi secondo dati storici (vengono delimitate le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli)
- Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti da depositi superficiali (vengono delimitate le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli)
- Aree di frana attiva (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)
- Aree di frana quiescente (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)
- Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso)
- Aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli)
- Aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide
- Aree interessate da carsismo (caratterizzate da inghiottitoi e doline)
- Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata e stimata o calcolata area di influenza
- Aree a pericolosità potenziale legata a orientazione sfavorevole della stratificazione in roccia debole e stimata o calcolata area di influenza
- Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innescio di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni
- Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno
- Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo
- Aree a pericolosità potenziale per grandi frane complesse (comprensive di aree di distacco e di accumulo)
- Aree interessate da valanghe già avvenute
- Aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali
- Altro

3.2.2 Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta, di rispetto, di protezione);
- Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile definite nell'ambito dello studio o nei piani di tutela di cui al d.lgs. 258/2000;
- Zone interessate dalla presenza di centri di pericolo (cfr. d.lgs. n. 258/2000) e relativo ambito di influenza entro le aree ad alta vulnerabilità e, in particolare, delle seguenti attività pericolose:
 - discariche autorizzate e abusive (vedasi Anagrafe dei siti da bonificare);
 - aree estrattive come perimetrate nello strumento di pianificazione provinciale;
 - emergenze della falda in aree estrattive recuperate;
 - riporti;
 - infrastrutture di pubblica utilità e di interesse pubblico;
 - industrie a rischio di incidente rilevante;
 - altro (es. cisterne interrate, stoccaggio temporaneo di rifiuti, serbatoi carburanti ecc.).
- Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili, sorgenti);
- Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese.

3.2.3 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

- aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido
- aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa;
- aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa;

- aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche, aree soggette ad esondazioni lacuali;
- aree protette da interventi di difesa dalle esondazioni correttamente progettate e costruite e in buono stato di manutenzione, delle quali sia stato verificato il corretto dimensionamento secondo i criteri di cui all'allegato 3 (con portate solido-liquide aventi tempo di ritorno almeno centennale);
- aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezze delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità ecc.;
- aree già allagate in occasione di precedenti di eventi alluvionali;
- aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo collina-pianura

3.2.4 Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

- aree di possibile ristagno, torbose e paludose
- aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante (riportare gli spessori)
- aree con consistenti disomogeneità tessiture verticali e laterali (indicare le ampiezze)
- aree con riporti di materiale
- altro.

3.2.5 Interventi in aree di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale

Dovranno essere rappresentati con segno grafico sulla cartografia. Nella relazione geologica dovrà essere riportata una esaustiva descrizione dello stato di efficienza e funzionalità delle opere. Dovrà inoltre essere indicato lo stato di manutenzione ed eventuali proposte per la relativa gestione.

VERSANTI (indicare l'area di influenza dell'opera)

a) Interventi attivi:

- sistemazioni con opere di ingegneria naturalistica (consolidamenti o rimodellamenti di versante)
- riprofilatura, gradonatura
- riduzione carichi in testa
- incrementi carichi al piede
- sottomurazioni
- palificate
- dreni (superficiali e sottosuperficiali)
- spritz beton
- reti di protezione in aderenza
- chiodature e bullonature
- tiranti e ancoraggi
- fasciature
- incollaggi e sigillature
- paravalanghe
- altro

b) Interventi passivi:

- reti paramassi
- rilevati paramassi
- trincee paramassi
- gallerie paramassi
- gallerie bypass
- paravalanghe
- altro

CORSI D'ACQUA

- arginature
- scogliere, gabbionate e altre difese spondali
- briglie, soglie, pennelli e altre difese in alveo
- vasche di espansione
- sistemazioni con opere di ingegneria naturalistica
- altro.

Nella Carta di Sintesi dovranno, quando presenti, essere rappresentati i beni geologici di cui al punto 2.1.1 c.

3.3 Carta di fattibilità e delle azioni di piano

La carta della fattibilità geologica per le azioni di piano sarà redatta alla stessa scala del piano urbanistico.

La carta di fattibilità viene desunta dalla carta di sintesi attribuendo una valore di classe di fattibilità a ciascun poligono definito dalla carta di sintesi. La carta di fattibilità è dunque una carta di pericolosità che fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, alle opere di mitigazione del rischio ed alle necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali.

L'attribuzione della classe di fattibilità avviene attraverso due fasi. Nella prima fase viene attribuito un valore di ingresso nella classe di fattibilità per ciascun poligono della carta di sintesi con un automatismo come specificato nella tabella 1.

Successivamente il professionista può aumentare o diminuire il valore della classe di fattibilità in base a valutazioni di merito tecnico per lo specifico ambito. Le aree di fattibilità potranno essere riclassificate totalmente o solo parzialmente suddividendole in porzioni a differente fattibilità.

La diminuzione della classe di fattibilità rispetto alla classe di ingresso dovrà essere compiutamente documentata e motivata da ulteriori indagini sulla pericolosità del comparto con piena responsabilità del professionista. Non possono tuttavia essere variati i valori delle classi di ingresso di fattibilità per:

- le classi 4 con «asterisco»
- le classi di fattibilità desunte dalla tabella 2 ed individuate in seguito alla zonazione della pericolosità mediante le procedure di cui agli allegati 2, 2 bis e 3.

Nel caso in cui nei poligoni della carta di sintesi siano presenti contemporaneamente più aree omogenee per pericolosità/vulnerabilità, la classe di fattibilità viene aumentata solo in caso di interazione fra i fenomeni, viceversa coesistono le classi di fattibilità corrispondenti e derivate dalla carta di sintesi (in carta viene indicato il valore maggiore) e vigono le prescrizioni per ciascuno degli ambiti rappresentati.

L'efficienza, la funzionalità e la congruità delle opere di difesa idrogeologica presenti contribuiranno alla definizione delle classi di fattibilità. La presenza di opere di difesa correttamente progettate, ben realizzate e in adeguato stato di manutenzione comporta la riduzione del livello di rischio concernente un determinato fenomeno di dissesto. Al contrario la presenza di opere non correttamente realizzate o progettate, non idoneamente ubicate od in cattivo stato di manutenzione può essere influente rispetto al livello di rischio considerato ed in taluni casi può addirittura rappresentare un'aggravante delle condizioni di rischio stesso.

Classe 1 (bianca) – Fattibilità senza particolari limitazioni

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni a variazioni di destinazione d'uso e per le quali dovrà essere applicato il d.m. 11 marzo 1988 e la successiva c.m. 30483 del 24 settembre 1988.

Classe 2 (gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni. Dovranno tuttavia essere indicate le specifiche costruttive degli interventi edificatori e gli eventuali approfondimenti per la mitigazione del rischio.

Classe 3 (arancione) – Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso delle aree per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate.

Il professionista dovrà in alternativa:

a) qualora disponga fin da subito degli elementi sufficienti, definire puntualmente le prescrizioni per gli eventuali interventi urbanistici in funzione della tipologia del fenomeno che ha generato la pericolosità/vulnerabilità del comparto sia per le opere di mitigazione del rischio, sia per le specifiche costruttive degli interventi edificatori;

b) definire puntualmente i supplementi di indagine relativi alle problematiche da approfondire, la tipologia delle indagini necessarie e la finalità delle stesse al fine di accertare la compatibilità degli interventi con le situazioni di dissesto in atto o potenziale e individuare di conseguenza le prescrizioni di dettaglio per poter procedere o meno all'edificazione.

Classe 4 (rossa) – Fattibilità con gravi limitazioni

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle aree. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della l. 457/1978. Si dovranno inoltre fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non sarà strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Indicazioni per l'attribuzione delle classi di fattibilità

Tabella 1 – classi di ingresso

Aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo). Da definire in base all'estensione della falda di detrito e alla distanza raggiunta dai massi secondo dati storici (vengono delimitate le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli)	4
Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti da depositi superficiali (vengono delimitate le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli)	4
Aree di frana attiva (scivolamenti; colate ed espansioni laterali)	4
Aree di frana quiescente (scivolamenti; colate ed espansioni laterali):	4
Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso):	4
Aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli)	4
Aree interessate da trasporto in massa e flusso di detrito su conoide	4*
Aree interessate da carsismo profondo (caratterizzate da inghiottitoi e doline)	3
Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata e stimata o calcolata area di influenza	4
Aree a pericolosità potenziale legata a orientazione sfavorevole della stratificazione in roccia debole e stimata o calcolata area di accumulo	3
Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni	3
Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno	4*
Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo (aree di influenza)	3
Aree a pericolosità potenziale per grandi frane complesse	4
Aree interessate da valanghe già avvenute	4
Aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali	4
Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico	
Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile:	
• aree di tutela assoluta	4*
• area di rispetto	3
• area di protezione	3
Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile (con prescrizioni diverse a seconda che ci siano o meno centri di pericolo come elencati in precedenza)	3
Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili, sorgenti)	3
Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese	4
Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico:	
aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti di eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido;	4

aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa; aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa;	4
aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche, aree soggette ad esondazioni lacuali;	3
aree protette da interventi di difesa dalle esondazioni correttamente progettati e realizzati e in buono stato di manutenzione, dei quali sia stato verificato il corretto dimensionamento secondo l'allegato 3 (con portate solido-liquide aventi tempo di ritorno almeno centennale)	3
aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezze delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità ecc.	4
aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali	4
aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo collina-pianura	3
Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche	
aree di possibile ristagno, torbose e paludose	3
aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante (riportare gli spessori)	3
aree con consistenti disomogeneità tessiture verticali e laterali (indicare le ampiezze)	3
aree con riporti di materiale	3

Le porzioni di territorio esterne ai poligoni individuati mediante le procedure precedentemente descritte, corrispondono a quelle aree per le quali non sono state individuate limitazioni alla modifica dell'uso dei terreni dal punto di vista geologico (classe 1). Tali aree saranno comunque soggette all'applicazione del d.m. 11 marzo 1988 e successiva c.m. n. 30483 del 24 settembre 1988. Dovranno essere precisamente indicati i limiti esterni della porzione di territorio oggetto di classificazione di fattibilità in modo da evitare errate valutazioni tra i poligoni non attribuiti (classe 1) e le aree non oggetto di attribuzione di fattibilità.

Relativamente alle possibilità d'uso del territorio all'interno delle fasce di rispetto e protezione delle captazioni ad uso idropotabile, pozzi e sorgenti (cfr. par. 2.1.1 d) ed alle classi di fattibilità da attribuire a questi ambiti, si precisa che alle zone di tutela assoluta, previste dal d.lgs. 258/2000 art. 5 comma 4, aventi un'estensione di almeno 10 metri di raggio, va attribuita la classe 4 di fattibilità geologica. Esse devono essere adeguatamente protette ed adibite *esclusivamente* alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.

Per quanto riguarda le zone di rispetto valgono le prescrizioni contenute al comma 5 art. 5 del d.lgs. 258/2000. A tali aree va attribuita la classe 3 di fattibilità geologica. L'attuazione degli interventi o delle attività elencate all'art. 5 comma 6 del citato Decreto Legislativo (tra le quali edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, fognature, opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio) entro le zone di rispetto, in assenza di diverse indicazioni formulate dalla Regione ai sensi dell'art. 5 comma 6 del d.l. 258/00, è subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che porti ad una ripermostrazione di tali zone secondo i criteri temporale o idrogeologico (come da d.g.r. n. 6/15137 del 27 giugno 1996) o che comunque accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

Per quanto riguarda i rapporti con le fasce di pertinenza fluviale definite in Stralci di Piano di bacino ai sensi della l. 183/89, si indicano i seguenti criteri di corrispondenza con le classi di fattibilità:

- fascia A all'esterno dei centri edificati → classe 4
- fascia B all'esterno dei centri edificati → classe 4 o classe 3 (in base ai criteri indicati nella tabella 1). Gli interventi edificatori ammissibili possono comunque essere solo quelli previsti dalla normativa dei Piani Stralcio.
- Fascia A e fascia B all'interno dei perimetri edificati; Fa-

scia C: classe da definire in base ai criteri indicati nella tabella 1. Si evidenzia che per tali aree gli studi effettuati ai sensi del presente direttiva e in base all'allegato 3 sono adeguati ad approfondire le condizioni di rischio ai sensi dell'art. 39 comma 2 delle N.T.A. del PAI e corrispondente art. 16 comma 2 del N.T.A. del PSFF (Fascia A e fascia B all'interno dei perimetri edificati) e dell'art. 31 commi 4 e 5 delle N.T.A. del PAI e corrispondente art. 8 commi 4 e 5 delle N.T.A. del PSFF (aree ricadenti in fascia C, con particolare riguardo a quelle delimitate da «limite di progetto fra la fascia B e la fascia C»).

Sulla base delle considerazioni relative alla definizione della pericolosità per i siti a maggior rischio come riportato al p.to 2.1.3, una volta definite la zonazione e le classi di pericolosità, queste andranno poi tradotte in classi di fattibilità secondo le seguenti tabelle 2 e 3 di comparazione:

TABELLA 2

Crolli e crolli in massa:	
classe H1	classe 2 di fattibilità
classe H2	classe 3 di fattibilità
classi H3-H5	classe 4 di fattibilità
Scivolamenti, colate, scivolamenti che evolvono in colate, scivolamenti-colate, trasporto in massa su conoidi di tipo alpino	
classe H1	classe 2 di fattibilità
classi H2-H3	classe 3 di fattibilità
classi H4-H5	classe 4 di fattibilità

TABELLA 3 - Valanghe

	classe di fattibilità	note
zona rossa	4	
zona blu	4 - 3	è possibile attribuire la classe 3 in base a precise valutazioni tecniche anche solo per parte della zona;
zona gialla	2	sono da prevedere specifiche prescrizioni per la circolazione e le attività all'aperto;
zona bianca	2	le norme potranno essere meno conservative rispetto alle corrispondenti della zona gialla.

Per i comuni classificati sismici (p.to 2.2) al fine di valutare la corretta classe di fattibilità, si devono variare le classi di fattibilità in funzione del grado di amplificazione e della fattibilità già assegnata all'area, secondo la seguente tabella 4:

Classe di fattibilità già assegnata	Amplificazione	Classe di fattibilità modificata
2	alta	3
2	media	3
2	media	3 con specifiche prescrizioni
3	alta	4
4		4

In fase di progettazione urbanistica la scelta del progettista sulla individuazione di nuove previsioni, a parità di classe di fattibilità, dovrà ricadere in zone in cui l'amplificazione sismica non è rilevante.

Per i beni geologici come descritti al punto 2.11 e richiamati al punto 3.2 andrà assegnata una classe di fattibilità per un intorno significativo all'area individuata.

PARTE 4 - RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

Gli strumenti di pianificazione sovraordinata a cui fare riferimento in fase pianificatoria sono i Piani Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico approvati dall'Autorità di Bacino del fiume Po (attualmente PSFF e PAI), e i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (PTCP) e il Piano per la difesa del suolo e riassetto idrogeologico della Valtellina e delle adiacenti zone delle province di Bergamo, Brescia e Como (l. 102/90).

La legge 183/89 prescrive che i piani territoriali e urbanistici si adeguino alle previsioni e norme del Piano

La medesima legge e successive modificazioni prevedono che la definizione del piano di bacino, strumento mediante il quale vengono «pianificate programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo...» (art. 17, comma 1) possa avvenire in diverse fasi mediante i Piani Stralcio (art. 17, comma 6-ter).

Alla data di emanazione del presente regolamento, i piani stralcio approvati dall'Autorità di Bacino del fiume Po, e che interessano il territorio lombardo, sono:

- il piano stralcio delle fasce fluviali (PSFF), adottato con delibera del comitato istituzionale n. 26/97, approvato con d.p.c.m. del 24 luglio 1998, riguardante l'asta del fiume Po e i tratti terminali dei principali affluenti
- il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato con deliberazione n. 18/01 del Comitato Istituzionale, riguardante i principali corsi d'acqua nei tratti di pianura e fondovalle e tutto il territorio montano ed approvato con d.p.c.m.

Il PSFF è lo strumento di riferimento per la delimitazione delle fasce fluviali, così come classificate all'art. 5 delle N.T.A.: Fascia di deflusso della piena (fascia A), Fascia di esondazione (fascia B) e Area di inondazione per piena catastrofica (fascia C). Gli artt. 6 - 7 - 8 delle N.T.A. individuano le attività consentite e quelle vietate all'interno di tali fasce. Gli articoli 15 e 16 individuano interventi infrastrutturali e urbanistici consentiti e formulano prescrizioni e indirizzi alla pianificazione urbanistica.

Per quanto riguarda il PAI gli articoli corrispondenti a quelli del PSFF che regolamentano gli usi all'interno delle fasce fluviali sono i seguenti: 29, 30, 31 e per gli interventi infrastrutturali e urbanistici: 38, 39.

Per i dissesti e fenomeni di esondazione in ambito montano gli artt. 8 e 9 delle N.T.A. del PAI individuano e delimitano le aree interessate e prevedono le limitazioni alle attività di trasformazione ed uso del suolo derivanti da tali condizioni di dissesto.

L'art. 18 prevede peraltro al comma 2, che i comuni in sede di adeguamento delle prescrizioni del piano effettuino una verifica di compatibilità idraulica e idrogeologica delle previsioni degli strumenti urbanistici vigenti con le condizioni di dissesto, presenti o potenziale avvalendosi anche di analisi di maggior dettaglio. Ai sensi del comma 4 del medesimo art. 18, all'atto di approvazione delle varianti di adeguamento dello strumento urbanistico alle prescrizioni del piano le delimitazioni zonali delle aree in dissesto e le previsioni urbanistiche ivi comprese aggiornano e integrano le prescrizioni del PAI.

In particolare gli studi realizzati ai sensi della presente direttiva ed approvati dagli enti competenti sono da considerarsi adeguati ai sensi del comma 3 dell'art. 18 delle N.T.A. del PAI ai fini della suddetta verifica di compatibilità.

Inoltre, in relazione ai corsi d'acqua oggetto di mappature delle fasce fluviali, tali studi sono adeguati ad approfondire le condizioni di rischio nei seguenti casi, come previsto dalle norme del PAI, purché condotti secondo le indicazioni dell'allegato 3 della presente direttiva:

- centri edificati in fascia A e B (art. 39 comma 2 delle N.T.A. del PAI e corrispondente art. 16 comma 2 del N.T.A. del PSFF)
- aree ricadenti in fascia C, con particolare riguardo a quelle delimitate da «limite di progetto fra la fascia B e la fascia C» (art. 31 commi 4 e 5 delle N.T.A. del PAI e art. 8 comma 4 e 5 delle N.T.A. del PSFF).

Per contro l'approvazione degli strumenti urbanistici non può modificare la delimitazione delle fasce di pertinenza fluviale né la relativa normativa in senso meno restrittivo. Le modifiche alla delimitazione delle fasce di pertinenza fluviale possono essere realizzate esclusivamente tramite procedura di modifica dei Piani Stralcio. Sono consentiti esclusivamente limitate variazioni dei limiti di fascia al fine di farli coincidere con elementi morfologici rilevabili alla scala di maggior dettaglio della cartografia degli strumenti urbanistici, rispettandone comunque l'unitarietà come definito dall'art. 27 comma 3 del PAI e corrispondente art. 4 del PSFF.

Per le «Aree a rischio idrogeologico molto elevato» (ex lege 267/98 e successivi aggiornamenti) comprese nella cartografia delle aree in dissesto del PAI sono state realizzate perimetrazioni e zonazioni della pericolosità alle quali sono associate norme di uso del suolo differenziate in base a differenti livelli

di pericolosità e tipologia di dissesto (Titolo IV delle N.T.A. PAI). In base all'art. 54 delle N.T.A. del PAI tali norme restano in vigore fino all'adeguamento dello strumento urbanistico ai sensi e per gli effetti dell'art. 18 delle N.T.A. del PAI.

Ai fini della modifica ed aggiornamento di tali perimetrazioni e zonazioni lo studio geologico ai sensi della presente direttiva può costituire adeguato supporto tecnico purché gli approfondimenti vengano effettuati mediante le stesse metodologie utilizzate per la zonazione della pericolosità nell'ambito del piano straordinario (come da allegati 2, 2 bis e 3 della presente direttiva).

In allegato 1 viene riportato l'elenco dei siti perimetrati per la Regione Lombardia alla data della pubblicazione della presente direttiva.

Per quanto riguarda i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali, la l.r. n. 1/2000 dispone che il PTCP è atto di programmazione generale che definisce gli indirizzi strategici di assetto del territorio a livello sovracomunale.

I contenuti tecnici presenti nei piani provinciali in ordine a delimitazione dei dissesti e aree di esondazione dei corsi d'acqua, dovranno essere approfonditi e meglio definiti alla scala di maggior dettaglio nell'ambito degli studi geologici a supporto dello strumento urbanistico comunale.

Gli elementi conoscitivi contenuti nei PTCP possono fornire indicazione sugli ambiti di studio prioritario ai sensi della l.r. 41/97.

I PTCP possono inoltre individuare ambiti dove gli studi ai sensi della l.r. 41/97 debbano contenere particolari approfondimenti (da realizzarsi secondo le modalità di cui agli allegati 2 e 3 della presente direttiva) a riguardo di fenomeni riconosciuti potenzialmente pericolosi in sede di valutazione della pericolosità a scala provinciale.

Per quanto riguarda il Piano per la difesa del suolo e riassetto idrogeologico della Valtellina e delle adiacenti zone delle province di Bergamo, Brescia e Como, il d.P.R. 9 ottobre 1997 sancisce:

- vincoli di inedificabilità assoluta senza predeterminata scadenza temporale;
- vincoli di inedificabilità la cui scadenza è funzione della revisione delle relative delimitazioni da parte della giunta regionale e dei comuni interessati.

Nel secondo caso la revisione del vincolo può essere effettuata nell'ambito delle varianti agli strumenti urbanistici supportati dallo studio geologico ai sensi della l.r. 41/97.

PARTE 5 - REVISIONE DELLO STUDIO

Nel caso intervengano modifiche dell'assetto geomorfologico, idrogeologico, idraulico ecc. a causa di eventi o interventi (collaudati) successivi alla redazione dello studio geologico, oppure si rendessero necessari approfondimenti di indagini successive alla redazione dello studio geologico (ad esempio per dettagliare maggiormente la zonazione della pericolosità in un'area da urbanizzare o per accertare la possibilità di declassare porzioni di territorio graduando maggiormente la pericolosità o per individuare le prescrizioni per procedere all'edificazione), sarà indispensabile aggiornare lo studio per le aree interessate. In assenza di tali variazioni sarà comunque opportuna una revisione generale dello studio, alla luce di nuovi dati e indagini di maggior dettaglio a disposizione, con cadenza massima decennale.

Lo studio così revisionato dovrà essere sottoposto ad una nuova verifica di conformità da parte degli Enti competenti.

PARTE 6 - PROCEDURE DI COORDINAMENTO DELL'ATTIVITÀ ISTRUTTORIA

Nella predisposizione dello strumento urbanistico, il Comune dovrà recepire le risultanze dello studio geologico. Per strumento urbanistico si intende il Piano Regolatore Generale e relative varianti, varianti al Programma di Fabbricazione e varianti conseguenti all'approvazione di Piani Integrati di Intervento e Accordi di Programma.

Si provvede di seguito a descrivere le fasi di assunzione e valutazione dello studio geologico di corredo allo strumento urbanistico:

- in sede di adozione del Piano, il Consiglio Comunale dà atto dell'avvenuta effettuazione dello studio geologico, così come previsto dalla l.r. n. 41/1997 e della coerenza delle previsioni urbanistiche con tale studio;

- la documentazione prevista dalla presente direttiva, e successive modificazioni ed integrazioni, dovrà essere inderogabilmente dotata della carta di inquadramento, di sintesi e di fattibilità geologica. Le prescrizioni di natura geologico-applicativa derivanti dovranno inoltre essere assunte nelle Norme Tecniche di Attuazione;

- lo studio geologico dovrà essere adottato contestualmente al PRG e relative varianti come parte integrante di esse. Dovrà altresì essere adottato nel caso venga redatto disgiuntamente dallo strumento urbanistico.

In attesa della piena attuazione delle deleghe agli Enti Locali previste dalla l.r. 1/2000, l'iter di approvazione dello studio geologico avverrà secondo le seguenti fasi:

- lo studio geologico di supporto allo strumento urbanistico sarà trasmesso alla Direzione Generale Territorio e Urbanistica della Giunta Regionale in quattro copie congiuntamente all'asseverazione sottoscritta dall'estensore dello studio geologico ai sensi del comma 4, art. 2 della l.r. 41/97. Le carte di sintesi e fattibilità dovranno essere altresì consegnate su supporto informatico in formato shape files per l'aggiornamento della banca dati regionale. Analogamente le schede previste negli allegati alla presente direttiva quando compilate dovranno essere trasmesse su supporto informatico. Dovrà altresì essere consegnato il livello informatico (shape files) contenente il quadro del dissesto unificato alla legenda PAI, per l'aggiornamento del PAI medesimo, come previsto all'art. 6 della delib. n. 18/2001 del 26 aprile 2001 del C.I.;

- l'U.O. Piani e Programmi Urbanistici verificherà la completezza della documentazione e trasmetterà alle Strutture competenti copia completa del Piano per la valutazione di merito degli studi effettuati ai fini dell'espressione scritta del parere tecnico. L'istruttoria dello studio geologico dovrà essere effettuata da un geologo e per eventuali altri temi, dalle figure professionali competenti;

- nel caso in cui si rendesse necessaria una integrazione della documentazione geologica, la stessa verrà richiesta al Comune dall'U.O. Piani e Programmi Urbanistici, nel rispetto di quanto disposto dall'art. 21 della legge 30 aprile 1999, n. 136, ovvero il termine massimo di 12 mesi per l'approvazione del P.R.G. (e varianti), con possibilità di interruzione *una tantum*;

- l'assunzione definitiva dei pareri dei Servizi interessati avverrà tramite la Conferenza dei Servizi, istituita con d.g.r. n. 5/38427 del 29 giugno 1993 e successive modificazioni ed integrazioni.

Qualora lo studio geologico dovesse essere redatto disgiuntamente dallo strumento urbanistico il geologo dovrà accertare la compatibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico vigente con le risultanze dello studio geologico mediante asseverazione. In caso contrario l'amministrazione dovrà assumere le prescrizioni delle classi di fattibilità sullo strumento urbanistico vigente, mediante delibera di Consiglio Comunale, in attesa dell'adeguamento del medesimo.

Gli incarichi professionali per la redazione dello studio geologico affidati dalle Amministrazioni Comunali successivamente a due mesi dalla data di pubblicazione sul BURL della presente direttiva dovranno essere espletati secondo le modalità descritte nella presente direttiva; gli incarichi professionali affidati precedentemente potranno essere condotti secondo i criteri indicati nella d.g.r. 6/37918. In questo caso, ai fini dell'accertamento temporale, dovrà essere trasmessa copia del disciplinare d'incarico congiuntamente allo studio geologico.

A deleghe avvenute, in seguito all'approvazione dei PTCP, le istruttorie verranno condotte dai soggetti competenti previa consultazione con le amministrazioni interessate, secondo quanto previsto all'art. 3, comma 17 della l.r. 1/2000. L'approvazione definitiva sarà subordinata a quanto previsto dai commi 18 e 19 del sopraccitato art. 3.

ALLEGATO 1

DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE PRESSO LA REGIONE LOMBARDIA DIREZIONE TERRITORIO E URBANISTICA, ALTRE DIREZIONI O COMUNI

Nel presente allegato è elencata la documentazione disponibile presso diverse Strutture regionali che dovrà essere di riferimento per la stesura degli studi geologici in adempimento alla legge 41/97.

1. Documentazione riferita a vincoli di natura idrogeologica vigenti

La sottoelencata documentazione deve considerarsi quale riferimento obbligatorio per la stesura degli studi geologici. Il mancato riferimento a tale documentazione, per i comuni interessati, comporterà la non approvazione dello studio stesso.

1.1 Vincoli ai sensi della l. 183/89:

PAI - Piano per l'Assetto Idrogeologico - Autorità di Bacino del F. Po

PSSF - Piano Stralcio Fasce Fluviali - Autorità di Bacino del F. Po.

1.2 Vincoli ai sensi della l. 102/90

aree inedificabili (Tab.1) identificate ai sensi della legge 102/90, definite ed individuate nel piano approvato con d.c.r. n. 376 del 3 dicembre 1991 e d.P.R. 9 ottobre 1997 «Approvazione dello Stralcio di schema previsionale e programmatico del Bacino del Po, concernente i vincoli di inedificabilità in Valtellina» e specificati nella seguente tabella:

TAB. 1 - Elenco comuni con aree di inedificabilità assoluta

PROV.	COMUNE	NR.	AREA
BG	BRANZI	24	LOC. RIVIONI
		25	VALLE DELLE RUINE
	ISOLA DI FONDRA	26	TRABUCCELLO E VALLE DI PIETRA QUADRA
BS	SAVIORE DELL'ADAMELLO	23	ABITATO DI VALLE
		22	CONOIDE DELLA VAL RABBIA
SO	BEMA	14	FRANA DI BEMA
		17 18	DRAGONERA VALLE PLUVIOSA
	CHIESA VALMALENCO	10	SASSO DEL CANE
	DAZIO	12	CONOIDE DEL TARTANO
	GROSIO	6	SASSO FARINACCIO
	GROSOTTO	6	SASSO FARINACCIO
	LANZADA	9	CAMPO FRANSCIA
		11	VALBRUTTA
	PIURO	18	VALLE PLUVIOSA
	SERNIO	21	VALCHIOSA
	SONDALO	20	FRANA BOSCAZZA E CONOIDE DEL MIGIONDO
	SONDRIO	7	FRANA DI SPRIANA
	SPRIANA	7	FRANA DI SPRIANA
	TALAMONA	12	CONOIDE DEL TARTANO
	TARTANO	12	CONOIDE DEL TARTANO
		13	FOPPA DELL'ORSO
	TIRANO	19	FRANA CANALE
	TORRE S. MARIA	7	FRANA DI SPRIANA
		8	VAL TORREGGIO
	VAL MASINO	15	SASSO BISOLO
		16	VALMATERLO E SCAIUN
	VALDIDENTRO	1	SEMOGO
	VALDISOTTO	3	TOLA, AQUILONE, TEVERON E SOMARIN
		4	PRESURE
		5	VAL POLA
	VALFURVA	2	RUINON

1.3 Studi geologici ed idraulici effettuati ai sensi della legge 267/98

Sono studi di valutazione e zonazione di pericolosità e di rischio da frana, che interessano vari Comuni della Regione (Tab. 2). Sono disponibili in visione presso la Struttura Rischi Idrogeologici.

TAB. 2 – Elenco comuni interessati da studi geologici ed idraulici effettuati nell'ambito della legge 267/98

Provincia	Comune	Località o Corso d'acqua	Tipo di dissesto
Bergamo	Albano S. Alessandro, S. Paolo d'Argon, Montello, Costa di Mezzate	Torrente Zerra	Esondazione
Bergamo	Ardesio	Varie	Crolli
Bergamo	Branzi	Gardata – Valle Scura	Debris flow
Bergamo	Brembilla	Era	Frana
Bergamo	Carona		Valanghe
Bergamo	Casnigo		Frana
Bergamo	Costa Volpino	Valle Supine	Colata di detrito
Bergamo	Costa Volpino	Fiume Oglio	Esondazione
Bergamo	Dossena		Frane, sprofondamenti
Bergamo	Foppolo		Valanghe
Bergamo	Gandellino	Tezzi	Frana di scivolamento
Bergamo	Monasterolo Castello	Valle Spirola	Colata di detrito
Bergamo	Piazzatorre	Piazzo	Colata
Bergamo	Ponte Nossola	Fiume Serio	Esondazione
Bergamo	Ponte Nossola		Crolli
Bergamo	Seriate	Fiume Serio	Esondazione
Bergamo	Valtorta		Valanghe
Brescia	Angolo Terme	SS 294	Crolli
Brescia	Borno	Caldone	Esondazione
Brescia	Botticino	San Gallo	Frana di scivolamento
Brescia	Darfo – Boario Terme	Corne Rosse	Crolli
Brescia	Gardone Riviera, Toscolano Maderno	Valle Bornico	Debris flow
Brescia	Gargnano	Gargnano-Muslone	Crolli
Brescia	Gargnano, Tremosine, Limone del Garda	SS Gardesana	Crolli
Brescia	Gianico	Torrente Re	Debris flow
Brescia	Gianico	Valle Vedetta	Frane
Brescia	Idro, Treviso Bresciano	Lago d'Idro	Frana
Brescia	Incudine		Debris flow
Brescia	Limone del Garda		Debris flows
Brescia	Lodrino		Frana
Brescia	Lumezzane	Gobbia Faidana	Esondazione
Brescia	Nave, Caino, Brescia, Nuvolera, Nuvolento, Mazzano, Rezzato, Botticino, Bovezzo, Paitone	Garza – Naviglio Grande Bresciano	Esondazione
Brescia	Paisco-Loveno	Paisco	Frana di scivolamento
Brescia	Palazzolo sull'Oglio	Fiume Oglio	Esondazione
Brescia	Piancamuno	Roncaglia-Pelucco	Frana di scivolamento
Brescia	Piancogno	Erbanno, Pianborno	Crolli
Brescia	Ponte di Legno	Torrente Narcanello	Esondazione
Brescia	Sellero		Frana Zinvil, debris flow
Brescia	Temù	Val d'Avio	Esondazione
Brescia	Toscolano Maderno		Debris flow
Brescia	Tremosine	Campione del Garda	Crolli
Brescia	Tremosine, Tignale	SP 38	Crolli
Como	Argegno, Brienno	SS Regina	Crolli
Como	Argegno	Torrente Telo	Esondazione
Como	Domaso	Torrente Livo	Debris flow
Como	Erba	Torrente Bova, località Canova	Esondazione
Como	Garzeno	Torrente Albano	Frane, debris flow, esondazione
Como	Gera Lario		Debris flow
Como	Val Cavargna	Cavargna, S. Nazzaro, S. Bartolomeo	Frana di scivolamento
Como	Valsolda	Casarico	Crolli
Cremona	Cremona	Nord-est di Cremona	Esondazione
Cremona	Torre de' Picenardi, Ca' d'Andrea		Esondazione
Lecco	Ballabio	Ballabio superiore	Crolli
Lecco	Bellano	Oro	Colata
Lecco	Bellano, Taceno	SP 62	Crolli
Lecco	Colico	Torrenti Perlino e Inganna	Debris flow
Lecco	Dervio		Crolli, colata

Provincia	Comune	Località o Corso d'acqua	Tipo di dissesto
Lecco	Dorio	Sparesee	Crolli
Lecco	Erve	Via Resegone	Crolli, colata
Lecco	Lecco	Monte S. Martino	Crolli
Lecco	Margno	Torrente Bandico	Colata
Lecco	Monte Marengo	Levata	Crolli
Lecco	Oggiono, Molteno, Sirone	Torrente Gandaloglio	Esondazione
Lecco	Pasturo, Cortenova	Torrente Pioverna	Esondazione
Lecco	Perledo	Torrenti Perledo e Bassola	Colate
Lecco	Valmadrera, Civate	Rio Torbo e affluenti	Esondazione
Lecco	Varenna	Fiumelatte	Crolli, colata
Lecco	Vendrognò	Inesio	Colata
Lodi	Guardamiglio	Colatore Mortizza	Esondazione
Lodi	Lodi	Fiume Adda	Esondazione
Milano	Rho, Lainate	Torrente Bozzente	Esondazione
Milano	San Vittore Olona	Fiume Olona	Esondazione
Milano	Sulbiate, Alcurzio, Mezzago, Bellinzago Lombardo	Torrenti Cava, Trobbia e Vallone	Esondazione
Milano	Villasanta, Carate Brianza	Fiume Lambro	Esondazione
Mantova	Asola	Seriola asolana	Esondazione
Pavia	Bagnaria	Torrente Staffora	Esondazione
Pavia	Bagnaria	Livelli	Frana complessa e crolli
Pavia	Castana, S. Maria della Versa, Montescano	C. Colombi-Valli	Frana complessa
Pavia	Casteggio, Bressana, Bottarone	Coppa	Esondazione
Pavia	Pontenizza	Vignola	Crolli
Pavia	Romagnese	Gabbione, Casale	Frana complessa
Pavia	S. Margherita Staffora	SP 40, presso Bersanino	Frana complessa
Pavia	S. Margherita Staffora	Cignolo	Frana complessa, colata
Pavia	S. Maria Versa	Soriasco, cimitero	Frana complessa
Pavia	S. Maria Versa	Ruinello	Frana complessa
Pavia	Tromello	Terdoppio	Esondazione
Pavia	Valdinizza	Poggioferrato	Frana complessa
Pavia	Varzi	Lella	Frana complessa
Sondrio	Ardenno		Colate
Sondrio	Bormio	Torrente Campello	Debris flow
Sondrio	Campodolcino	Torrente Liro	Esondazione
Sondrio	Chiesa in Valmalenco	Corno di Braccia	Valanghe
Sondrio	Chiesa in Valmalenco	Valle di Somprato	Valanghe
Sondrio	Chiesa in Valmalenco	Curlo	Colate
Sondrio	Livigno		Valanghe
Sondrio	Novate Mezzola	Torrente Codera	Debris flow
Sondrio	Piantedo, Delebio	Canali del Pian di Spagna	Esondazione
Sondrio	Piateda	Valli Serio, Seriole e Sorda	Debris flow
Sondrio	Piuro	Valle Drana	Debris flow
Sondrio	Samolaco	Era	Debris flow
Sondrio	Sondalo	Valle Scala	Debris flow
Sondrio	Sondalo	Valle Lenasco	Debris flow
Sondrio	Teglio	Torrente Margatta	Debris flow
Sondrio	Valdidentro	Torripiano	Erosione
Sondrio	Valdidentro	Isolaccia	Crolli
Sondrio	Valdidentro	Rio Scianno	Debris flow
Sondrio	Valfurva	Uzza	Debris flow
Sondrio	Valfurva	Ruinon-Confinale	Grande frana, colate
Sondrio	Valmasino	Ponte Baffo	Crolli, colate
Sondrio	Villa di Chiavenna		Crolli
Varese	Buguggiate, Gazzada, Varese	Valciasca, Rigorosina, Roggia Nuova	Esondazioni, frane
Varese	Lavena Ponte Tresa	Torrenti Tarca e Dovrana	Esondazioni
Varese	Laveno		Crolli
Varese	Maccagno	Centrale ENEL	Frana di scivolamento
Varese	Marchirolo, Valganna, Cunardo, Cadeigliano con Viconago, Cugliate Fabiasco	Valmartina, Prada, Lisascora, Margorabbia	Esondazioni, erosioni, debris flow
Varese	Porto Ceresio	Torrenti Bolletta e Ponticelli	Esondazione

Provincia	Comune	Località o Corso d'acqua	Tipo di dissesto
Varese	Porto Ceresio	Case S. Pietro, Via Cuasso	Crolli e scivolamenti
Varese	Tronzano	Via Miralago	Colata
Varese	Veddasca, Maccagno	Veddasca	Crolli

TAB. 2 bis - Ulteriori aree a rischio idrogeologico molto elevato contenute nel PAI (integrazione dei siti I. 267/98)

Provincia	Comune	Località o Corso d'acqua	Tipo di dissesto
Bergamo	Costa Volpino	Fiume Oglio	Esondazione
Bergamo	Santa Brigida	Santa Brigida	Frane
Brescia	Borno	Popoja	Frane
Brescia	Collio		Frane
Brescia	Sonico, Malonno		Frane
Brescia	Monno		Frane
Brescia	Pisogne		Frane
Brescia	Pontoglio	Fiume Oglio	Esondazione
Como	Domaso	Torrente Livo	Conoide
Como	Menaggio		Frane
Lecco	Colico	Torrenti Perlino e Inganna	Conoide
Lecco	Varenna	Costiera Fiumelatte	Frane
Pavia	Val di Nizza	Poggio Ferrato	Frane
Sondrio	Andalo Valtellino		Frane
Sondrio	Berberno in Valtellina	Pedemonte	Frane
Sondrio	Buglio in Monte	Villapinta	Frane
Sondrio	Caiolo		Frane
Sondrio	Dubino		Frane
Sondrio	Mantello, Cino		Frane
Sondrio	Piateda	Valli Serio, Seriole, Sorda	Conoide
Sondrio	Piuro		Frane
Sondrio	Sondrio, Montagna in Valtellina	Ca' Bianca	Frane
Sondrio	Sondrio	Via Valeriana	Frane
Sondrio	Spriana		Frane
Sondrio	Val Masino	San Martino	Frane
Sondrio	Villa di Chiavenna		Frane

2. Documentazione i cui dati non possono essere trascurati nella fase di analisi dello studio geologico

Si tratta di studi da tenere in assoluta considerazione come specificato al punto 1.2 delle direttive. Eventuali difformità con tali dati, riscontrate nelle fasi di analisi dello studio, dovranno essere puntualmente motivate. Di seguito è elencata la documentazione disponibile presso diverse Strutture regionali che dovrà essere di riferimento per la stesura degli studi geologici in adempimento alla legge 41/97. Tale documentazione è in fase di sviluppo pertanto sarà opportuno verificare presso le Strutture regionali e provinciali competenti il livello di aggiornamento raggiunto per il comune di riferimento.

2.1 Carte inventario in scala 1:10.000

Sono carte redatte durante lo svolgimento del Progetto Strategico 5.3 «Strumenti di gestione integrata del territorio e dell'ambiente - Attività di Progetto n. 5.3.1. «Definizione delle zone a rischio idrogeologico alla scala di sottobacino idrografico». Sono state realizzate su quattro aree campione: Valcamonica e Val di Scalve (BG, BS), alta Val Seriana (BG), bacino del torrente Staffora (PV) e territorio montano della provincia di Lecco (Tab. 3). Sono carte inventario dei fenomeni franosi in scala 1:10.000 e carte della pericolosità da frana in scala 1:25.000. Sono disponibili in consultazione presso la Struttura Rischi Idrogeologici.

TAB. 3 - Elenco comuni interessati da carte inventario alla data di pubblicazione della presente direttiva (entro la fine del 2001 tali inventari saranno disponibili su tutta l'area montana e collinare del territorio regionale)

Provincia	Comune
Bergamo	Ardesio, Azzone, Colere, Costa Volpino, Gandellino, Gromo, Oltressenda alta, Rogno, Rovetta, Schilpario, Valbondione, Valgoglio, Villa d'Ogno, Vilminore di Scalve

Provincia	Comune
Brescia	Angolo, Artogne, Berzo Demo, Berzo inferiore, Bienno, Borno, Braone, Breno, Capo di Ponte, Cedegolo, Cerveno, Ceto, Cevo, Cimbergo, Cividate camuno, Corteno Golgi, Darfo-Boario Terme, Edolo, Esine, Gianico, Incudine, Losine, Lozio, Malegno, Malonno, Monno, Niardo, Ono San Pietro, Ossimo, Paisco Loveno, Paspardo, Piancamuno, Piancogno, Pisogne, Ponte di Legno, Prestine, Saviole dell'Adamello, Sellero, Sonico, Temù, Vezza d'Oglio, Vione
Lecco	Abbadia Lariana, Ballabio, Barzio, Bellano, Calolziocorte, Carleno, Casargo, Cassina Valsassina, Cesana Brianza, Civate, Colico, Colle Brianza, Cortenova, Crandola Valsassina, Cremeno, Dervio, Dorio, Ello, Erve, Esino Lario, Galbiate, Garlate, Introbio, Introzzo, Lecco, Lierna, Malgrate, Mandello Lario, Margno, Moggio, Monte Marenzo, Morterone, Olginate, Oliveto Lario, Pagnona, Parlasco, Pasturo, Perledo, Pescate, Premana, Primaluna, Sueglio, Suello, Taceno, Tremenico, Torre de' Busi, Valgrehentino, Valmadrera, Varenna, Vendrogno, Vercurago, Vestreno
Pavia	Bagnaria, Borgo Priolo*, Borghoratto Mormorolo*, Bosnasco*, Brallo di Pregola, Broni*, Calvignano*, Canneto Pavese*, Castana*, Casteggio*, Cecima, Cervesina, Cicognola*, Codevilla, Corvino S. Quirico*, Fortunago, Godiasco, Gollerengo*, Lirio*, Menconico, Montalto Pavese*, Montebello della Battaglia*, Montecalvo Versiggia*, Montescano*, Montesegele, Montù Beccaria*, Mornico Losanna*, Oliva Gessi*, Pietra de' Giorgi*, Pontenizza, Redavalle*, Retorbido, Rivanazzano, Rocca de' Giorgi*, Rocca Susella, Romagnese*, Rovescala*, Ruino*, S. Damiano al Colle*, S. Giuletta*, S. Margherita Staffora, S. Maria della Versa*, Stradella*, Torrazza Coste*, Torricella Verzate*, Val di Nizza, Valverde, Varzi, Voghera, Volpara*, Zavattarello*, Zenevredo*

I comuni indicati con * hanno solamente la carta inventario.

Nelle medesime aree sono disponibili anche cartografie della pericolosità riferite ad alcune tipologie di dissesto (crolli, debris o frane di colata/scivolamento)

2.2 Archivi Dati Storici

Archivi realizzati in Data Base Access che riportano i dati relativi ai dissesti raccolti propedeuticamente alla realizzazione delle carte inventario. Sono attualmente disponibili per le province di Bergamo, Brescia, Como, Sondrio, Pavia e Varese.

2.3 Carte dei centri abitati instabili

Si tratta di monografie, con tavole in scala 1:10.000 o 1:25.000, afferenti al Progetto Speciale Centri Abitati Instabili del GNDCI dove vengono individuati i centri soggetti a dissesti (Tab. 4) che riguardano:

- Provincia di Sondrio con studio di 86 centri minacciati da fenomeni di dissesto
- Provincia di Pavia con studio di 32 centri minacciati da fenomeni di dissesto
- Provincia di Lecco con studio su 36 centri minacciati da fenomeni di dissesto.

Sono disponibili presso la Struttura Rischi Idrogeologici.

TAB. 4 – Elenco comuni con centri abitati instabili (SCAI)

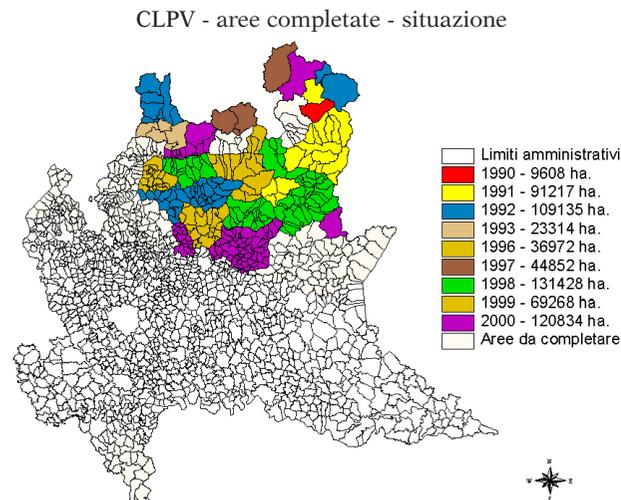
Provincia	Comune
Lecco	Abbadia Lariana, Ballabio, Barzio, Bellano, Casargo, Cesana Brianza, Civate, Colico, Cortenova, Dervio, Dorio, Erve, Galbiate, Garlate, Lecco, Margno, Monte Marengo, Oliveto Lario, Pagnona, Parlasco, Perledo, Pescate, Premana, Primaluna, Santa Maria Hoé, Torre de' Busi, Tremenico, Valmadrera, Varenna, Vendrogno, Vercurago
Pavia	Bagnaria, Borgo Priolo, Brallo di Pregola, Canneto Pavese, Cecima, Corvino S. Quirico, Menconico, Montalto Pavese, Montecalvo Versiggia, Montesegele, Rivanazzano, Rocca Susella, Romagnese, Rovescala, Santa Giuletta, S. Margherita Staffora, S. Maria della Versa, Val di Nizza, Varzi
Sondrio	Ardenno, Bema, Bormio, Caiolo, Campodolcino, Cedrasco, Chiavenna, Chiesa in Valmalenco, Colorina, Cosio Valtellino, Forcola, Fusine, Grosio, Grosotto, Lanzada, Lovero, Madesimo, Mazzo di Valtellina, Mese, Morbegno, Piateda, Piuro, Postalesio, Prata Camportaccio, Rogolo, Samolaco, San Giacomo Filippo, Sernio, Sondalo, Sondrio, Spriana, Talamona, Tartano, Teglio, Tirano, Torre di Santa Maria, Valdidentro, Valdisotto, Valfurva, Valmasino, Verceia, Villa di Chiavenna, Villa di Tirano

TAB. 5 – Studi idraulici

CORSI D'ACQUA	PROV.	COMUNE E LOCALITÀ	BACINO E SOTTOBACINO	TITOLO
LAMBRO, BEVERA DI MOLTEÑO – BEVERA DI VEDUGGIO –	MI CO LC	ALBIATE, ARCORE, ASSO, BARNI,, BIASSONO, BRIOSCO, CANZO, CARATE BRIANZA, CASLINO D'ERBA, CASTELMARTE, COSTA MASNAGA, ERBA, EUPILIO, GIUSSANO, INVERIGO, LAMBRUGO, LASNIGO, LESMO, MACHERIO, MAGREGGIO, MERONE, NIBIONNO, PONTE LAMBRO, ROGENO, SOVICO, TRIUG	LAMBRO	PROGETTO PRELIMINARE SISTEMAZIONE DEL FIUME LAMBRO A MONTE DI VILLASANTA
ZERRA	BG	ALBANO S. ALESSANDRO, COSTA DI MEZZATE, MONTELLO, S. PAOLO D'ARGON.	ADDA, Serio.	PROGETTO PRELIMINARE STUDIO ED OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE ZERRA FRA I COMUNI DI ALBANO S. ALESSANDRO E COSTA DI MEZZATE
BOZZENTE	CO VA MI	MOZZATE, CISLAGO, RESCALDINA, UBOLDO, ORIGGIO, LAINATE, NERVIANO, RHO.	OLONA	STUDIO IDROLOGICO – IDRAULICO, PROGETTAZIONE PRELIMINARE ED ESECUTIVA PER LA SISTEMAZIONE DEL TORRENTE BOZZENTE
COPPA	PV	CASTEGGIO, VERRETTO, CASATISMA, BRESSANA BOTTARONE.	COPPA	STUDIO E PROGETTO PRELIMINARE DEI LAVORI DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE COPPA DA CASTEGGIO ALLA FOCE
GANDOVERE, VAILA, CANALE, UGOLO, SOLDA, ROGGIA MAN	BS	GUSSAGO, RODENGO SAIANO, CASTEGNATO, TORBOLE CASAGLIA, RONCADELLE, CASTELMELLA, OME, MONTICELLI BRUSATI, PASSIRANO, PADERNO F., OSPITALETTO, TRAVAGLIATO.	OGLIO, MELLA.	STUDI PRELIMINARI E DI FATTIBILITÀ – SISTEMAZIONE IDRAULICA DEI TORRENTI GANDOVERE, VAILA, CANALE, UGOLO, SOLDA E DELLA ROGGIA MANDOLOSA AI FINI DI MODERAZIONE DELLE ESONDAZIONI NELLE LORO ASTE VALLIVE

2.4 Carta della localizzazione probabile delle valanghe

Carte in scala 1:25.000, la copertura territoriale è indicata in figura:



2.6 Studi idraulici

Si tratta di studi idraulici realizzati prevalentemente a supporto di progettazioni che in molti casi forniscono perimetrazioni di aree esondabili riferite a diversi tempi di ritorno (tab. 5).

CORSI D'ACQUA	PROV.	COMUNE E LOCALITÀ	BACINO E SOTTOBACINO	TITOLO
ARNO, RILE, TENORE	VA	ALBIZZATE, ARSAGO SEPRIO, BESNATE, BRUNELLO, CAIRATE, CARNAGO, CARONNO VARESINO, CASSANO MAGNAGO, CASTELSEPRIO, CASTRONNO, CAVARIA CON PREMEZZO, FAGNANO OLONA, GALLARATE, GAZZADA SCHIANNO, JERAGO CON ORAGO, MORAZZONE, OGGIONA CON S. STEFANO, SOLBIATE ARNO	OLONA	SISTEMAZIONE IDRAULICA E AMBIENTALE DEI TERRITORI APPARTENENTI AI BACINI IDROGRAFICI DEI TORRENTI ARNO, RILE E TENORE.
CURONE	PV	BASTIDA DÈ DOSSI, CORNALE, CASEI GEROLA.	CURONE	PROGETTO DI MASSIMA DELLA SISTEMAZIONE DELL'ALVEO DEL TORRENTE CURONE NEL TERRITORIO DELLA REGIONE LOMBARDIA
STAFFORA	PV	CERVESINA, VOGHERA, RIVANAZZANO, GODIASCO, PONTE NIZZA, CECIMA, VARZI, BAGNARIA, CASANOVA.	STAFFORA	STUDIO IDRAULICO E PROGETTAZIONE PRELIMINARE DELLE OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE STAFFORA DA CASANOVA A RIVANAZZANO
GUISA	MI	ARESE, BOLLATE, CERIANO LAGHETTO, CESATE, COGLIATE, GARBAGNATE MILANESE, LAZZATE, MISINTO.	OLONA	SISTEMAZIONE DEL TORRENTE GUISA - PROGETTO DI MASSIMA
TERRO', CERTESA ED AFFLUENTI	CO MI	ORSENIGO, MONTORFANO, ALZATE BRIANZA, BRENNIA, CARUGO, MARIANO COMENSE, CABIATE, MEDA, SEVESO, CESANO MADERNO.	LAMBRO, Seveso.	PROGETTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEI TORRENTI TERRO', CERTESA ED AFFLUENTI
OLONA	VA MI PV	VARESE, MALNATE, VEDANO OLONA, LOZZA, CASTIGLIONE OLONA, GORNATE OLONA, CASTELSEPRIO, LONATE CEPPINO, CAIRATE, FAGNANO OLONA, SOLBIATE OLONA, OLGiate OLONA, MARNATE, CASTELLANZA, LEGNANO, SAN VITTORE OLONA, CANEGRATE, PARABIAGO, NERVIANO, RHO, POGLIANO MI	OLONA	PROGETTO DI MASSIMA PER IL RIEQUILIBRIO IDRAULICO - AMBIENTALE DEL FIUME OLONA
LURA	CO MI	ARESE, BREGNANO, BULGAROGGRASSO, CADORAGO, CARONNO PERTUSELLA, FALOPPIO, GIRONICO, GUANZATE, LAINATE, LOMAZZO, LURATE CACCIVIO, RHO, ROVELLASCA, ROVELLO PORRO, UGGIATE TREVANO.	OLONA	PROGETTAZIONE DI MASSIMA DELLE OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DELL'ASTA DEL TORRENTE LURA
FONTANILE DI TRADATE, GRADALUSO	CO VA MI	CASTELNUOVO BOZZENTE, TRADATE, CARBONATE, LOCATE VARESINO, MOZZATE, CISLAGO, GORLA MINORE, ALBIATE.	OLONA	PROGETTO GENERALE DELLE OPERE IDRAULICHE PER IL CONTROLLO DELLE PIENE DEI CORSI D'ACQUA FONTANILE DI TRADATE E GRADALUSO E PER LA BONIFICA DELLE AREE DI SPAGLIAMENTO CIRCOSTANTI ALLE DISCARICHE CONTROLLATE DI R.S.U. SITE IN BOSCHI RAMASCIONI, VIGNA NUOVA
PIOVERNA	LC	BELLANO, INTROBIO, PASTURO.	ADDA	STUDIO E PERIMETRAZIONE DELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO DEL TORRENTE PIOVERNA NEI COMUNI DI BELLANO, INTROBIO E PASTURO (LC)
GARZA, NAVIGLIO BRESCIANO. (S. CARLO, RUDONE,)	BS	PREVALLE, PAITONE, NUVOLENTI, NUVOLERA, BOTTICINO, REZZATO, MAZZANO, BRESCIA, BOVEZZO, NAVE, CAINO.	OGLIO	PROGETTO PRELIMINARE SISTEMAZIONE IDRAULICA DEI BACINI IDROGRAFICI AFFERENTI AL TERRITORIO DEL COMUNE DI BRESCIA
SERIO	BG	VILLA D'OGNA, PIARIO, PARRE, PONTE NOSSA, CASNIGO, COLZATE, VERTOVA, FIORANO AL SERIO, GAZZANICA, CENE, ALBINO, PRADALUNGA, NEMBRO.	ADDA, Serio.	STUDIO E PERIMETRAZIONE DELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO DEL FIUME SERIO IN VARI COMUNI A MONTE DI NEMBRO (BG)
DORDO	BG	AMBIVERE, BONATE SOPRA, BONATE SOTTO, CHIGNOLO D'ISOLA, FILAGO, MADONE, MAPELLO, TERNO D'ISOLA.	ADDA, BREMBO	SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE DORDO NEI COMUNI DI: FILAGO, MADONE E BONATE SOTTO.
GOBBIA, FAIDANA	BS	LUMEZZANE	OGLIO, MELLA	SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE GOBBIA E AFFLUENTI A LUMEZZANE
RIO TORTO (INFERNO, D'AO', S. ANTONIO, BECK	LC	VALMADRERA, CIVATE	ADDA	STUDIO E PERIMETRAZIONE DELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO E PROGETTAZIONE PRELIMINARE DEGLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE RIO TORTO ED AFFLUENTI DI SINISTRA IN COMUNE DI VALMADRERA E CIVATE (LC) - PROGETTO GENERALE DEGLI INTERVENTI DI SIS
STAFFORA	PV	VOGHERA, PIZZALE, CERVESINA.	STAFFORA	PERIMETRAZIONE DELLE AREE INONDABILI DEL TORRENTE STAFFORA DA VOGHERA AL PO
LURIA, BRIGNOLO	PV	VOGHERA, PIZZALE, LUNGAVILLA, PANCARANA, BASTIDA PANCARANA.	LURIA	SISTEMAZIONI IDRAULICHE NEL BACINO DEL TORRENTE LURIA
SERIOLA ASOLANA	BS MN	ASOLA, CASALROMANO.	OGLIO, Chiese	PROGETTAZIONE PRELIMINARE PER LA REALIZZAZIONE DEL CANALE SCOLMATORE DELLA SERIOLA ASOLANA

CORSI D'ACQUA	PROV.	COMUNE E LOCALITÀ	BACINO E SOTTOBACINO	TITOLO
TICINELLO, NAVIGLIACCIO	MI PV	LACCHIARELLA, BINASCO, BUBBIANO, CALVIGNASCO, CASARILE, GIUSSAGO, VELLEZZO BELLINI, BORGARELLO, PAVIA.	TICINO	PROGETTO PRELIMINARE – SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL COLATORE TICINELLO E DEL NAVIGLIACCIO IN PROVINCIA DI MILANO E PAVIA
TROBBIA, CAVA PISSANEGRA, CAVETTA, FOSCO TROBBI	CO MI	VERDERIO, BELLINZAGO LOMBARDO, TREZZO, CASSANO D'ADDA, CAVENAGO, GESSATE, MASATE, BASIANO, CALUSCO D'ADDA, BERNAREGGIO, CORNATE D'ADDA, AICURZIO, SULBIATE, MEZZAGO, COLNAGO, BELLUSCO, BUSNAGO, ORNAGO, RONCELLO, GREZZAGO, TREZZANO ROSA, CAMBIAGO, INZAGO, G	ADDA	PROGETTAZIONE DI MASSIMA DELLE OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL BACINO DEL TORRENTE TROBBIA – SEZIONE DI CHIUSURA DI BELLINZAGO LOMBARDO
BORLEZZA	BG	CASTRO	OGLIO	LAVORI DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL BASSO CORSO DEL TORRENTE BORLEZZA IN COMUNE DI CASTRO (BG) – INQUADRAMENTO GENERALE IDROLOGICO E IDRAULICO E PROGETTO GENERALE DI MASSIMA
MELLA, SCOLMATORE AIGUETTE	BS	DELLO, OFFLAGA	OGLIO, MELLA	PROGETTO PRELIMINARE – CANALE SCOLMATORE IN COMUNE DI DELLO ED OFFLAGA
AGOGNA	PV	NICORVO, CERRETTO LOMELLINA, CASTELLO DI AGOGNA, OLEVANO DI LOMELLINA, VELEZZO LOMELLINA, LOMELLO.	AGOGNA	PROGETTAZIONE PRELIMINARE ED ESECUTIVA PER LA REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE AGOGNA IN PROVINCIA DI PAVIA
BACINO DEL BORLEZZA	BG	S. LORENZO DI ROVETTA, CASTIONE DELLA PRESOLANA, ONORE, FINO DEL MONTE, ROVETTA, SONGAVAZZO, CERETE BASSO, SOVERE, PIANICO, CASTRO, POLTRAGNO, FONTENO PIAZZA,.	OGLIO, BORLEZZA	STUDI DI BASE E PROGETTAZIONE PRELIMINARE DEGLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA DEL BACINO DEL TORRENTE BORLEZZA – RILIEVI TOPOGRAFICI E STUDI DI BASE
TORRENTE BOLLETTA, RIO DEI PONTICELLI (ROGGIA MOLI)	VA	PORTO CERESIO, BESANO, CUASSO AL MONTE.	TICINO	PROGETTO PRELIMINARE PER LA SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL LAGO CERESIO
DEZZO	BG	AZZONE, COLERE, SCHILPARIO	OGLIO	PROGETTAZIONE PRELIMINARE PER LA REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE DEZZO NEI COMUNI DI AZZONE, COLERE E SCHILPARIO (BG)
NAVIGLIO CIVICO, ROBECCO, MORBASCO, CERCA, MORTA.	CR	CREMONA	OGLIO	PERIMETRAZIONE DELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO E PROGETTO PRELIMINARE DEL CANALE SCOLMATORE A DIFESA DELLA CITTÀ DI CREMONA

3. Documentazione consultabile

Si tratta di elaborati di vario genere utili da consultare per la stesura degli studi geologici e disponibili presso le Strutture geologiche regionali

- Monografie sulle conoidi alpine: studio in corso su 40 conoidi delle Province di LC, SO, BS, BG, CO con zonazione della pericolosità.
- Cartografia geologica predisposta dalla Struttura Analisi e informazioni territoriali nell'ambito del Progetto CARG (Carta Geologica) che interessa attualmente 10 Fogli IGM alla scala 1:50.000, localizzati nei settori alpino e prealpino delle Province di Sondrio, Lecco, Bergamo e Brescia (Fogli I.G.M. 24 *Bormio*, 41 *Ponte di Legno*, 56 *Sondrio*, 57 *Malonno*, 76 *Lecco*, 77 *Clusone*, 78 *Breno*, 97 *Vimercate*, 98 *Bergamo* e 99 *Iseo*); sono inoltre in programma ulteriori Fogli nelle Alpi Bresciane, nella Pianura Milanese e nell'Oltrepò Pavese (Fogli I.G.M. 79 *Bagolino p.p.*, 96 *Seregno*, 118 *Milano* e 178 *Voghera*).
- Archivio dell'U.O. Attività Generali e di Conoscenza del Territorio con relazioni di sopralluogo e studi geologici di supporto alla progettazione di opere di difesa del suolo.
- Carte geoambientali
- Progetti ordinanze eventi calamitosi
- Schede frane della Provincia di Sondrio
- Studi sul rischio sismico:
 1. Determinazione del rischio sismico a fini urbanistici in Lombardia» volume + cartografia. Regione Lombardia 1996
 2. Analisi del comportamento di edifici dei centri storici in zona sismica nella Regione Lombardia» volume. Regione Lombardia 1998
 3. «Valutazione della stabilità dei versanti in condizioni statiche e dinamiche nella zona campione dell'Oltrepò

Pavese» volume + cartografia + CD-rom. Regione Lombardia 1998

4. «Carta dei movimenti franosi» – 15 tavole della C.T.R. a scala 1:10.000 della zona dell'Oltrepò Pavese». Regione Lombardia 1998
5. «Carta dello spostamento potenziale del terreno in condizioni dinamiche» – 15 tavole della C.T.R. a scala 1:10.000 della zona dell'Oltrepò Pavese». Regione Lombardia 1998
6. «Scenari di rischio idrogeologico in condizioni dinamiche per alcuni versanti tipo dell'Oltrepò pavese valutati tramite caratterizzazione geotecnica» volume + cartografia. Regione Lombardia 1999
7. «Analisi di stabilità in condizioni dinamiche e pseudo-statiche di alcune tipologie di frane di crollo finalizzata alla stesura di modelli di indagine e di interventi». volume + cartografia + CD-rom Regione Lombardia 2000
8. «Vulnerabilità sismica delle infrastrutture a rete in zona campione della Regione Lombardia» volume + cartografia + CD-rom. Regione Lombardia 2000
- Studi sul rischio di esondazione dal punto di vista storico-geomorfologico
 1. «Individuazione delle zone potenzialmente inondabili dal punto di vista storico e geomorfologico ai fini urbanistici – Torrente Staffora (PV)». Studio IRer + cartografia 1999
 2. «Individuazione delle zone potenzialmente inondabili dal punto di vista storico e geomorfologico ai fini urbanistici – Torrente Pioverna (LC) e Fiume Serio (BG)». - Studio IRer + cartografie + CD-rom 1999
 3. «Individuazione delle zone potenzialmente inondabili dal punto di vista storico e geomorfologico ai fini urbanistici – Fiume Oglio (Alta Valcamonica) – in corso di pubblicazione.

ALLEGATO 2

PROCEDURE PER LA VALUTAZIONE E LA ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO DA FRANA IN REGIONE LOMBARDIA**1. Introduzione***1.1 Contenuti delle procedure*

Il metodo di studio di seguito illustrato è stato sviluppato dalla Struttura Rischi Idrogeologici della Regione Lombardia per fornire degli standard di lavoro ed uniformare i metodi di raccolta e di analisi dei dati sulle frane. Il metodo è stato messo a punto sulla base di una precedente esperienza effettuata nell'ambito degli studi per le perimetrazioni di pericolosità e rischio ai sensi della l. 267/98, tenendo in considerazione le problematiche emerse in questa prima fase di applicazione.

Si tratta di un metodo speditivo di valutazione della pericolosità (susceptibilità) da frana che permette di zonare il territorio secondo classi di pericolosità e di rischio relativi differenti. Questa zonazione è rivolta ad aree limitate e circoscritte ed è applicabile ad una scala di dettaglio.

Il metodo è costituito da procedure specifiche per la valutazione della pericolosità applicabili alle principali tipologie di frana presenti sul territorio lombardo. Il passaggio dalla pericolosità al rischio è stato affrontato in maniera molto semplificata in quanto è stata considerata prioritaria la definizione della pericolosità perché più complessa e propedeutica al rischio. Di norma dovrà essere prodotta solo la carta di zonazione della pericolosità mentre la carta del rischio verrà fornita solo quando richiesta.

I valori di pericolosità finale ottenuti per le diverse tipologie di frana hanno diverso significato e quindi vengono valutati in modo differente nel loro utilizzo per la pianificazione territoriale. Questi non vanno quindi considerati come valori assoluti di pericolosità e non possono essere effettuati confronti tra fenomeno e fenomeno.

Le frane che non rientrano nelle categorie qui previste (valanghe di roccia, frane di scivolamento lente in roccia, ecc.) non possono venire studiate secondo metodi generalizzati come il presente, in quanto la complessità dei meccanismi coinvolti necessita di analisi specifiche, ciascuna adatta al singolo caso.

La zonazione della pericolosità risultante dall'applicazione delle procedure è relativa al sito indagato e non è confrontabile con altri siti studiati separatamente, in quanto ciascun sito risulterà sempre suddiviso in aree a pericolosità da bassa a elevata, indipendentemente dal valore assoluto della pericolosità. Nei casi in cui la probabilità di accadimento del fenomeno studiato sia molto bassa, le procedure prevedono dei valori soglia al di sotto dei quali la zonazione della pericolosità non è più significativa. Una comparazione a scala regionale del livello di pericolosità presente nei diversi siti è di competenza della scrivente Struttura e non è basata unicamente sulle risultanze dell'applicazione delle presenti procedure.

Nelle procedure che verranno descritte di seguito la pericolosità viene valutata in due fasi. Una prima fase prende in considerazione i fattori preparatori e definisce una pericolosità preliminare, la seconda considera i fattori che indicano l'attività o le cause innescanti e permette di valutare la pericolosità finale.

Una valutazione rigorosa della pericolosità dovrebbe tener conto dell'intensità del fenomeno che dipende da volume e velocità e della probabilità d'accadimento che andrebbe valutata in base a serie storiche da cui ricavare periodi di ritorno. Spesso questo non è possibile in un processo speditivo in quanto i tempi ristretti non consentono un'adeguata raccolta dati; per questo motivo sono stati scelti parametri semi-quantitativi per effettuare la zonazione.

Nei casi in cui siano presenti più tipologie di frana le zonazioni della pericolosità vengono sovrapposte e viene ritenuto valido il valore più elevato.

Queste procedure potranno in futuro subire parziali modifiche dovute ad aggiornamenti anche in funzione di commenti costruttivi da parte degli utilizzatori.

A completamento di ogni procedura viene indicata la documentazione da produrre per ogni sito studiato che comprende una relazione geologico-tecnica illustrativa, schede descrittive ed elaborati cartografici; sarà inoltre indispensabile una documentazione fotografica. Dovranno essere citate in

bibliografia tutte le fonti utilizzate ed in particolare quelle riguardanti la cartografia.

Il materiale bibliografico e quello cartografico, a cui è fatto riferimento nel testo, è a disposizione presso la scrivente Struttura, a cui ci si può rivolgere per delucidazioni in merito alle presenti procedure. Inoltre, sono disponibili in visione le carte inventario delle frane a scala 1:10.000 che attualmente coprono circa 3000 km² del territorio montano della Lombardia.

La cartografia allegata dovrà essere redatta secondo una specifica legenda (allegato 10) che riporta i diversi elementi dissesto, gli aspetti idrogeologici e le opere di difesa, di sistemazione e di monitoraggio presenti.

Tutta la documentazione dovrà essere fornita anche su supporto digitale e in particolare i documenti di testo in file compatibili con i correnti sistemi di videoscrittura e gli elaborati cartografici in formato shape files.

1.2 Utilizzo delle procedure

Le procedure di seguito illustrate presentano campi di applicazione ben definiti e circoscritti. In particolare si evidenzia che vanno applicate a scala locale, su una serie di fenomeni e siti predefiniti attraverso un'analisi di pericolosità su area vasta o mediante criteri specifici che permettano di fare emergere quelle situazioni di criticità più elevata su cui concentrare le attenzioni.

I campi di applicazione delle procedure sono: la pianificazione territoriale a scala locale; la progettazione di opere e di interventi di difesa idrogeologica; il supporto alle pianificazioni di settore legate al tema della Protezione Civile (piani di emergenza per le situazioni critiche).

Le procedure potranno essere efficacemente utilizzate se, ad esempio, per un determinato territorio, è già stato effettuato o è contestualmente in corso lo studio geologico a supporto degli strumenti di pianificazione territoriale locale, previsto dalla legge regionale n. 41/97. Nell'ambito di questi studi vengono analizzate le caratteristiche di pericolosità di tutto il territorio comunale, zonando secondo classi di fattibilità geologica le aree di interesse urbanistico, mentre con l'applicazione delle procedure in questione si potrà:

1. definire in modo più dettagliato gli ambiti omogenei di pericolosità su cui applicare le classi di fattibilità geologica;
2. approfondire le conoscenze per poter valutare la effettiva appartenenza di un ambito di pericolosità e di conseguenza ad una determinata classe di fattibilità geologica;
3. dettagliare ed approfondire le informazioni e le relative zonazioni di pericolosità e rischio su alcuni siti di particolare interesse delle diverse Amministrazioni pubbliche.

Analogamente, come già sperimentato nel caso delle perimetrazioni definite ai sensi della legge 267/98, si potranno utilizzare queste procedure per incrementare le conoscenze, dettagliare ulteriormente e/o modificare le perimetrazioni dei siti a rischio già individuati ed oggetto di particolari misure di salvaguardia.

Non meno importante è il campo di applicazione delle procedure per la definizione dei progetti di opere ed interventi di difesa del suolo. In particolare, le procedure vanno utilizzate per la definizione dei livelli di pericolosità cui le opere devono far fronte, in modo da evidenziare l'effettiva mitigazione della pericolosità e del rischio che l'intervento di difesa deve conseguire. Le procedure potranno quindi essere applicate all'interno delle relazioni geologiche e geotecniche di supporto alla progettazione preliminare degli interventi, per definire ad esempio la tipologia e l'ubicazione di eventuali opere in rapporto con il fenomeno studiato e lo stato di pericolo generato.

Da ultimo, le procedure potranno efficacemente essere utilizzate anche per la predisposizione di Piani d'emergenza con finalità di protezione civile su situazioni locali. In particolare, le valutazioni e le zonazioni della pericolosità e del rischio derivate dall'applicazione delle procedure sono un insostituibile punto di partenza per la definizione degli scenari di evento e di rischio a cui collegare le misure e le procedure di protezione civile.

2. La zonazione della pericolosità

Le procedure per la zonazione della pericolosità sono di seguito descritte nel dettaglio; tali procedure comprendono le

principali tipologie di frana osservate sul territorio lombardo, quali:

- crolli di singoli massi e crolli in massa,
- scivolamenti e colate superficiali,
- scivolamenti, scivolamenti-colate e colate di grandi dimensioni,
- trasporto in massa su conoidi.

2.1 La zonazione della pericolosità generata da crolli in roccia

Per la zonazione della pericolosità generata da crolli in roccia sono state create due procedure differenti, una per crolli di singoli massi o per crolli di massi fino ad una volumetria massima complessiva di circa 1000 m³ e un'altra per crolli in massa (volumetrie tra 1000 e alcune centinaia di migliaia di metri cubi).

2.1.1 Crolli di singoli massi o inferiori a 1000 m³

La procedura adottata, denominata R.H.A.P. (*Rockfall Hazard Assessment Procedure*), è valida per crolli di singoli blocchi o per crolli di massi fino ad una volumetria massima complessiva di 1000 m³. Questa procedura comprende più fasi.

Il primo passo è l'individuazione dei settori di parete rocciosa potenziale origine di crolli. Segue quindi la delimitazione d'aree omogenee in funzione di:

1. caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso ricavate da rilievi in sito;
2. morfologia del versante lungo le traiettorie di discesa (zone di transito e d'arresto) dei blocchi, come ad esempio altezza della parete e pendenza del versante sottostante;
3. presenza di opere di difesa, di cui vanno valutati le caratteristiche di assorbimento di energia e il loro stato di efficienza;

questi parametri vengono poi utilizzati nella modellazione numerica.

In ciascuna delle aree omogenee così definite, sono scelte, in pianta, una o più traiettorie di discesa dei blocchi su cui effettuare analisi di rotolamento tramite simulazioni di caduta con modelli numerici di tipo stocastico supportate da rilievi geomeccanici e da osservazione degli accumuli di detrito.

Le simulazioni di caduta con modelli numerici (cinematici e/o dinamici) vanno effettuate prendendo in considerazione i seguenti parametri:

- zona di partenza dei blocchi: la sommità della parete;
- volumetria dei massi: le dimensioni modali, valutate tramite analisi statistica (istogramma di frequenza) del detrito al piede della parete in esame e/o in base alla fratturazione in parete, ricavata da rilievi geomeccanici. Possono essere considerati più valori modali nel caso in cui la distribuzione sia bi- o poli-modale. Oltre ai volumi modali si prenda in considerazione anche il volume maggiore o quello del blocco che ha raggiunto la distanza massima ed eventualmente il blocco potenzialmente instabile di maggiori dimensioni riscontrato in parete;
- forma: dovrà essere utilizzata nella simulazione la forma più simile alla forma modale osservata nel detrito o in parete oppure la forma fisicamente più sfavorevole;
- coefficienti di restituzione e rugosità (allegato 11): vanno valutati attraverso un rilievo puntuale delle traiettorie di caduta, sia reali che ipotizzate, prestando particolare attenzione al tipo di superficie, tipo di vegetazione presente, profondità e distanza tra solchi di impatti precedenti, eventuali danni a strutture e piante, ecc. La valutazione dei coefficienti di restituzione andrà effettuata quando possibile anche attraverso calibrazioni tramite eventi pregressi;
- numero di simulazioni: essendo questa analisi di tipo probabilistico, è necessario effettuare numerose simulazioni di caduta (si consigliano almeno 1000 cadute per ogni traiettoria).

In base ai risultati delle analisi di rotolamento massi, si esegue una zonazione longitudinale preliminare delle traiettorie di caduta suddividendole in 3 zone:

- a) di transito e di arresto del 70% dei blocchi;
- b) di arresto del 95% dei blocchi;
- c) di arresto del 100% dei blocchi.

Queste percentuali sono valutate sulla totalità delle simulazioni effettuate, per ogni traiettoria, sui blocchi modali di

qualsiasi forma considerata e verrà tenuta in considerazione la zonazione longitudinale più sfavorevole. A queste zone vengono assegnate le classi di pericolosità relativa: 4 (a), 3 (b), 2 (c). In aggiunta si delimita un'area di bassa pericolosità (valore 1) utilizzando la distanza massima raggiunta dal blocco di maggiori dimensioni oppure la distanza massima raggiunta da massi di crolli precedenti.

Successivamente si valuta la probabilità di accadimento del fenomeno in ciascuna delle aree omogenee, definendo la propensione al distacco dei blocchi. A tale scopo si suddivide la parete in maglie, con lato da 5 m fino a 20 m, secondo la complessità geomeccanica dell'area omogenea o in base alle dimensioni della parete.

Area omogenea 1		Area omogenea 2		Area omogenea 3	
	2		1		2 1
3		3	2 2		3
	3 4		1 2		1
	2 2		1	2	2
2			2 1		

Figura 1 – Schema di valutazione dell'attività relativa delle aree omogenee di origine dei crolli. Ogni area omogenea è suddivisa in maglie in ciascuna delle quali è riportato il numero degli elementi di instabilità riscontrati.

Area omogenea 1 – numero totale elementi di instabilità presenti: 18 su 75 (numero massimo ottenibile di elementi di instabilità per l'area omogenea) – percentuale di attività relativa: 24% (alta).

Area omogenea 2 – numero totale elementi di instabilità presenti: 17 su 100 – percentuale di attività: 17% (media).

Area omogenea 3 – numero totale elementi di instabilità presenti: 9 su 75 – percentuale di attività: 12% (bassa).

In questa rappresentazione i limiti tra le aree omogenee sono stati schematizzati con delle linee rette e sono state considerate solo separazioni verticali. Nella realtà possono verificarsi casi molto più complessi.

Per ciascuna maglia si verifica la presenza dei seguenti elementi di instabilità:

- fratture aperte con evidenze di attività associate a cinematismi possibili;
- blocchi ruotati;
- zone intensamente fratturate;
- superfici non alterate che testimoniano recenti distacchi;
- emergenze di acqua alla base dei blocchi.

Per ogni maglia viene quindi indicato il numero degli elementi di instabilità presenti. Poi, per ogni area omogenea viene calcolata la somma di tutti gli elementi di instabilità presenti e viene ricavata la percentuale di attività in relazione al numero massimo ottenibile nell'area omogenea, dando a ciascuna maglia il valore massimo 5 (Fig. 1).

In base alle percentuali così ricavate, le aree omogenee vengono raggruppate in 3 gruppi a differente attività relativa per il sito indagato: alta, media, bassa. Non vengono indicati valori di percentuali di riferimento assolute per evitare che gran parte delle aree omogenee risultino avere lo stesso valore di pericolosità, impedendo una zonazione. Tuttavia, nel caso in cui tutte le aree omogenee presentino percentuali inferiori al 10% non si ritiene necessario effettuare la zonazione della pericolosità.

Spesso succede che le aree omogenee nelle zone di rotolamento e di arresto dei blocchi si sovrappongano parzialmente o anche totalmente; in tali casi la rappresentazione in carta risulterà dalla sovrapposizione delle aree omogenee, in modo che le aree ad attività maggiore risultino sovrapposte a quelle ad attività minore.

La zonazione finale della pericolosità viene definita utilizzando i valori delle classi di pericolosità relativa della zona di transito e accumulo dei blocchi, che vengono aumentati di 1, mantenuti costanti o diminuiti di 1 a seconda che le pareti sovrastanti appartengano ai gruppi di attività alta, media o bassa rispettivamente. Si possono così avere in totale 5 classi di pericolosità, da H1 a H5.

Esiste una tipologia di frana, assimilabile ai crolli, che non rientra nelle normali classificazioni e riguarda la caduta di blocchi, più o meno arrotondati, scalzati da depositi glaciali o da terrazzi fluvio-glaciali. Il meccanismo di rotolamento a

valle dei blocchi è del tutto assimilabile a quello dei crolli e quindi va seguita la procedura sopra descritta per quanto riguarda la determinazione della pericolosità preliminare. Per passare alla pericolosità finale si procede come per i crolli, sovrapponendo la griglia alle aree omogenee e valutando l'attività in funzione dei seguenti parametri:

- presenza di scollamenti tra matrice e blocchi;
- blocchi o ciottoli parzialmente ruotati nella matrice;
- blocchi in buona parte isolati rispetto alla matrice;
- superfici non alterate o incavi che testimoniano recenti distacchi;
- emergenze di acqua alla base dei blocchi.

Le varie fasi dello studio per i crolli andranno descritte in una relazione geologica che deve sviluppare i seguenti punti:

1. Inquadramento geologico-geomorfologico: geologia e geomorfologia di un intorno significativo dell'area in esame; dati esistenti sulle frane già avvenute.
2. Caratterizzazione delle aree omogenee: risultati e descrizione dei rilievi geomeccanici; descrizione dei parametri per la definizione delle aree omogenee e per la scelta delle traiettorie di caduta massi; modellazione statistica dei volumi e della forma dei blocchi (istogrammi di frequenza).
3. Simulazione della caduta massi: breve descrizione del codice di calcolo utilizzato e dei parametri di ingresso usati e in particolare i coefficienti di restituzione e la rugosità; risultati delle simulazioni di caduta massi, con visualizzazione dei rimbalzi lungo la traiettoria di caduta, istogrammi di frequenza di altezza dei rimbalzi, velocità, energia per ogni traiettoria analizzata e per un profilo standard che verrà fornito dalla presente Struttura (utile per la taratura dell'analisi).
4. Descrizione del calcolo delle percentuali di instabilità in parete delle aree omogenee.
5. Discussione dei risultati e conclusioni.

Allegati alla relazione sono previsti i seguenti elaborati cartografici e schede:

1. *carta di inquadramento geologico-geomorfologica*, con unità geologiche e principali elementi strutturali e geomorfologici (scala 1:10000), che può essere desunta da dati preesistenti a scala adeguata;
2. *carta dei dissesti con elementi morfologici*, in cui vanno riportati gli elementi morfologici dei dissesti, l'idrogeologia, le opere di difesa e di sistemazione, etc., come da legenda allegata (scala 1:1000 - 1:5000);
3. *carta delle aree omogenee*, in cui sono da riportare le diverse aree omogenee con le percentuali di attività, le traiettografie, le maglie con gli elementi di instabilità (scala 1:500 - 1:2000); nel caso in cui le maglie non siano rappresentabili in planimetria dovranno essere fornite fotografie della parete con sovrapposte le maglie utilizzate;
4. *carta della pericolosità preliminare*, con la zonazione preliminare della pericolosità da H2 a H4 (scala 1:500 - 1:2000);
5. *carta della pericolosità finale*, con la zonazione delle aree di pericolosità da H1 a H5 (scala 1:2000);
6. *scheda frane* del Servizio Geologico per tutta l'area considerata (allegato 5);
7. *scheda crolli* per ogni singola area omogenea (allegato 5.1);
8. *scheda di rilevamento geomeccanico* per ogni stazione (allegato 5.2).

2.1.2 Crolli in massa

Per crolli in massa si intendono frane con volumetria compresa tra i 1000 m³ e qualche centinaia di migliaia di metri cubi.

La procedura proposta prevede, per il sito studiato, l'identificazione delle aree soggette a crolli in massa potenziali, rilevando le fratture aperte che isolano volumi di roccia potenzialmente instabili, in zone limitrofe a crolli già avvenuti o in zone che non sono ancora state soggette a franamenti.

Successivamente, per ogni area, si determinano, se possibile, i volumi minimi, medi e massimi potenzialmente instabili, includendo l'eventuale ampliamento della nicchia di distacco di fenomeni già avvenuti. In base a queste volumetrie si calco-

lano le distanze massime raggiungibili e le relative aree di espansione dell'accumulo per ciascun volume secondo i metodi empirici disponibili in letteratura. SCHEIDEGGER (1973) fornisce la formula

$$\log f = a^* \log V + b,$$

in cui $f = H/x$; in tal modo è possibile calcolare la distanza massima raggiungibile dalla frana (x) inserendo i valori di dislivello (H) in metri, il volume presunto (V) e le due costanti $a = -0.15666$ e $b = 0.62419$. DAVIES (1982) propone invece un legame tra il volume (V) e la distanza raggiunta (R_a), secondo la formula

$$R_a = 9.98 V^{0.33}.$$

Anche TIANCHI (1983) mette in relazione il volume (V) della frana con la distanza raggiunta (L), secondo la formula:

$$\log (H/L) = A + B \log V,$$

in cui H è il dislivello e A e B due costanti del valore rispettivo 0.6640 e -0.1529. Un legame tra distanza raggiunta dalla frana, il volume e la pendenza è proposto da HUTCHINSON (1988) in un diagramma che, per le volumetrie qui considerate, si riferisce a dati ricavati da crolli in calcari porosi (*chalk*). Andrà utilizzato il metodo empirico più adatto alle volumetrie ipotizzate e alle caratteristiche litologiche del sito. La larghezza e la forma dell'accumulo di frana vanno delimitate tenendo conto della morfologia del pendio e dell'area di possibile espansione (vedi per esempio: NICOLETTI & SORRISO-VALVO, 1991).

I metodi sopra citati sono validi soprattutto per volumetrie elevate; per i crolli di poche migliaia di m³ si possono utilizzare metodi basati sulle linee di energia (es. HEIM, 1932) associandoli a simulazioni di caduta massi.

La zonazione della pericolosità preliminare dell'accumulo può essere valutata in due modi che possono essere integrati tra loro. Preferibilmente si utilizzeranno le tre volumetrie identificate (minima, media, massima) per ogni area; se questo non è possibile si applicheranno più metodi empirici che risulteranno più o meno conservativi. In questo modo si distingueranno tre distanze massime raggiungibili dalla frana e quindi tre zone di pericolosità relativa decrescenti (4, 3, 2) verso le zone più distanti.

Per valutare l'attività delle aree di distacco e quindi passare alla pericolosità finale, le aree di distacco andranno classificate nel seguente modo:

- non attive - se vi sono fratture aperte senza sintomi di movimento. Questa condizione è evidenziata ad esempio, dalla presenza di vegetazione antica all'interno della frattura, dall'assenza di evidenze di crolli recenti in parete e fattori innescanti quali infiltrazioni d'acqua, ecc;
- quiescenti - se sono presenti fratture aperte e persistenti e se vi è possibilità cinematica di movimento della porzione di ammasso roccioso in esame;
- attive - se, oltre ai sintomi precedenti, vi sono anche fratture con superfici non alterate, evidenze di frequenti crolli di blocchi, blocchi ruotati, emergenze di acqua, piante con radici tirate.

A questo punto il valore della pericolosità viene diminuito, mantenuto costante o aumentato di 1 a seconda che la zona di distacco sia stata classificata non attiva, quiescente o attiva rispettivamente. In questo modo si ottiene la zonazione finale della pericolosità con le 5 possibili classi da H1 a H5. Spesso può succedere che si sovrappongano diverse aree di accumulo con la loro rispettiva zonazione; la zonazione totale dell'intera area risulterà dalla sovrapposizione delle zonazioni, in modo che le aree a pericolosità maggiore risultino sovrapposte a quelle di pericolosità minore.

Le varie fasi dello studio andranno descritte in una relazione geologica che deve sviluppare i seguenti punti:

1. Inquadramento geologico-geomorfologico: geologia e geomorfologia di un intorno significativo dell'area in esame; dati esistenti sulle frane già avvenute.
2. Caratterizzazione delle aree potenziali di crollo in massa: risultati e descrizione dei rilievi geomeccanici; descrizione delle principali discontinuità e delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso; eventuali dati di monitoraggio; definizione dei volumi potenzialmente instabili (scenari di instabilità); descrizione del pendio sottostante.
3. Valutazione delle aree di espansione: scelta del metodo e dei parametri utilizzati.

4. Valutazione dello stato di attività delle aree potenzialmente instabili.

5. Discussione dei risultati e conclusioni.

Allegati alla relazione sono previsti i seguenti elaborati cartografici e schede:

1. *carta di inquadramento geologico-geomorfologica*, con unità geologiche e principali elementi strutturali e geomorfologici (scala 1:10000) che può essere desunta da dati preesistenti a scala adeguata;

2. *carta dei dissesti con elementi morfologici*, in cui vanno riportati gli elementi morfologici dei dissesti, l'idrogeologia, le opere di difesa e di sistemazione, etc., come da legenda allegata (scala 1:2000 - 1:5000);

3. *carta delle aree potenziali di crollo e della pericolosità preliminare*, in cui sono da riportare le zone potenzialmente instabili e le diverse aree di espansione, con zonazione preliminare della pericolosità (scala 1:2000 - 1:5000); se la parete origine del crollo è molto acclive, è meglio allegare fotografie con delimitate graficamente le aree potenziali di crollo;

4. *carta della pericolosità finale*, con la zonazione delle aree di pericolosità da H1 a H5 (scala 1:2000 - 1:5000);

5. *scheda frane* del Servizio Geologico per tutta l'area considerata (allegato 5);

6. *scheda di rilevamento geomeccanico* per ogni stazione (allegato 5.2).

2.2 La zonazione della pericolosità generata da colate di terreno e da scivolamenti che evolvono in colate

Questa procedura viene applicata alle colate e agli scivolamenti in terreno che possono evolvere in colate. Si tratta di fenomeni diffusi su ampie aree e generalmente di piccola volumetria (fino a 1000 m³), che interessano la parte superiore dei depositi superficiali (in generale fino a un massimo di 2 m di spessore).

Per valutare la probabilità di innesco di colate e scivolamenti, si devono individuare le aree coperte dai depositi superficiali che possono essere rimobilizzate in caso di forti piogge, prendendo in considerazione l'intero versante, fino eventualmente alla cresta. Una volta individuate, queste aree devono essere suddivise in zone a pendenza e caratteristiche di resistenza al taglio (valutata in base alla litofacies e alla granulometria riconosciuta in sito, o eventualmente tramite analisi granulometriche) omogenee. Per la definizione della granulometria si consiglia di utilizzare la classificazione dei terreni U.S.C.S. (*Unified Classification System for Soils*). Nel caso in cui vi siano depositi che presentano mescolanze di varie classi granulometriche viene considerata la classe granulometrica più rappresentata (valori modali) oppure quella di granulometria inferiore (argilla e limo), se presente in percentuali superiori al 25% o se forma orizzonti continui di spessore almeno centimetrico.

Per quanto riguarda la pendenza devono essere individuate almeno 3 classi in funzione delle caratteristiche morfologiche del versante (naturalmente solo per le aree in terreno).

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza al taglio, queste dovranno essere valutate (in termini di coesione e attrito) per ogni litofacies riconosciuta. A questo scopo, si utilizzano se possibile dati derivati da prove di laboratorio sulle litologie del sito indagato. In mancanza di questi dati, possono essere utilizzate correlazioni empiriche che mettono in relazione i risultati di semplici prove in sito con i parametri di resistenza al taglio, come ad esempio *Vane test* e *pocket-penetrometer* per la coesione non drenata (C_u) per i terreni coesivi. Per i terreni non coesivi si possono utilizzare correlazioni tra la densità relativa e l'angolo di attrito (allegato 11).

La sovrapposizione dei due tipi di aree sopra definite fornirà una serie di aree omogenee ciascuna caratterizzata da classi di valori di pendenza, angolo d'attrito e coesione. Questi valori vengono utilizzati per ricavare speditivamente il fattore di sicurezza (F_s) usando il metodo del pendio indefinito, di facile applicazione mediante l'utilizzo di sistemi GIS, oppure le carte di stabilità più adatte alle condizioni morfologiche, idrogeologiche e geomeccaniche del versante. Naturalmente, se sono disponibili dati più dettagliati e affidabili, è possibile procedere ad analisi di stabilità con metodi più rigorosi.

A questo punto è possibile procedere alla valutazione preliminare della pericolosità, che è funzione del fattore di sicurezza ricavato:

- $F_s = 1.40 - 2.00$ - pericolosità preliminare = 2

- $F_s = 1.20 - 1.40$ - pericolosità preliminare = 3

- $F_s = 1.00 - 1.20$ - pericolosità preliminare = 4

Per valutare la pericolosità finale dell'area vanno presi in considerazione altri due parametri: possibili concentrazioni d'acqua e tipologia della vegetazione.

Per quanto riguarda le concentrazioni di acqua andrà verificata la presenza di:

- condizioni morfologiche sfavorevoli (es. piccoli impluvi, vallecole, ecc.) tenendo anche conto, ove possibile, della morfologia sepolta (forma del substrato roccioso, paleovalvi, ecc.)

- livelli argillosi o variazioni di permeabilità nel terreno;

- interventi antropici (muretti a secco, canalette, tornanti stradali, fossi, scarichi, etc.).

Per quanto riguarda la tipologia della vegetazione andrà diversificata in funzione della profondità degli apparati radicali della vegetazione d'alto fusto.

Nel caso in cui siano presenti uno o più fattori di concentrazione delle acque, il valore della pericolosità preliminare viene aumentato di 1. Solo nel caso in cui si ritenga che la profondità dell'apparato radicale della vegetazione presente sia superiore a quella delle potenziali superfici di scivolamento, sarà possibile diminuire di 1 il valore della pericolosità preliminare. Questa variazione di pericolosità va effettuata su tutta l'area omogenea se i fattori sopra elencati sono diffusi su tutta l'area; limitatamente alla zona di influenza del fenomeno se il fattore interessa solo alcune porzioni dell'area omogenea.

Infine occorre calcolare la pericolosità nelle zone di accumulo delle frane qui prese in considerazione. In generale si possono presentare due casi: scivolamenti non incanalati e colate o scivolamenti che evolvono in colate incanalate. La valutazione della pericolosità delle zone di accumulo va fatta solo nei casi in cui le zone di potenziale distacco si trovino in aree a pericolosità totale medio-alta (3, 4 e 5).

Vanno considerati per primi gli scivolamenti non incanalati. In questo caso lo spostamento è in genere limitato e il volume dell'accumulo non è molto superiore al volume della massa staccatasi, in quanto non viene preso in carico ulteriore materiale durante il movimento. Quindi per questi fenomeni può essere considerato sufficiente calcolare la distanza massima raggiungibile dalla frana. La formula più semplice e di immediata applicazione per la stima delle distanze massime (L , in metri) di arresto dei materiali franati in relazione all'altezza (H , in metri) del punto di distacco è:

$$L = 46,91 * \log(H + 3) - 22,38$$

dovuta a Govi *et al.* (1985). L'altezza H viene valutata come il dislivello tra il punto topograficamente più alto dell'area di possibile distacco e una zona sottostante, a bassa pendenza o pianeggiante, in cui è possibile l'accumulo. Nel caso in cui l'area di possibile distacco sia particolarmente ampia si valuterà l'altezza H e quindi la lunghezza L su più sezioni.

Una volta calcolata la distanza massima, si delimita l'area di possibile espansione che avrà ampiezza minima pari a quella della nicchia da cui il distacco è stato ipotizzato. Il valore di pericolosità di questa zona d'accumulo sarà pari a quello della zona di distacco.

Le colate o gli scivolamenti che evolvono in colate incanalate, presentano percorsi prevedibili e talora di notevole lunghezza; inoltre i volumi possono subire incrementi nel caso in cui venga asportato materiale lungo l'impluvio. Per ogni singolo impluvio va dapprima individuata l'area pianeggiante di possibile accumulo (in genere in fondovalle o alle confluenze) e quindi si procede alla zonazione concentrica dell'area di accumulo. L'estensione dell'accumulo è funzione dello spessore del terreno nelle zone di distacco, della quantità di materiale asportabile lungo il canale e/o immesso nell'asta principale dai tributari o proveniente da altri eventi franosi verificatisi in impluvi confluenti, e dalla morfologia della zona di accumulo. La zonazione viene effettuata secondo tre classi di pericolosità decrescenti verso l'esterno, in cui la massima pericolosità sarà pari a quella della zona di distacco. Nel caso in cui il materiale appartenente ad aree di possibile distacco a pericolosità diversa confluisca nello stesso impluvio, il valore massimo dell'accumulo sarà quello dell'area a pericolosità più elevata. Lo stesso valore andrà anche attribuito alla zona di transito della colata (impluvio) e ad eventuali zone in cui è ipotizzabile una fuoriuscita del materiale dall'impluvio. Nel caso in cui lungo l'impluvio siano presenti

opere di sistemazione, si dovrà verificare la correttezza del dimensionamento delle opere in funzione della quantità di materiale mobilizzabile e la loro efficienza (stato di manutenzione). Se l'opera viene ritenuta efficace, il valore di pericolosità massimo dell'accumulo e quello lungo l'impluvio saranno diminuiti di 1.

La valutazione dell'area di accumulo della colata può essere effettuata con metodi semiempirici, quali quelli per la mappatura della zona di accumulo del materiale solido in prossimità di un improvviso cambiamento di pendenza (TAKAHASHI & YOSHIDA, 1979; LIU, 1996). In alternativa alla zonazione dell'area di accumulo, qualora questa fosse di difficile applicazione o non significativa, si deve considerare tutta l'area di accumulo della colata e assegnare ad essa il valore massimo di pericolosità ricavato come sopra.

Le varie fasi dello studio andranno descritte in una relazione geologica che deve sviluppare i seguenti punti.

1. Inquadramento geologico-geomorfologico: geologia e geomorfologia di un intorno significativo dell'area in esame; dati esistenti sulle frane già avvenute; dati sulla piovosità.
2. Caratterizzazione delle aree omogenee: descrizione accurata delle litofacies dei depositi superficiali e valutazione della loro granulometria e caratteristiche di resistenza al taglio; scelta delle classi di pendenza; descrizione dell'analisi speditiva di stabilità.
3. Condizioni del versante: analisi delle condizioni idrogeologiche del versante e degli impluvi; descrizione delle sorgenti e delle zone di concentrazione d'acqua; tipologia della vegetazione.
4. Zone di accumulo delle colate: descrizione dei metodi utilizzati per la delimitazione delle aree di accumulo.
5. Discussione dei risultati e conclusioni.

Allegati alla relazione sono previsti i seguenti elaborati cartografici e schede:

1. *carta di inquadramento geologico-geomorfologica*, con unità geologiche e principali elementi strutturali e geomorfologici (scala 1:10000) che può essere desunta da dati preesistenti a scala adeguata;
2. *carta dei dissesti con elementi morfologici*, in cui vanno riportati gli elementi morfologici dei dissesti, l'idrogeologia, le opere di difesa e di sistemazione, ecc., come da legenda allegata (scala 1:1000 - 1:5000);
3. *carta litotecnica*, in cui sono riportate le classi litologiche individuate con le rispettive caratteristiche di resistenza al taglio (scala 1:500 - 1:2000);
4. *carta delle aree omogenee*, in cui sono da riportare le diverse aree omogenee (scala 1:500 - 1:2000);
5. *carta della zonazione preliminare della pericolosità*, con la zonazione della pericolosità delle aree omogenee e delle zone di accumulo (scala 1:500 - 1:2000);
6. *carta della pericolosità finale*, con la zonazione della pericolosità delle aree omogenee e delle zone di accumulo (scala 1:2000);
7. *scheda colate* per ogni singola area omogenea (allegato 5.3);
8. *scheda frane* del Servizio Geologico per ogni frana già avvenuta nell'area considerata (allegato 5).

2.3 La zonazione della pericolosità generata scivolamenti, scivolamenti-colate e colate di grandi dimensioni

All'interno di questa categoria ricadono gli scivolamenti, scivolamenti-colate e colate con spessori superiori ai 2 metri e con volumetrie superiori ai 1000 m³. Frane di questo tipo sono particolarmente diffuse nella porzione appenninica del territorio lombardo, ma sono anche presenti, interessando prevalentemente terreni fini, in ambito alpino e prealpino. La maggior parte di questi fenomeni si manifestano come riattivazioni di frane esistenti e solo in pochi casi come frane di neoformazione; per questo motivo, per quanto riguarda il territorio lombardo, queste frane sono in gran parte conosciute e studiate e ne sono noti ubicazione e limiti areali. In riferimento all'area appenninica esiste un inventario delle frane del territorio della provincia di Pavia, ricavato da analisi di foto aeree di differenti anni (dal 1980 al 1983) e da controlli sul terreno. Questo inventario, disponibile presso la Provincia di Pavia e presso la Struttura Rischi Idrogeologici della Regione Lombardia è un'utile base di partenza per lo studio delle frane in quanto riporta tipologia e stato di attività.

La procedura proposta si struttura in due parti: la prima prende in considerazione le frane già avvenute, la seconda le aree in cui non sono attualmente conosciute frane.

Le frane esistenti vanno classificate in base al loro stato di attività, definito utilizzando la cartografia esistente sopra citata, che andrà comunque controllata con indagini sul terreno, raggruppandole in:

- attive - attualmente in movimento o mossesi nell'ultimo ciclo stagionale;
- quiescenti - riattivabili dalle loro cause originali tuttora esistenti;
- inattive - non più influenzate dalle loro cause originali (ove note);
- relitte - sviluppatasi in condizioni geomorfologiche e climatiche considerevolmente diverse dalle attuali.

Per l'attribuzione della pericolosità ci si basa sulla precedente classificazione di attività secondo il seguente schema:

- attiva - pericolosità 5
- quiescente - pericolosità 4 se vi sono stati movimenti negli ultimi 10 anni
pericolosità 3 se non vi sono stati movimenti negli ultimi 10 anni
- inattiva - pericolosità 2
- relitta - pericolosità 1.

Sovente capita che una frana (inattiva o quiescente) si riattivi parzialmente; in questo caso va delimitata la porzione riattivata e ad essa va attribuito il valore di pericolosità 5.

Inoltre può anche succedere che una frana inattiva o quiescente al momento dell'analisi mostri una serie di indizi che possano indicare un'imminente riattivazione come ad esempio:

- carico del versante per motivi naturali o antropici;
- scarico laterale e/o al piede per erosione naturale o scavi antropici;
- *soil-slips* e movimenti superficiali sul corpo di frana;
- variazione ubicazione e portata sorgenti.

Se almeno una di queste condizioni viene osservata, il valore di pericolosità deve essere aumentato di 1.

Per quanto riguarda le aree in cui non sono attualmente conosciute frane, si procede a suddividere il territorio studiato in zone omogenee in funzione di litologia e pendenza.

Le litologie vengono raggruppate in tre classi:

1. a prevalente componente argillosa;
2. ad alternanze o mescolanze di argille e rocce competenti;
3. a prevalente componente arenacea e/o calcarea o di altre rocce competenti.

Anche le aree che interessano esclusivamente i depositi superficiali andranno zonate a seconda delle differenti distribuzioni granulometriche presenti. In particolare, dovrà essere prevista una classe per i depositi la cui granulometria sia composta da più del 25% di frazione argilloso-limosa o se sono rilevabili orizzonti argilloso-limoso continui di spessore almeno centimetrico.

Per quanto riguarda la pendenza si devono individuare almeno 3 classi; l'ampiezza delle classi va scelta in funzione delle caratteristiche morfologiche dell'area di studio. Nel caso in cui una prima attribuzione delle classi di pendenza non permetta la delimitazione di un numero significativo di aree omogenee, un criterio di scelta delle classi è quello di considerare le pendenze delle aree in frana. Vanno considerate tutte le frane presenti e calcolate le pendenze degli accumuli e del pendio preesistente alla frana; i valori modal delle due popolazioni di dati possono essere utilizzati come limiti inferiore e superiore delle classi di pendenza.

Per ciascuna delle aree omogenee ricavate dall'intersezione di queste classi si effettua un'analisi di stabilità utilizzando il metodo più appropriato alla situazione geomeccanica presente. I parametri geotecnici utilizzati nell'analisi dovranno corrispondere alle condizioni più appropriate a valle di un'analisi parametrica, tenuto conto della stratigrafia e delle eventuali sovrappressioni idrauliche.

A ciascuna area omogenea viene quindi assegnato un valore di pericolosità preliminare secondo il seguente schema:

- Fs = 1.40 - 2.00 - pericolosità preliminare = 2
- Fs = 1.20 - 1.40 - pericolosità preliminare = 3

- $F_s = 1.00 - 1.20$ - pericolosità preliminare = 4.

Nel caso si valuti che un fenomeno franoso potenziale interessi un intero versante, coinvolgendo più aree omogenee, l'analisi di stabilità andrà effettuata, con i metodi sopra descritti, sull'intero versante e ad esso andrà attribuito il valore di pericolosità risultante.

Per valutare la pericolosità finale dell'area vanno prese in considerazione le possibili concentrazioni d'acqua. Tali concentrazioni possono essere legate principalmente a:

- livelli argillosi o variazioni di permeabilità nel terreno;
- interventi antropici (muretti a secco, canalette, tornanti stradali, fossi, scarichi, etc.).

Se viene verificata almeno una di queste condizioni, va delimitata la zona di influenza del fenomeno in base alla morfologia del pendio. In questa zona la pericolosità preliminare andrà aumentata di uno rispetto a quella dell'area omogenea nella quale si situa.

Il passo successivo riguarda le opere di sistemazione delle aree in frana che vanno prese in considerazione per la valutazione della pericolosità finale. Data la diversità delle tipologie di opere, esse andranno esaminate caso per caso (per ogni frana e per ogni opera) ed andranno valutate la loro efficacia e la loro efficienza (stato di manutenzione). Per ciascuna frana gli effetti delle opere presenti saranno sommati e valutati nel loro insieme, verificando anche eventuali interazioni negative. Nel caso in cui l'effetto globale delle opere venga valutato positivamente, il valore di pericolosità andrà diminuito di 1.

I passaggi sopra descritti permettono di calcolare la pericolosità finale.

Nel caso in cui un'area in frana classificata con pericolosità 4 o 5, sia confinante con aree omogenee a pericolosità finale bassa (1 o 2), vanno delimitate, in base alla morfologia, le zone interessate da possibile ampliamento della frana, sia in nicchia, sia lateralmente. A queste zone deve essere attribuito un valore di pericolosità intermedio (3 o 4). Inoltre nelle zone sottostanti al piede di una frana classificata a pericolosità 4 o 5, andrà definita, con criteri morfologici, una zona di possibile espansione a cui va attribuito un valore inferiore di 1 a quello della frana stessa. La stessa operazione va effettuata anche nel caso in cui un'area omogenea ad elevata pericolosità sia sovrastante ad un'altra area omogenea a bassa pericolosità.

Inoltre, nel caso in cui l'area di accumulo della colata interessi depositi di fondovalle sciolti, a granulometria fine e saturi, la stessa andrà ampliata per tenere conto di eventuali fenomeni di liquefazione.

Le varie fasi dello studio andranno descritte in una relazione geologica che deve sviluppare i seguenti punti.

1. Inquadramento geologico-geomorfologico: geologia e geomorfologia di un intorno significativo dell'area in esame; dati esistenti sulle frane già avvenute; dati sulla piovosità.
2. Caratterizzazione delle aree omogenee: descrizione accurata delle litofacies degli ammassi rocciosi e dei depositi superficiali; valutazione dei parametri di resistenza al taglio e della granulometria dei depositi superficiali; scelta delle classi di pendenza; situazione idrogeologica del versante con descrizione delle eventuali variazioni di permeabilità.
3. Determinazione della pericolosità: motivazioni della scelta del metodo di analisi di stabilità e sua descrizione; descrizione delle sorgenti e delle zone di concentrazione d'acqua.
4. Discussione dei risultati e conclusioni.

Allegati alla relazione sono previsti i seguenti elaborati cartografici e schede:

1. *carta di inquadramento geologico-geomorfologica*, con unità geologiche e principali elementi strutturali e geomorfologici (scala 1:10000) che può essere desunta da dati preesistenti a scala adeguata;
2. *carta dei dissesti con elementi morfologici*, in cui vanno riportate le frane esistenti, gli elementi morfologici significativi, l'idrogeologia, le opere di difesa e di sistemazione, ecc., come da legenda allegata (scala 1:2000 - 1:5000);
3. *carta delle aree omogenee e delle aree in frana*, in cui sono da riportare le diverse aree omogenee e le aree in frana

classificate in base alla loro attività (scala 1:2000 - 1:5000);

4. *carta della pericolosità preliminare*, con l'attribuzione della pericolosità alle aree omogenee (scala 1:2000 - 1:5000);
5. *carta della pericolosità finale*, con l'attribuzione dei valori finali di pericolosità (scala 1:2000 - 1:5000);
6. *scheda frane* del Servizio Geologico per ogni frana già avvenuta nell'area considerata (allegato 5).

2.4 La zonazione della pericolosità generata da colate di detrito e trasporto in massa lungo le conoidi alpine

Questa procedura è da utilizzarsi per le conoidi alpine interessate da trasporto solido e/o in massa (*bed load*, *debris flood*, *debris flow*, *debris torrent*) o per colate detritiche tipo *debris flow* e *debris avalanche* che possono innescarsi sui versanti anche in assenza di un edificio di conoide ben sviluppato sul fondovalle. Poiché non è possibile fare riferimento ad una metodologia codificata, si è preso spunto dai seguenti lavori: A.V. (1996), AULITZKY (1982), KELLERHALS & CHURCH (1990), CERIANI *et al.* (1998).

La procedura di zonazione dovrà essere preceduta da un'analisi storica, che permetta di avere un quadro spaziale e temporale dei fenomeni che interessano la conoide dando indicazioni sulla frequenza degli eventi, le variazioni delle caratteristiche dell'alveo e sull'incidenza antropica sulla conoide. Le analisi storiche comprendono:

- eventi alluvionali sulla conoide;
- localizzazione di aree e manufatti danneggiati, con interviste in loco;
- cartografie esistenti;
- divagazione dell'alveo in epoca storica;
- foto aeree riprese in tempi diversi.

Nell'analisi di eventi storici si consiglia di cercare informazioni dettagliate anche su eventi intensi ma non estremi che non hanno provocato gravi danni alle infrastrutture e/o alla popolazione, ma che possono fornire indicazioni su settori che potrebbero rivelarsi punti critici, come ad esempio zone di sovralluvionamento, ponti o attraversamenti che hanno creato sbarramenti temporanei.

A questa fase preliminare segue la caratterizzazione geomorfologica ed idraulica delle conoidi, utilizzando anche l'apposita scheda conoidi (allegato 6), attraverso i seguenti punti.

1. Analisi geologica e geomorfologica del bacino (da dati esistenti).
2. Analisi idrologica (da dati esistenti).
3. Individuazione e descrizione dei punti critici sulla conoide (sezioni ristrette, attraversamenti, curve, ecc).
4. Valutazione del grado di incisione del canale principale nei vari settori della conoide.
5. Delimitazione dei settori con diversa influenza sul deflusso delle portate solido-liquide (restringimenti, diminuzione della pendenza, curve).
6. Individuazione delle zone che possono modificare, catturare o deviare il deflusso (paleoalvei, viabilità e attraversamenti di fondo alveo, bacini naturali di espansione, ecc.).
7. Censimento e valutazione in termini di efficacia e di efficienza delle opere idrauliche nel bacino e sulla conoide.
8. Censimento degli attraversamenti (ponti e passerelle) e valutazione della loro influenza sul deflusso.
9. Stima dei volumi massimi rimobilizzabili nel bacino (magnitudo).

Particolare attenzione andrà posta all'effetto sulla pericolosità delle opere di sistemazione idraulica e degli attraversamenti, come ad esempio:

- argini o scogliere realizzate nella zona di pertinenza fluviale (individuazione delle sponde naturali recenti) con notevole riduzione di quest'ultima;
- restringimento dell'alveo per cause antropiche nel settore mediano e distale della conoide;
- briglie poste poco a valle di attraversamenti con forte innalzamento del fondo d'alveo (sovralluvionamento) in prossimità della struttura;
- impossibilità che eventuali deflussi fuori alveo possano rientrare nel medesimo (ad esempio arginatura del settore medio-distale della conoide);

- piste di accesso all'alveo, a bassa pendenza, in direzione opposta alla corrente, che possono diventare direzioni preferenziali di esondazione;
- vasche di accumulo poste in zone a bassa pendenza, con presenza di opere di attraversamento all'entrata della vasca, di cui valutare l'eventuale capacità di stoccaggio;
- opere idrauliche (briglie e soglie) e/o ponti realizzati in prossimità dell'apice che possono determinare una deviazione del flusso o un pericoloso effetto diga.

Una grandezza di importante valutazione è il volume massimo di materiale detritico (magnitudo) rimobilizzabile durante un evento di trasporto in massa o misto su una conoide. Questo può essere valutato direttamente pedonando con dettaglio le aste principali del bacino e le zone di testata e stimando i volumi di materiale presenti (metodo di SCHEURINGER, 1988). Se questo dato non può essere direttamente rilevato si consiglia di utilizzare alcuni dei metodi empirici riportati nella letteratura tecnica (Tabella 1) integrati con le osservazioni effettuate nei bacini in esame (riattivazione di grandi frane, erosioni di sponda e/o di fondo, presenza di sbarramenti idroelettrici e di opere di difesa idraulica). Nel caso in cui l'incertezza dei dati non permettesse la definizione di un valore accurato della magnitudo, può essere comunque utile indicare un campo di valori.

Riferimento bibliografico	Formula
Tropeano & Turconi (1999)	$M = (0,542 \cdot Ae + 0,0151) \cdot 0,019 \cdot h \cdot tg \Theta$ Ae = area effettiva del bacino (km ²), per aree < 15 km ² h = spessore medio del materiale mobilizzabile tg Θ è la pendenza media del bacino
Yazawa & Mizuyama	$M = Na \cdot Ab \cdot Vr$ Na = fattore correttivo che tiene conto dell'incremento di volume solido specifico al diminuire dell'area del bacino Ab = area del bacino (km ²), per aree < 10 km ² Vr = valore di riferimento per il volume specifico di solidi per unità di area

Tabella 1 – Alcuni metodi empirici per la valutazione della magnitudo (M), ricavati dalla bibliografia.

Una volta determinata la magnitudo (M), la sezione di deflusso A (m²) e l'area inondata B (m²) possono essere calcolate secondo la formula empirica di SCHILLING & IVERSON (1997), applicabile per volumetrie maggiori di 50 000 m³:

$$A = 0.05 V^{2/3} \quad B = 200V^{2/3}$$

Un altro parametro da valutare è la portata di picco di una colata, che può essere determinata tramite metodi diretti e indiretti.

Fra i metodi indiretti possono essere utilizzate le seguenti formule:

$$q = 200 / (S + 28) + 0.6 \quad (\text{ANSELMO, 1985})$$

dove q = portata specifica liquida in m³/s/km² e S = area del bacino in km².

$$Q_{df} = Q_1 \cdot (C^X / C^X - C_{df}) \quad (\text{ARMANINI, 1996})$$

dove Q_{df} = portata massima della colata, Q₁ = portata massima liquida, C_{df} = concentrazione della colata e C^X = 0.65 ÷ 0.75. La concentrazione della colata (C_{df}) può, secondo TAKAHASHI (1991), essere calcolata assumendo che per pendenze sufficientemente elevate (> 20°) la concentrazione della colata sia C_{df} ≈ 0.9 · C^X, per cui risulta Q_{df} ≈ 10 · Q₁. In caso di pendenze minori, la concentrazione della colata viene assunta pari a quella della colata satura, in condizioni di movimento incipiente.

Tutte le informazioni raccolte concorrono alla redazione della carta di pericolosità, che comprende le seguenti classi.

1. Pericolosità molto bassa (H1): area che per caratteristiche morfologiche ha basse o nulle probabilità di essere interessata dai fenomeni di dissesto.
2. Pericolosità bassa (H2): area mai interessata nel passato da fenomeni alluvionali documentati su base storica o area protetta da opere di difesa idraulica ritenute idonee anche in caso di eventi estremi con basse probabilità di essere interessata da fenomeni di dissesto.
3. Pericolosità media (H3): area interessata nel passato da eventi alluvionali e da erosioni di sponda documentati su basi storiche; area con moderata probabilità di essere esposta a fenomeni alluvionali (esondazione) ed a erosioni di sponda. In particolare si possono avere deflussi con altezze idriche ridotte (massimo 20-30 cm) e trasporto di materiali sabbioso-ghiaiosi.
4. Pericolosità alta (H4): area con alta probabilità di essere interessata da fenomeni di erosioni di sponda e di trasporto in massa e/o di trasporto solido con deposizione di ingenti quantità di materiale solido, con danneggiamento di opere e manufatti.
5. Pericolosità molto alta (H5): comprende l'alveo attuale con le sue pertinenze ed eventuali paleoalvei riattivabili in caso di piena ed eccezionalmente porzioni di conoide.

In una valutazione preliminare della pericolosità o per conoidi piccole (< 0,1 km²) possono essere utilizzate tre classi così accorpate: pericolosità bassa (H1 + H2 - verde), pericolosità media (H3 - giallo), pericolosità alta (H4 + H5 - rosso).

Le varie fasi dello studio andranno descritte ed adeguatamente commentate in una relazione tecnica che deve sviluppare i seguenti punti.

1. Inquadramento geologico-geomorfologico del bacino

Riferimento bibliografico	Formula
Bottino, Crivellari & Mandrone (1996)	$M = 21241 \cdot Ab^{0.28}$ Dall'interpolazione di sei valori di volumi di colata misurati in occasione di eventi verificatisi nella zona di Ivrea nel 1993. Ab = area del bacino (km ²)
Crosta, Ceriani, Frattini & Quattrini (2000)	$M = K \cdot Ab \cdot Mb^{0.8} \cdot Sc1 - c \cdot (I - F)^{-2}$ K = 3 per fenomeni di bed load e debris flood, K = 5.4 per fenomeni di debris flow Ab = area del bacino (km ²) Mb = indice di Melton: (Hmax - Hmin)/Ab ^{0.5} Hmax = quota massima del bacino (km) Hmin = quota minima del bacino (km) Sc1-c = pendenza del collettore sul conoide (%) I-F = indice di frana (1: grandi frane e/o frane lungo la rete idrografica; 2: frane sui versanti; 3: frane piccole o assenti)
D'Agostino et al. (1996)	$M1 = 39 \cdot Ab \cdot Sc1^{1.5} \cdot (I.G.) \cdot (I.T.)^{0.3}$ $M2 = 36 \cdot Ab \cdot Sc1^{1.5} \cdot (I.G.) \cdot (1 + C.S.)^{-1}$ Ab = area del bacino (km ²) Sc1 = pendenza asta principale (%) I.G. = dipende dai litotipi costituenti il bacino I.T. = indice di trasporto basato sulla classificazione di Aulitzky C.S. = coefficiente di sistemazione
Hampel (1977)	$M = 150 \cdot Ab \cdot (Sc - 3)^{2.3}$ Ab = area del bacino (km ²), per aree < 10 km ² Sc = pendenza del conoide (%)
Marchi & Tecca (1996)	$M = 10000 \cdot Ab$ Ab = area del bacino (km ²), per aree < 10 km ²
Rickenmann & Zimmermann (1997)	$M = (110 - 2.5 \cdot Sc) \cdot Lcl$ Sc = pendenza del conoide (%) Lcl = lunghezza dell'alveo sul conoide (m)
Takei (1984)	$M = 13.600 \cdot Ab^{0.61}$ Sulla base di 552 dati raccolti in Giappone Ab = area del bacino (km ²)

con particolare riferimento ai fenomeni di dissesto presenti.

2. Analisi idrologica (da dati esistenti) volta soprattutto alla stima della portata massima ed alle massime intensità di pioggia.
3. Commenti su: punti critici, analisi storica degli eventi alluvionali, divagazioni dell'alveo, ecc.
4. Discussione dei risultati e conclusioni.

Allegati alla relazione sono previsti i seguenti elaborati cartografici e schede:

1. *carta di inquadramento geologico-geomorfologica* in scala 1:10000 (1:25.000 per i bacini > 30 km²) che può essere desunta da dati preesistenti a scala adeguata;
2. *carta geomorfologia della conoide*, in scala 1:2000 o 1:5000 (con indicazione dello spessore delle colate individuate e/o delle aree interessate da eventi storici, del diametro medio e massimo del materiale presente in alveo e sulla conoide, delle direttrici di deflusso e delle opere idrauliche presenti);
3. *carta della pericolosità della conoide*, in scala 1:2000 o 1:5000;
4. *scheda conoide* (allegato 6);
5. *scheda frane* del Servizio Geologico per le frane, presenti nel bacino idrografico, che possono fornire un consistente apporto detritico in alveo (allegato 5).

3. La zonazione del rischio

La cartografia del rischio andrà prodotta solo in casi specifici e quando richiesta. In questi casi, definita la pericolosità con le diverse procedure sopra descritte in funzione della tipologia del fenomeno, devono essere effettuate ulteriori valutazioni per ottenere il rischio.

Per effettuare una classificazione rigorosa del rischio occorrerebbe valutare la vulnerabilità attraverso un confronto con l'intensità del fenomeno atteso (data dalla tipologia del fenomeno) e successivamente incrociare questo risultato con la pericolosità ed il valore economico per stimare il danno atteso, cioè il rischio (CANUTI & CASAGLI, 1996).

Nel caso della procedura qui descritta, l'intensità del fenomeno è già presa in considerazione nella valutazione della pericolosità; il passaggio al rischio viene quindi effettuato, più semplicemente, incrociando classi di elementi esposti al rischio con le classi di pericolosità (Tabella 3). Gli elementi esposti al rischio vengono raggruppati secondo le classi di Tabella 2, ricavata dalle tavole di azionamento dei Piani Regolatori Generali comunali, con accorpamento di più classi d'uso del suolo in quattro classi di elementi a rischio.

In questo modo è possibile classificare l'importanza degli elementi a rischio in termini di valore relativo.

Per la valutazione del rischio sono previsti i seguenti elaborati cartografici, da realizzarsi in scala analoga a quella della pericolosità finale:

1. *carta degli elementi a rischio*;
2. *carta del rischio*.

Classi di elementi a rischio	CATEGORIE D'USO DEL SUOLO
E1	Zona boschiva Zona agricola non edificabile Demanio pubblico non edificato o edificabile
E2	Zona agricola generica (con possibilità di edificazione) Infrastrutture pubbliche (strade comunali o consortili non strategiche*) Zona di protezione ambientale, rispetto, verde privato Parchi, verde pubblico non edificato
E3	Infrastrutture pubbliche (strade statali, provinciali e comunali strategiche*, ferrovie; lifelines: oleodotti, elettrodotti, acquedotti) Zona per impianti tecnologici e discariche RSU o inerti; zona a cava

Classi di elementi a rischio	CATEGORIE D'USO DEL SUOLO
E4	Centri urbani Nuclei rurali minori di particolare pregio Zona di completamento Zona di espansione Zona artigianale, industriale, commerciale Servizi pubblici prevalentemente con fabbricati Infrastrutture pubbliche (infrastrutture viarie principali strategiche*) Zona discarica speciali o tossico nocivi Zona alberghiera Zona per campeggi e villaggi turistici

Tabella 2. Metodo di classificazione degli elementi a rischio in base alle categorie di uso del suolo (*strategiche = uniche vie di accesso).

	H1	H2	H3	H4	H5
E1	R1	R1	R1	R1	R2
E2	R1	R1	R2	R2	R3
E3	R1	R2	R2	R3	R4
E4	R1	R2	R3	R4	R4

Tabella 3. Matrice per la valutazione del rischio (R) in base alle classi di pericolosità (H) e alle classi di elementi a rischio (E).

Bibliografia

A.V. (1996) – Alluvial Fan Flooding. *National Academy Press, Washington*, 182p.

ANSELMO V. (1985) – Massime portate osservate o indirettamente valutate nei corsi d'acqua subalpini. *Atti e rassegna tecnica della società degli ingegneri e degli architetti di Torino*.

ARMANINI A. (1996) – Colate di detrito. *Rapporti di lavoro dell'Istituto Geologico della Repubblica e Cantone del Ticino*.

AULITZKY H. (1982) – Preliminary two-fold classification of torrents. *Mitteil. der Forst. Bundesversuchsanstalt*, 144, 243-256.

AZZONI A. & DE FRETAS M.H. (1995) – Experimentally gained parameters, decisive for rockfall analysis. *Rock Mech. Rock Eng.*, 28 (2), 111-124.

AZZONI A., LA BARBERA G. & MAZZÀ G. (1991) – Studio con modello matematico e con sperimentazione in sito del problema di caduta massi. *Boll. Ass. Min. Subalpina*, Torino, Anno XXVIII, n. 4, 547-573.

BARRET R.K. & PFEIFFER T. (1989) – Rockfall modelling and attenuator testing. *U.S. Dept. Of Transportation, Federal Highway Administration*, Final Report, 107 pp.

BOTTINO G., CRIVELLARI R. & MANDRONE G. (1996) – Eventi pluviometrici critici e dissesti: individuazione delle soglie d'innescio di colate detritiche nell'anfiteatro morenico di Ivrea. *Atti Convegno – La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo alla ricerca scientifica. Alba, 5-7 novembre 1996*, 201-210.

BOZZOLO D. & PAMINI R. (1986) – Modello matematico per lo studio della caduta dei massi. *Pubb. Laboratorio di Fisica Terrestre*, Dip. Pubbl. Educ., Lugano, 89p.

BROILI L. (1978) – Il problema dello scendimento massi in relazione agli eventi sismici. *Atti Congresso ANGI*, Piacenza.

CANUTI P. & CASAGLI N. (1996) – Considerazioni sulla valutazione del rischio di frana. *C.N.R. – G.N.D.C.I. e Regione Emilia Romagna*, pubbl. n. 846, tip. Risma, Firenze, 57p.

CERIANI M., CROSTA G., FRATTINI P. & QUATTRINI S. (2000) – Evaluation of hydrogeological hazard on alluvial fans. *Atti Convegno – INTERPRAEVENT 2000, Villach*, Band 2, 213-225.

CERIANI M., FOSSATI D. & QUATTRINI S. (1998) – Valutazione della pericolosità idrogeologica sulle conoidi alpine; esempio della metodologia di Aulitzky applicata alla conoide del torrente Re di Gianico – Valcamonica (BS) – Alpi Centrali. *XXVI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche*, 3, 15-26.

- COCO S. (1993) – Frane di crollo: definizione dei coefficienti di dissipazione dell'energia. *Acta Geologica*, vol. 68, Trento, 3-30.
- CROSTA G. & AGLIARDI F. (2000) – Frane di crollo e caduta massi: aspetti geomorfologici, modelli teorici e simulazione numerica – *Rapporto Progetto Interreg IIC – Falaises*, inedito, 119p.
- D'AGOSTINO V., CERATO M. & COALI R. (1996) – Extreme events of sediment transport in the eastern Trentino torrents. *INTERPRAEVENT*, Band 1, 377-386.
- DAVIES T.R.H. (1982) – Spreading of rock avalanches debris by mechanical fluidization. *Rock Mech.*, 15, 9-24.
- DESCOUEDRES F. & ZIMMERMANN TH. (1987) – Three-dimensional dynamic calculation of rockfalls. 6th *Int. Cong. of Rock Mech.*, Montreal, 337-342.
- GOVI M., MORTARA G. & SORZANA P.F. (1985) – Eventi idrologici e frane. *Geol. Applicata e Idrogeol.*, 20, 359 – 375.
- HABIB P. (1977) – Note sur le rebondissement des blocs rocheux. In: *Rockfall dynamics and protective works effectiveness*. Pubbl. ISMES n. 90, Bergamo, 25-38.
- HALLBAUER C. (1986) – Beitrag zum Absturzverhalten von Felsmassen. *Zeit. f. angew. Geol.*, 32, 39-42.
- HAMPEL R. (1977) – Geschiebewirtschaft in Widbachen. *Wildbach und Lawinenverbau*, 41, 3-34.
- HEIM (1932) – Bergsturz und Menschenleben. *Fretz und Wasmuth*, Zürich. 218 pp.
- HUTCHINSON J.N. (1988) – General report: morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. *Proc 5th Int. Symp. on Landslides, Lausanne*, 1, 3-36.
- JAMIOLKOWSKI M. & PASQUALINI E. (1979) – Introduzione ai diversi metodi di calcolo di diaframmi con riferimento ai parametri geotecnici che vi intervengono e alla loro determinazione sperimentale – *Atti Ist. Scienza delle costruzioni*, Politecnico di Torino, N. 451.
- KELLERHALS R. & CHURCH M. (1990) – Hazard management on fans, with examples from British Columbia. In: *Alluvial Fan: a field approach*, A.H. Rachocki & M.Church eds., 335-354.
- LANCELLOTTA R. (1991) – Geotecnica. *Zanichelli*, 531 pp.
- LIU X. (1996) – Size of debris flow deposition: model experiment approach. *Environmental Geology*, 28, 70-77.
- LUPINI J.F., SKINNER A.E. & VAUGHAN P.R. (1981) – The drained residual strength of cohesive soils. *Geotechnique* 31, n. 2, 181-213.
- NICOLETTI P.G. & SORRISO-VALVO M. (1991) – Geomorphic controls of the shape and mobility of rock avalanches. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 103, 1365-1373.
- MARCHI L. & TECCA P.R. (1996) – Magnitudo delle colate detritiche nelle Alpi Orientali Italiane. *Geingegneria Ambientale e Mineraria Subalpina* n. 2-3, 79-86.
- PAIOLA A. (1978) – Movimenti franosi in Friuli. Comportamento dei corpi che cadono su di un pendio e calcolo del limite di espansione potenziale. *Tecnica ital.*, vol. 6.
- RIKENMANN D. & ZIMMERMAN M. (1993) – The 1987 debris flows in Switzerland: documentation and analysis. *Geomorphology*, 8, 175-189.
- SCHEIDEGGER A.E. (1973) – On the prediction of the reach and velocity of catastrophic landslides. *Rock Mech.*, 5, 231-236.
- SCHUEURINGER E. (1988) – Ermittlung der massgeblichen Geschiebefracht aus Wildbach-Oberlaufen. *Wildbach und Lawinenverbau*, jg. 52, 109 87-95.
- SCHILLING S.P. & IVERSON M. (1997) – Automated, reproducible delineation of zones at risk from inundation by large volcanic debris flows.
- SKEMPTON A.W. (1964) – Long term stability of clay slopes. *Geotechnique*, vol. 14, n. 2, 77-102.
- TAKAHASHI T. (1991) – Debris Flow. *IAHR Monograph*, A.A. Balkema, Rotterdam.
- TAKAHASHI T. & YOSHIDA H. (1979) – Study on deposition of debris flow. Deposition due to abrupt change of bed slope. *D.P.R.I. Annuals* 22B-2, Kyoto Univ., 315-328.
- TAKEI A. (1984) – Interdependence of sediment budget between individual torrents and a river system. *Atti Convegno – INTERPRAEVENT 1984, Villach*, Band 2, 35-48.
- TIANCHI L. (1983) – A mathematical model for predicting the extent of a major rockfall. *Z. Geomorph. N.F.*, 27/4, 473-482.
- TROPEANO D. & TURCONI L. (1999) – Valutazione del potenziale detritico in piccoli bacini delle Alpi Occidentali e Centrali. *C.N.R., Pubbl. 2058 del G.N.D.C.I.*, 151 p.
- YAZAWA A. & MIZUYAMA T. – Measures against debris flows. *Technical Memorandum of Public Works Research Institute*, 1-25.

ALLEGATO 2 bis

APPROFONDIMENTI PER LO STUDIO DELLE VALANGHE

1. Premessa

Per la valutazione della pericolosità da fenomeni valanghivi e per la conseguente utilizzazione del territorio, si dovrà seguire una metodologia che tenga conto dei tempi di ritorno e delle pressioni esercitate dalle valanghe.

A questo scopo gli organismi competenti stanno predisponendo apposite direttive in materia alle quali, quando pubblicate, si dovrà attenersi per lo studio dei fenomeni valanghivi.

Nelle more di tali determinazioni, per poter affrontare questo tema in funzione della pianificazione territoriale a scala locale, si propone di utilizzare la seguente metodologia, estrapolata dalle direttive attualmente vigenti in Svizzera per la perimetrazione della pericolosità da valanga.

Lo scopo della metodologia proposta è quello di predisporre una zonizzazione degli ambiti interessati, o potenzialmente interessati, dal verificarsi di fenomeni valanghivi secondo diversi gradi di pericolosità che dipendono dalla intensità e dal tempo di ritorno degli eventi.

2. Indicazioni generali

Per lo studio della pericolosità da valanga si dovranno utilizzare informazioni di base e osservazioni sul terreno che dovranno essere integrate dalle valutazioni quantitative mediante i calcoli relativi alle forze dinamiche in gioco.

Come informazioni di base si dovrà consultare il materiale pubblicato, come ad esempio la Carta della probabile localizzazione delle valanghe in scala 1:25.000, predisposta dalle strutture regionali competenti e l'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici, all. 2 del piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino del fiume Po.

Inoltre sarà necessario effettuare valutazioni di carattere morfologico per individuare le possibili zone di distacco e i possibili percorsi delle valanghe oltre ad osservazioni sul terreno.

Dovranno altresì essere raccolte tutte le informazioni ed i dati storici disponibili in merito alle condizioni meteorologiche ed ai tipi di valanghe verificatisi con i relativi tempi di ritorno. Sarà infine necessario prendere in considerazione l'altezza dei margini di distacco ed i parametri dinamici delle valanghe.

La valutazione delle forze dinamiche in gioco si basa principalmente sulla natura del suolo e sulle condizioni d'innervamento. Le caratteristiche peculiari dei terreni possono essere facilmente definite ma, per quanto riguarda le condizioni di innervamento, sarà necessario elaborare delle ipotesi accuratamente soppesate in funzione dei casi limite tenendo conto della superficie della zona effettiva di distacco e dello spessore della coltre nevosa.

I calcoli dovranno sempre essere eseguiti in funzione di tempi di ritorno definiti e tenendo sempre in considerazione il fatto che lo spessore degli strati che si staccano dipende dal tempo di ritorno, dai fattori climatici e dalle caratteristiche dei terreni.

3. Criteri di classificazione

La classificazione della pericolosità viene distinta in 4 livelli a pericolosità omogenea, rappresentati dai colori rosso (maggiore pericolosità), blu, giallo e bianco.

Le grandezze utilizzate sono la *frequenza* e l'*intensità* da considerarsi come il **tempo di ritorno** di una valanga di una determinata estensione in relazione alla **pressione esercitata dalla valanga** medesima su di un ostacolo piatto, di grandi dimensioni, disposto perpendicolarmente alla traiettoria della valanga. I valori critici di seguito indicati per le zone rossa, blu e gialla sono validi solo per gli insediamenti. Per altri sco-

pi, come per esempio vie di comunicazione o installazioni turistiche, si possono considerare valori convenientemente modificati.

Zona Rossa

Una determinata area viene attribuita alla zona rossa quando esiste la possibilità che si verifichi una delle seguenti condizioni:

- a) valanghe che esercitino una pressione $P \geq 30 \text{ kN/m}^2$ con un tempo di ritorno fino a 300 anni;
- b) valanghe che esercitino pressioni più deboli, $P < 30 \text{ kN/m}^2$ con tempo di ritorno ≤ 30 anni.

Per le usuali costruzioni, quando si verifichi il caso a) è da prevedere una distruzione parziale o totale degli edifici con perdita di vite umane anche all'interno delle abitazioni.

Nel verificarsi del caso b), valanghe e colate di neve di minor entità ma più frequenti, viene minacciata l'incolumità delle persone all'esterno delle costruzioni.

In queste aree non è possibile prevedere nuove edificazioni.

Per gli edifici esistenti dovrà essere predisposto un programma di evacuazione ai sensi della legge 225 del 24 febbraio 1992.

Zona Blu

Una determinata area viene attribuita alla zona blu quando esiste la possibilità che si verifichi una delle seguenti condizioni:

- a) valanghe che esercitino una pressione $P < 30 \text{ kN/m}^2$ con un tempo di ritorno $30 < T_r < 300$ anni;
- b) valanghe di neve polverosa che esercitino pressioni $P < 3 \text{ kN/m}^2$ con tempo di ritorno $T_r < 30$ anni.

In questi casi la distruzione di edifici è poco probabile, se costruiti con i necessari accorgimenti. Esiste un certo pericolo all'esterno delle costruzioni che può essere tollerabile se vengono messe in essere e rispettate determinate misure organizzative di sicurezza.

In queste aree è vietata la realizzazione di edifici pubblici e strutture in grado di accogliere un elevato numero di persone (scuole, ospedali, alberghi ecc.).

È consentita, anche se sconsigliata, la realizzazione di costruzioni residenziali; in ogni caso dovranno essere subordinate ad attente verifiche di compatibilità. In questi casi l'indice di edificabilità dovrà essere pari a $0.2 \text{ m}^2/\text{m}^3$ e le costruzioni dovranno essere realizzate con finestre e tetti rinforzati e con murature costruite in modo tale da sopportare una pressione $P = 30 \text{ kN/m}^2$.

Dovrà comunque essere predisposto un programma di evacuazione ai sensi della legge 225 del 24 febbraio 1992.

Zona gialla

Una determinata area viene attribuita alla zona gialla, dove esiste un modesto grado di pericolosità, quando:

- a) l'area è ubicata nella zona d'influenza di valanghe di neve polverosa esercitanti una pressione $P \leq 3 \text{ kN/m}^2$ con tempo di ritorno $T_r > 30$ anni, oppure;
- b) l'area può essere raggiunta da valanghe di neve scorrevole (fenomeno che in teoria non si può escludere anche se molto raro) con $T_r > 300$ anni e non possono essere valutate statisticamente.

Nel caso a) è improbabile la distruzione degli immobili e l'incolumità delle persone viene preservata mediante restrizioni alla circolazione e delle attività all'aperto.

In queste aree non si prevedono particolari prescrizioni o limitazioni se non quella di prevedere un servizio d'allarme.

Zona Bianca

Vengono attribuite alla zona bianca quelle aree dove, per quanto si è potuto valutare, l'azione della valanga non è da temere (se non è stata determinata una zona gialla, il rischio residuo è attribuito ad una zona marginale della zona bianca).

In queste aree non sono previste limitazioni.

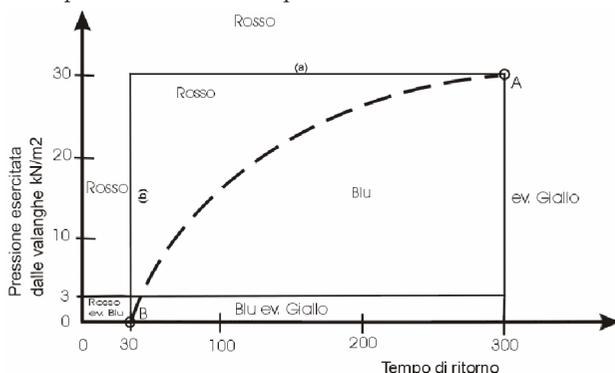


Fig. 1 – Criteri di delimitazione delle zone esposte a pericolo

Nella fig. 1, in riferimento alle condizioni precedentemente descritte per la zona rossa – casi a e b riportati dalle rette (a) e (b) – vengono definite le due condizioni estreme per stabilire i limiti della zona rossa (punti A e B).

L'analisi tecnica delle valanghe mostra che anche al di sopra della linea tratteggiata che unisce i punti A e B (il cui andamento dipende dalle condizioni locali) appartiene necessariamente alla zona rossa.

La condizione indicata dalla retta (b) vale per le valanghe fluide fino alle più piccole pressioni esercitate mentre, se si tratta di valanghe di neve polverosa che esercitano una pressione $P < 3 \text{ kN/m}^2$, la zona corrispondente è segnata in blu.

ALLEGATO 3

CRITERI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA E DELLE PROPOSTE DI USO DEL SUOLO NELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO

La presente direttiva deve considerarsi integrativa della direttiva n. 2 in data 11 maggio 1999 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po, e delle sue successive modifiche e integrazioni, recante come oggetto «Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B» alla quale si rimanda per quanto riguarda le verifiche di compatibilità idraulica relative a corsi d'acqua per i quali siano state individuate le fasce di pertinenza fluviale in piani stralcio di bacino ai sensi della l. 183/89 approvati dall'Autorità di Bacino del fiume Po. Tale direttiva fornisce inoltre prescrizioni e indirizzi generali per la progettazione di opere di attraversamento di tutti corsi d'acqua del bacino del Po ed è consultabile sul sito dell'Autorità www.adbpo.it

Analogamente, per quanto concerne gli usi urbanistici ammessi all'interno delle suddette fasce di pertinenza fluviale, si rimanda a quanto disposto dalle norme tecniche di attuazione dei piani stralcio di bacino vigenti.

La presente direttiva si applica pertanto ai restanti corsi d'acqua o ai casi in cui la normativa di piano di bacino prevede approfondimenti a scala di maggior dettaglio.

Scopo della direttiva è quello di fornire indicazioni per gli studi finalizzati alla valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali o più in generale delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultino soggette a possibile esondazione in base alle informazioni a qualsiasi titolo disponibili (studi pregressi, valutazioni basate su criteri geomorfologici o su informazioni storiche, ecc.).

Responsabile dello studio deve essere un ingegnere di riconosciuta esperienza e capacità nella esecuzione di stime idrologiche e di calcoli idraulici. La Relazione Idrologica e la Relazione Idraulica debbono essere redatte in maniera chiara ed esauriente ed essere accompagnate dai dati necessari per consentire al committente e ai tecnici incaricati del controllo la puntuale verifica di tutti i calcoli eseguiti. Il professionista che utilizzi nel suo studio idrologico codici di calcolo o software specialistico deve fornire le specifiche dei prodotti impiegati e deve rendersi disponibile ad eseguire i calcoli alla presenza dei tecnici incaricati del collaudo della prestazione.

La valutazione di compatibilità idraulica deve essere condotta secondo le disposizioni che seguono.

Art. 1 – Lo scenario di rischio idraulico deve essere definito con riferimento alla portata con tempo di ritorno 100, salvo quanto previsto dalla citata direttiva dell'Autorità di bacino per i corsi d'acqua per i quali siano state individuate le fasce di pertinenza fluviale. L'adozione di portate con tempi di ritorno inferiori deve considerarsi del tutto eccezionale e deve comunque essere evidenziata e adeguatamente motivata. Le attività tecniche che conducono alla definizione dello scenario di rischio idraulico per l'area di interesse sono:

- Valutazione delle portate di riferimento sulla base delle «Indicazioni per la stesura della relazione idrologica» predisposte dalla Regione Lombardia,
- Studio idraulico da svolgersi conformemente alla direttiva «Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B». (con particolare riferimento al capitolo «Contenuti dello studio di compatibilità»). È ammesso il ricorso alle metodologie di calcolo semplificate richiamate nei successivi Artt. 2 e 3 solo ed esclusivamente nei casi ivi previsti. Le situazioni a rischio di formazione di colate detritiche o di trasporto solido iperconcentrato, specialmente se con pericolo di sovralluvionamento e/o occlusione di opere di attraversamento, debbono essere valutate attraverso specifiche procedure qui non considerate.

Art. 2 – Lo studio idraulico semplificato definisce le condizioni di deflusso nel tronco idraulico di interesse ricorrendo al calcolo di moto uniforme. Questo è applicabile solo quando il tronco di interesse:

- abbia geometria approssimativamente cilindrica,
- non contenga al suo interno o sul contorno sezioni critiche costituite da salti o strettoie naturali o artificiali che provocano apprezzabili scostamenti dalle condizioni di moto uniforme. In particolare, nel caso di corrente subcritica, l'eventuale strettoia, provocante l'innalzamento del profilo di piena, deve essere posta a una distanza superiore al valore D dall'estremo di valle del tronco di interesse; la distanza D è definita in Fig. 1,
- non presenti situazioni trascritiche con passaggio di corrente da condizione supercritica a subcritica o viceversa; ciò viene verificato confrontando, in ogni sezione di calcolo, la quota di stato critico con la quota di moto uniforme corrispondente alla pendenza locale del fondo.

Lungo il tronco idraulico di interesse deve adottarsi il medesimo valore del coefficiente di resistenza idraulica, a meno che non venga giustificato il contrario.

La geometria dell'alveo viene definita topograficamente rilevando un numero sufficiente di sezioni trasversali: in particolare le sezioni trasversali non debbono essere in numero inferiore a 4, il loro interasse non deve essere superiore a 10 volte la larghezza dell'alveo, la differenza tra la quota del profilo di piena nelle sezioni contigue non deve superare i 30 cm (prevale la condizione più restrittiva). Il rilievo delle sezioni trasversali deve definirne compiutamente la forma geometrica e deve spingersi a una quota di almeno 2 m superiore alla quota del profilo di piena: nel caso di alvei arginati, il rilievo deve proseguire almeno fino al piede esterno dell'argine. Deve essere assicurata la congruenza delle quote del rilievo con le quote della carta di appoggio (ad esempio la carta fotogrammetrica comunale o la Carta Tecnica Regionale).

Art. 3 – Il calcolo di moto uniforme viene applicato a un convenzionale alveo cilindrico avente:

- sezione trasversale di forma «intermedia» tra le sezioni rilevate; a favore di sicurezza può essere assunta come sezione convenzionale, la più piccola tra le sezioni rilevate;
- profilo di fondo rettilineo con pendenza pari alla media del tronco di interesse.

Deve essere opportunamente caratterizzata la variazione della resistenza al moto sul perimetro bagnato della sezione composta da alveo inciso e da golene o piane alluvionali laterali, esemplificata in Fig. 2: a tal fine, si utilizza la formula del moto uniforme nella quale viene esplicitata la *convettanza*:

$$K_i = A_i R_i^{2/3} n_i^{-1}$$

$$Q = i^{1/2} (K_1 + K_2 + \dots + K_N)$$

ove A_i , R_i e n_i sono l'area bagnata, il raggio idraulico e il coefficiente di resistenza di Manning della i -esima porzione di sezione, i è la pendenza di fondo, Q la portata defluente, N il numero delle porzioni della sezione composta.

Le parti esterne della sezione idraulica, il cui contributo al convogliamento delle acque può essere considerato trascurabile, sono escluse dal calcolo.

Art. 4 – La compatibilità idraulica della proposta di uso delle aree a rischio idraulico viene valutata individuando i rischi ai quali è soggetta l'area di interesse e che debbono essere mitigati, discutendo l'efficacia degli eventuali interventi proponibili per la mitigazione del rischio e verificando che:

A) l'occupazione del suolo non ponga ostacolo al libero deflusso delle acque:

- si confronta il profilo di piena che si stabilisce senza e con l'insediamento: l'area urbanizzata viene esclusa dal calcolo come esemplificato in Fig. 3, indipendentemente dalla densità di urbanizzazione. Si noti che la striscia di golena esclusa dal calcolo si estende lungo tutto il tronco di interesse;
- si considera che l'insediamento non ostacola il deflusso delle acque se la differenza tra i due profili di piena (senza e con urbanizzazione) non differiscono tra loro per più di 20 cm.

B) gli insediamenti o le strutture nelle aree inondabili non siano a rischio:

- le strutture sono considerate a rischio se si realizzano le condizioni definite dal grafico allegato in funzione del tirante idrico, h (m), e della velocità della corrente, U (m/s), al margine (lato fiume) della zona di interesse;
- qualora il calcolo idraulico non consenta di differenziare il valore della velocità nelle diverse porzioni della sezione, il grafico viene letto in funzione della velocità media nella sezione. Si intende che le condizioni idrauliche così definite si mantengano invariate su tutto il tronco a cavallo della sezione;
- sono individuate 2 condizioni a differente livello di pericolosità:

1. area pericolosa e incompatibile con qualunque tipo di urbanizzazione; la realizzazione di infrastrutture dovrà essere valutata in funzione della interferenza con la dinamica del corso d'acqua, secondo i criteri metodologici del presente documento;
2. area urbanizzabile a seguito di realizzazione di opere di mitigazione del rischio o con accorgimenti costruttivi che impediscano danni a beni e strutture e/o che consentano la facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili. Le eventuali opere di mitigazione proposte dovranno essere dimensionate secondo i criteri metodologici del presente documento; si dovrà inoltre verificare che la realizzazione delle stesse non interferisca negativamente con il deflusso e con la dinamica del corso d'acqua.

Di seguito si elencano, a titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, alcuni dei possibili accorgimenti che dovranno essere presi in considerazione per la mitigazione del rischio e da indicare quali prescrizioni al fine di garantire la compatibilità degli interventi di trasformazione territoriale:

a) misure per evitare il danneggiamento dei beni e delle strutture:

a1) realizzare le superfici abitabili, le aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiali sopraelevate rispetto al livello della piena di riferimento;

a2) realizzare le aperture degli edifici situate al di sotto del livello di piena a tenuta stagna; disporre gli ingressi in modo che non siano perpendicolari al flusso principale della corrente;

a3) progettare la viabilità minore interna e la disposizione dei fabbricati così da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso dello scorrimento delle acque, che potrebbero indurre la creazione di canali di scorrimento a forte velocità;

a4) progettare la disposizione dei fabbricati in modo da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla corrente principale;

a5) favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo;

b) misure atte a garantire la stabilità delle fondazioni:

b1) opere drenanti per evitare le sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione;

b2) opere di difesa per evitare i fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali;

b3) fondazioni profonde per limitare i fenomeni di cedimento o di rigonfiamento di suoli coesivi;

c) misure per facilitare l'evacuazione di persone e beni in caso di inondazione:

c1) uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena centennale aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso i piani superiori;

c2) vie di evacuazione situate sopra il livello di piena centennale;

d) utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrodinamiche;

e) utilizzo di materiali per costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua.

INDICAZIONI PER LA STESURA DELLA RELAZIONE IDROLOGICA

PREMESSA

La regolamentazione d'uso delle aree a rischio, così come i progetti di opere di sistemazione idraulica e il dimensionamento delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua, richiedono la valutazione delle portate di piena che debbono essere stimate secondo una procedura logica e tecnicamente fondata, da descrivere in modo puntuale ed esaustivo nella relazione idrologica.

Le linee guida presentate nel seguito forniscono indicazioni utili per la stesura della relazione idrologica, pur mantenendo il carattere di semplice suggerimento quando si riferiscono a metodologie di calcolo o a scelte progettuali. Infatti, allo stato presente delle conoscenze, le procedure di stima idrologica non sono univocamente determinabili e la scelta della metodologia più opportuna deve essere fatta dal professionista in funzione della situazione allo studio e del tipo di informazioni e dati disponibili.

In allegato 1 si fornisce inoltre l'elenco degli studi idrologico-idraulici e dei progetti di difesa del suolo più significativi approvati dalla Regione Lombardia e disponibili per la consultazione: il professionista incaricato della stesura della relazione idrologica è tenuto a valutare caso per caso l'adeguatezza delle informazioni contenute in fatti elaborati in relazione alle finalità specifiche dello studio da produrre e a motivare la necessità di procedere ad ulteriori analisi idrologiche.

Le presenti indicazioni devono ritenersi integrative delle direttive in materia di idrologia e idraulica emanate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, che devono pertanto essere visionate dal professionista. Le direttive approvate sono consultabili sul sito dell'Autorità www.adbpo.it.

CONTENUTO DELLA RELAZIONE IDROLOGICA

La relazione idrologica deve contenere almeno i seguenti elaborati, organizzati in capitoli secondo lo schema nel seguito esposto.

1. Scopo del lavoro

Questo capitolo espone i quesiti progettuali ai quali la relazione idrologica è chiamata a rispondere, illustrando tutte le problematiche che il progettista sarà chiamato ad affrontare. Pertanto, esso:

a) descrive la tipologia delle opere e lo schema dell'intervento da dimensionare idraulicamente o le caratteristiche dell'area per cui si intende valutare il rischio di esondazione;

b) individua la/e grandezza/e idrologica di dimensionamento (ad esempio: altezza di precipitazione, portata al colmo di piena, volume di piena, forma dell'onda di piena, portata solida, accumulo di detrito movimentabile sotto forma di colata o altro);

c) discute e giustifica la scelta del tempo di ritorno o del livello di rischio accettato per il dimensionamento dell'intervento;

Inoltre, in questo capitolo, viene delineato lo schema dell'indagine da svilupparsi nei capitoli successivi della relazione idrologica; qualora l'area di interesse fosse soggetta a rischi idrogeologici di tipo particolare (come ad esempio fenomeni di trasporto solido o di detriti galleggianti) il capitolo iniziale della relazione dovrà proporre e giustificare uno schema di indagine appropriato, anche se questo si discosta dagli indirizzi generali delineati nelle presenti indicazioni.

2. Descrizione del bacino idrografico

In questo capitolo sono fornite le informazioni sulla morfologia, la geologia, l'idrografia, la climatologia e la predisposizione alle diverse tipologie di rischio idrogeologico del bacino idrografico sotteso dalla/e sezione/i di interesse. Il capitolo riporta e ordina tutte le informazioni utilizzate in seguito nello studio idrologico.

Il testo è accompagnato da:

I) Carte di base

Le carte di base, propedeutiche allo studio, possono essere le seguenti:

a) corografia generale del bacino idrografico di interesse e, ove necessario, dei suoi sottobacini, predisposta su una base cartografica che fornisca un'immagine chiara dei luoghi: è consigliato l'impiego della Carta Tecnica Regionale alla scala

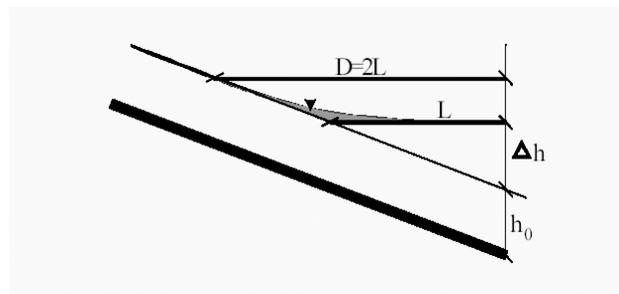


Fig. 1

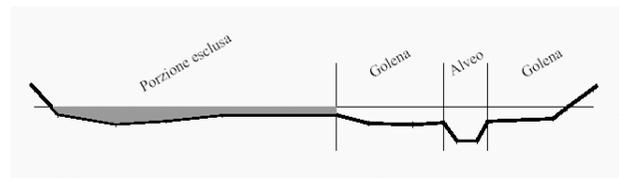


Fig. 2

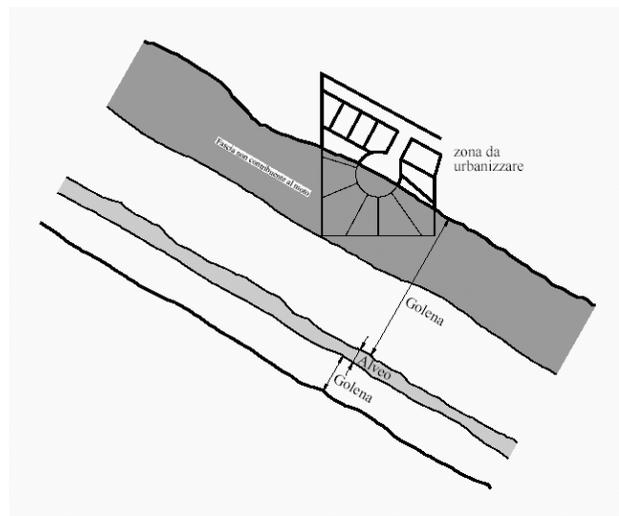


Fig. 3

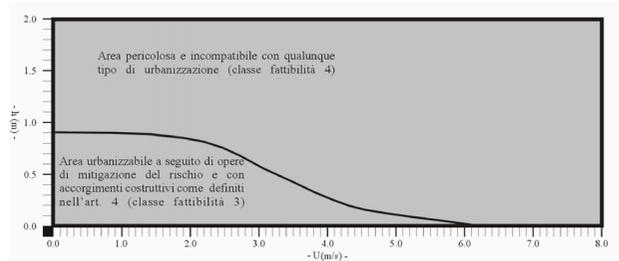


Fig. 4

1:10.000 o, se del caso, alla scala 1:25.000. Per bacini di grandi dimensioni, non rappresentabili su fogli di formato non superiore ad A0, sarà opportuno predisporre un quadro di insieme, utilizzando la Base Topografica alla scala 1:50.000 oppure la Carta Provinciale alla scala 1:100.000 prodotte dalla Regione Lombardia, e le corografie dei singoli sottobacini, da riportarsi sulla CTR in scala 1:10.000. Sulla corografia generale saranno rappresentate con appositi simboli le stazioni idrometriche, pluviometriche o di altro tipo considerate nello studio idrologico;

b) carta geologica, stralcio della Carta Geologica in scala 1:50.000 del Servizio Geologico Nazionale, quando non disponibile altra cartografia redatta a scala di maggior dettaglio (es. carte progetto CARG, indicate in allegato I, o altre carte redatte da Province, Comunità montane ecc...)

c) carta dell'uso del suolo, stralciata dalla Carta dell'Uso e Copertura del Suolo ad orientamento agricolo-forestale in scala 1:50.000, oppure, per maggiore semplicità, dalla Carta della morfologia pure in scala 1:50.000, prodotte dalla Regione Lombardia con eventuali integrazioni e aggiornamenti derivati da sopralluoghi e rilievi diretti;

d) carta della rete idrografica, che può essere sovrapposta alla corografia;

e) la cartografia del reticolo fognario ed artificiale per il deflusso delle acque dalle zone urbanizzate e da quelle urbanizzabili - in relazione alle disposizioni del art. 12 del PAI - (con individuazione degli scaricatori di piena reperibili ad es. presso le Province o i Consorzi di collettamento e depurazione) specie nei bacini di collina o di pianura in cui la componente di deflusso dalle zone urbanizzate può assumere una valenza preponderante rispetto alla componente dal bacino naturale;

f) carta della erodibilità del suolo, per gli studi che riguardano anche il trasporto solido, per la stesura della quale possono essere utili: carte delle coperture e/o uso del suolo e le carte relative al dissesto ed alla pericolosità per colate detritiche (cfr. all. 1); Nella normalità dei casi risulta molto difficile la determinazione dell'erodibilità in quanto presuppone l'utilizzo di metodologie complesse con numerosi parametri da stimare la cui attendibilità, in mancanza di dati certi, risulta spesso criticabile. Tale carta sarebbe da prevedere ove risulti possibile un'indagine di dettaglio sul territorio.

II) Carte derivate

In base alla metodologia utilizzata, oltre alle carte di base possono essere fornite le carte derivate riportanti i tematismi utilizzati nelle procedure di calcolo idrologico. Il dettaglio delle informazioni dovrà essere sufficiente a caratterizzare correttamente il bacino per gli scopi del calcolo idrologico e in particolare dovrà tenere conto della superficie del bacino, della possibile disomogeneità dello stesso, della presenza di più stazioni di misura, ecc.

A titolo di esempio si elencano le seguenti carte tematiche:

a) la carta delle aree a pari capacità di infiltrazione oppure a pari numero di curva per chi calcola il coefficiente di afflusso con il metodo CN-SCS. Per la predisposizione di questo elaborato possono essere utili la Carta dell'uso del suolo ad orientamento vegetazionale e la Carta idrologica con indicazioni inerenti la permeabilità, entrambe prodotte alla scala 1:10.000 nell'ambito del già richiamato Progetto Geoambientale;

b) la carta delle isocorve per chi ricava l'Idrogramma Unitario del Metodo di corrivazione;

c) la carta dei topoi o della distribuzione spaziale della precipitazione;

d) la carta della produzione di sedimenti;

e) la carta della propensione alla formazione di colate detritiche.

È conveniente che gli elaborati grafici siano resi in forma vettoriale, eventualmente tracciati su base raster, in formato Autocad, ovvero in formato ArcInfo.

III) Tabelle

Devono essere presentate in tabelle le informazioni utilizzate nello studio idrologico e in particolare:

a) le serie storiche delle misure idrometriche e pluviometriche o di altro tipo;

b) i parametri morfometrici del bacino idrografico;

c) le caratteristiche delle stazioni (Ente gestore, codice,

quota, tipo di strumento installato, attendibilità del dato secondo il gestore, coordinate, ecc.).

d) l'estensione dei bacini urbani e la portata scaricata dai manufatti di drenaggio urbano (compresa quella delle aree di prevista urbanizzazione)

3. Stima della piena di progetto

La piena di progetto viene usualmente stimata a partire dalla precipitazione critica con una trasformazione afflussi - deflussi in quanto le stazioni idrometriche sono piuttosto scarse e, molto raramente, interessano piccoli corsi d'acqua. Ciò non toglie che il valore della portata al colmo di piena stimata a partire dalle misure idrometriche rilevate e pubblicate da organismi ufficiali sia di gran lunga il più affidabile; quindi, nel prossimo futuro, quando saranno disponibili consistenti serie di misure di portata, questa procedura dovrà essere usata con maggiore frequenza di quanto non accada attualmente.

Il professionista che utilizzi nel suo studio idrologico codici di calcolo o software specialistico deve fornire le specifiche dei prodotti impiegati, i risultati parziali di calcolo (es. ietogramma lordo, dati IUH, ecc.) al fine di consentire il calcolo completo da parte di chi legge e deve rendersi disponibile ad eseguire i calcoli alla presenza dei tecnici incaricati del collaudo della prestazione.

3.1 Stima della piena di progetto dalla precipitazione critica

La piena di progetto con assegnato tempo di ritorno viene calcolata seguendo i seguenti passi di calcolo (si deve giustificare la necessità di ricorrere a eventuali procedimenti diversi, che dovranno essere adeguatamente descritti):

a) elaborazione statistica dei massimi annui delle altezze di precipitazione di breve durata, finalizzata alla costruzione delle curve di possibilità pluviometrica alle stazioni di misura, con diverso tempo di ritorno. Lo sviluppo delle elaborazioni statistiche sarà presentato nella relazione idrologica secondo lo stesso schema illustrato per l'analisi statistica dei massimi annui di portata nel successivo § 2.3.2, punto II);

b) calcolo dell'altezza media di pioggia sul bacino o sui suoi sottobacini oppure determinazione della distribuzione spaziale della precipitazione, qualora venga utilizzato un modello di trasformazione afflussi - deflussi;

c) definizione dello ietogramma di progetto, giustificandone la scelta in base alle caratteristiche pluviometriche del bacino in esame. Solo nel caso in cui il processo di trasformazione afflussi - deflussi venga rappresentato con la Formula Razionale è consentito considerare la distribuzione della pioggia uniforme nel tempo; a tale proposito l'Autorità di bacino ha formulato una direttiva nel merito;

d) calcolo del coefficiente di afflusso di piena e della precipitazione efficace. Il valore del coefficiente di afflusso di piena è un fattore determinante per il calcolo della portata di piena e quindi deve essere ampiamente giustificato. A tal proposito è consigliabile il ricorso al metodo Curve Number del Soil Conservation Service degli Stati Uniti che ricava il valore del coefficiente di afflusso con una procedura sufficientemente chiara. Il calcolo della pioggia netta può essere fatto sia seguendo la procedura consigliata dal summenzionato metodo CN-SCS, ovvero in altro modo. Si noti che la formula razionale ipotizza che la precipitazione critica sia di intensità costante nel tempo; l'uso di tale formula implica pertanto che la pioggia efficace venga calcolata con il metodo «PHI», il quale ammette velocità di infiltrazione costante.

e) calcolo della portata di progetto con la trasformazione afflussi - deflussi: la procedura ipotizza che il tempo di ritorno della portata di progetto sia uguale al tempo di ritorno della precipitazione alla quale viene applicata la trasformazione afflussi - deflussi. La procedura utilizzata deve essere adeguatamente descritta. Nel caso in cui il bacino sia di piccole dimensioni, ovvero le informazioni idrologiche siano scarse e/o imprecise oppure l'importanza dell'intervento non giustifichi un maggiore approfondimento, è ammesso l'impiego della Formula Razionale: in tal caso deve essere opportunamente giustificata la scelta del tempo critico del bacino.

Nei casi in cui dalla ricognizione emerga un peso delle portate di deflusso urbano non trascurabile (> 25-30%) occorre prevedere l'uso di modelli che simulino la differente risposta (in termini di portata al colmo e di tempo di corrivazione del bacino) delle zone urbane e delle zone naturali dei bacini. Per questo occorre tuttavia tenere in debito conto il limite fisico

della capacità di drenaggio delle reti urbane dimensionate usualmente per portate massime associabili a $T = 10$ anni.

3.2 Stima della portata di progetto con l'analisi statistica dei massimi annui di portata

Usualmente con questa procedura viene stimata soltanto la portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno; si possono seguire due procedure alternative:

I) **La procedura regionale** è la più onerosa ma è consigliabile in quanto utilizza il maggior numero di dati possibili. Per l'illustrazione dei metodi di stima regionale si faccia riferimento ai testi di idrologia. È opportuno che nella Relazione Idrologica la procedura di calcolo sia sunteggiata in maniera chiara ma concisa e, invece, venga citata in maniera puntuale la fonte idrografica dalla quale è stata derivata la procedura di calcolo. Stralci della o delle fonti idrografiche di riferimento possono essere allegati alla relazione per maggior chiarezza e completezza. Debbono essere invece riportati in relazione tutti gli sviluppi del calcolo per consentirne la puntuale verifica.

II) **La procedura puntuale** elabora separatamente le singole serie storiche dei massimi annui delle portate e correla i risultati del calcolo statistico per giungere alla portata di progetto nella sezione fluviale di interesse. La procedura di calcolo comporta che vengano eseguite le seguenti elaborazioni:

a) regolarizzazione della distribuzione empirica dei dati di ciascuna serie idrometrica con una legge di probabilità di riconosciuta validità i cui parametri vanno determinati con uno stimatore accettabile (metodo dei momenti, metodo della massima verosimiglianza, metodo di momenti pesati in probabilità o altro). L'adattamento della legge deve essere verificato con un testo statistico adeguato (ad esempio il test di Pearson o il test di Kolmogorov-Smirnov). La regolarizzazione di differenti serie idrometriche con differenti leggi di probabilità deve essere opportunamente giustificato;

b) i valori di portata con uguale tempo di ritorno stimati nelle differenti sezioni di misura vengono regrediti su parametri morfometrici (area, lunghezza dell'asta principale, tempo di corrivazione o altro) dei bacini sottesi da tali sezioni al fine di ricavare il valore di portata nella sezione di interesse. Qualora la portata così ottenuta sia una media giornaliera, il suo valore deve essere trasformato nel valore al colmo di piena con le opportune formule empiriche reperibili nella letteratura tecnica o ricavate con indagini ad hoc.

4. Fenomeni di alluvionamento e di trasporto di massa

L'analisi dei fenomeni di dissesto diffuso che possono innescare processi di trasporto di sedimenti di particolare intensità richiede l'intervento congiunto e coordinato delle professionalità dell'Ingegnere Idrologo e del Geologo.

Nel caso in cui siano da temere fenomeni di sovralluvionamento che interessano l'area di progetto, la Relazione Idrologica deve:

a) fornire una stima della granulometria del materiale d'alveo (diametro efficace o meglio curva granulometrica del sottofondo e dello strato di armatura del letto);

b) identificare le possibili fonti di alimentazione di detriti (frane, scoscendimenti superficiali, ecc.), fornendo altresì una valutazione di prima approssimazione della quantità e della qualità degli inerti che possono giungere all'area di interesse.

Nel caso in cui siano da temere fenomeni di debris flow, la Relazione Idrologica deve:

a) individuare i tronchi torrentizi morfologicamente predisposti al processo;

b) determinare, almeno in prima approssimazione, il volume di materiale movimentabile dalla colata;

c) definire la portata solida e liquida al colmo dell'onda di debris flow oppure la forma dell'onda medesima.

Per la trattazione di questo argomento, il professionista può riferirsi al Quaderno Regionale di Ricerca n. 34 «Il rischio idraulico nelle aree di conoide» edito dalla Regione Lombardia nel novembre 1999 oltre a quanto illustrato in allegato 2.

5. Verifica dei risultati

I valori stimati delle grandezze idrologiche di progetto debbono essere confrontati con altre informazioni al fine di verificarne la congruità. Sono individuate due procedure di verifica, una almeno delle quali deve essere sempre applicata nello studio idrologico.

I) Applicare indipendentemente la metodologia indicata nel § 3.1 e una di quelle indicate nel § 3.2, confrontando i risultati ottenuti: le eventuali discrepanze debbono essere analizzate, commentate e giustificate.

II) Confrontare i valori stimati mediante la procedura idrologica prescelta con le informazioni desumibili dagli scenari di accadimenti storici. Se l'accuratezza delle informazioni storiche lo consente, l'applicazione di questa procedura di verifica deve prevedere l'esecuzione dei seguenti passi:

a) censimento delle piene storiche che hanno riguardato il sito di interesse con raccolta di informazioni documentarie: testi, fotografie, mappe di inondazione, relazioni tecniche e quant'altro si dimostri utile per la caratterizzazione degli eventi. Per le piene accadute in anni di poco precedenti la stesura dello studio idrologico possono ancora rilevarsi topograficamente i segni lasciati dalle acque;

b) rilievo topografico, eventualmente speditivo se ciò è giustificato, di un tratto dell'alveo sufficiente alla esecuzione del calcolo idraulico. Nel caso di ricostruzione di piene del passato non recente è opportuno che la topografia rilevata al momento dello studio sia corretta per adeguarla, almeno macroscopicamente, alla situazione della piena storica, ad esempio rimuovendo manufatti di attraversamento, argini o altre strutture al tempo non esistenti;

c) determinazione, con calcolo idraulico di tracciamento del profilo di corrente a pelo libero in moto permanente, della portata riprodotte lo scenario/i di inondazione storica. Nei casi più complessi, si può valutare la convenienza del ricorso a modelli di simulazione di maggior dettaglio, anche per tenere conto di fenomeni di sovralluvionamento, erosioni o trascinamenti, *debris flow*;

d) determinazione, sulla base della stima idrologica effettuata, del tempo di ritorno della portata ottenuta con la simulazione idraulica e confronto con il tempo di ritorno dell'evento storico, approssimativamente dedotto dalle informazioni raccolte con l'indagine di cui al punto (a). Le eventuali discrepanze debbono essere commentate e giustificate.

Le stime idrologiche debbono in ogni caso tenere conto di particolari situazioni che esaltano o, più frequentemente, smorzano la violenza della piena; ad esempio:

- copertura glaciale o nivale di parte del bacino, che ne riduce la superficie efficace;
- insufficienza dell'alveo del corso d'acqua che, facendo sondare la piena, in parte la lamina;
- presenza di reticoli artificiali (reti urbane di drenaggio) con contributo localizzato significativo;
- presenza di serbatoi artificiali o di invasi naturali che contengono parte dell'onda di piena.

La Relazione idrologica deve indicare chiaramente se la stima della portata di piena considera:

- la presenza di opere di sistemazione da realizzarsi a monte del tratto fluviale di interesse;
- il confronto tra la situazione attuale e la situazione futura, una volta che siano stati completati gli interventi di sistemazione del suolo (quali la realizzazione di opere di arginatura o di laminazione).

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento (1)		Data di compilazione	
Rilevatore		Tipo di rilevamento (2)	
Coordinate Gauss-Boaga da CTR (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine Longitudine		
Nome o località frana		Comune	
Comunità Montana		Provincia	
Bacino		Sottobacino	
Sigla CTR		Nome CTR	
Località minacciate direttamente (3)		Comune	
Località minacciate indirettamente (3)		Comune	
Data primo movimento (4)		Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI (5)

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	
Altezza max. scarpata principale (m)	
Area (m ²) (6)	
Volume (m ³) (6)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m ²) (6)	
Lunghezza max percorso colata o massi (m) (7)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	
Forma del versante (8)	
Presenza di svincoli laterali (9)	

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	
Quota testata (m s.l.m.)	
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	
Lunghezza media (m)	
Lunghezza massima (m)	
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m ²) (6)	
Volume (m ³) (6)	
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso (10)	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO
Roccia	unità (11)					
	litologia principale					
	altre litologie					
	alterazione (12)					
	struttura della roccia (13)					
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)					
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4	
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
grado di cementazione (14)						
Terreno	unità (11)					
	facies (15)					
	classe granulometrica principale (A.G.I.)					
	alterazione (16)					
	grado di cementazione (14)					

4 - TIPO DI MOVIMENTO (17) 1 2

Crollo	in massa		
	di singoli blocchi	puntuale	
		diffuso	
Ribaltamento			
Scivolamento	rotazionale		
	traslativo		
superficie di movimento	planare		
	multiplanare		
	circolare		
	curvilinea		
	non determinabile		
Espansione laterale			
Colata			
Subsidenza			

5 - PRESENZA DI ACQUA

		NICCHIA		ACCUMULO
Precipitazioni pre-sopralluogo (18)				
Assenza di venute d'acqua				
Umidità diffusa				
Acque stagnanti				
Stillicidio				
Rete di drenaggio sviluppata				
Ruscellamento diffuso				
Presenza di falda				
Profondità falda (m)				
Sorgenti (19)	Portata (l/s)	1		1
		2		2
		3		3
		4		4
Comparsa di nuove sorgenti				
Scomparsa di sorgenti				

6 - STATO DI ATTIVITÀ (20)

ATTIVA		Sintomi di attività				
		rigonfiamenti				
		cedimenti di blocchi				
		superfici di movimento non alterate				
		vegetazione assente o abbattuta				
		variazioni portata acque				
		lesioni a manufatti				
		fratture aperte				
RIATTIVATA		per: arretramento estensione laterale avanzamento	Parzialmente		Totalmente	
			Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
INATTIVA QUIESCENTE						
INATTIVA STABILIZZATA						

7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento		
Estensione laterale		
Avanzamento		
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione		

8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati	Potenziali	Accertati	Potenziali
Centro abitato		Acquedotti	
Baite o case sparse		Fognature	
Edifici pubblici		Oleodotti	
Insedimenti produttivi		Argini o opere di regimazione	
Ferrovie		Sbarramento parziale corsi d'acqua	
Autostrade, S.S., S.P.		Sbarramento totale corsi d'acqua	
Strade comunali o consortili		Terreni agricoli	
Linee elettriche		Boschi	
Condotte forzate		Allevamenti	
Gallerie idroelettriche		
Dighe		
Morti e dispersi		Feriti	
		Evacuati	

9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

E P		E P		E P	
SISTEMAZIONI FORESTALI		INTERVENTI PASSIVI		DRENAGGIO	
Vimate/fascinate		Valli paramassi		Canalette di drenaggio	
Gradonature		Trincee paramassi		Gallerie drenanti	
Disgaggio		Rilevati paramassi		Trincee drenanti	
Gabbionate		Muri e paratie		Dreni	
Palificate		Sottomurazioni		Pozzi drenanti	
Rimboschimento		
.....					
SISTEMAZIONI IDRAULICHE		INTERVENTI ATTIVI IN PARETE		ALTRO	
Briglie e traverse		Spritz-beton		Sistemi di allarme	
Argini e difese spondali		Chiodature		Consolidamento edifici	
Svasi / pulizia alveo		Tirantature		Evacuazione	
Vasche di espansione		Imbragature		Demolizione infrastrutture	
.....		Iniezioni		Terre armate	
		Reti		Micropali	
			Demolizione blocchi	
				

10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

	E	P		E	P
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assesimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri				

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici		Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche		Relazione geologica	
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	
Prove pressiometriche			

12 - NOTE**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI****ALLEGATI (21)**

Cartografia (CTR 1:10 000)	
Foto	
Sezioni	
Altro	

NOTE ESPLICATIVE PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA

1. Il numero (a libera scelta dell'utente) deve fare riferimento ad una specifica frana rappresentata nella cartografia allegata.
2. Indicare una delle seguenti categorie:
 diretto - se effettuato direttamente in sito dal rilevatore
 indiretto - se effettuato a distanza o da foto aeree dal rilevatore
 segnalazione - se i dati sono stati acquisiti da altre fonti, senza un controllo sul terreno.
3. Località minacciate direttamente - che giacciono sul corpo di frana o che possono essere investite dal materiale in movimento. Località minacciate indirettamente - che possono essere coinvolte negli effetti secondari quali alluvionamento da onda di piena per sbarramento del corso d'acqua dovuti al franamento.
4. Data dell'inizio del movimento franoso, quando nota (anche in modo approssimativo). Le paleofrane vanno indicate in base a dati storici se disponibili, oppure va segnalato approssimativamente il secolo o la collocazione pre - o post - ultima fase di avanzata glaciale.
5. Per la terminologia dei parametri morfometrici si fa riferimento alla classificazione di Cruden & Varnes (1993). Alle voci "media" di larghezza e lunghezza della nicchia e dell'accumulo va fornita una stima dei valori più rappresentativi (moda). Gli spessori medi e massimi dell'accumulo possono venire stimati o calcolati se vi sono a disposizione dati di sondaggio o altri dati quantitativi, in quest'ultimo caso specificare il tipo di dato utilizzato nelle note (campo 12).
6. Si fornisca una stima dei volumi e delle aree; nel caso in cui siano stati utilizzati per il calcolo dati quantitativi (es. da rilievi topografici) indicare nelle note (campo 12) il tipo di dato. Con area totale si intende l'intera area interessata dal dissesto, comprendente nicchia, accumulo ed eventuale zona di scorrimento. Nel caso in cui la scheda si riferisca a più colate di detrito coalescenti si indichi nel campo "dati morfometrici" (2) il volume totale di tutti gli accumuli, mentre nel campo "note" (12) si indichino, se conosciute, le volumetrie media dei singoli eventi e/o dell'evento relativo all'ultima riattivazione.
7. Si intende la distanza massima raggiunta dal materiale in movimento (per i crolli il masso che ha raggiunto la massima distanza dal punto di distacco).
8. Si indichi: 1-concavo, 2-convesso, 3-concavo-convesso, 4-convesso-concavo, 5-planare, 6-terrazzato.
9. Si intende con "svincoli laterali": incisioni torrentizie, fratture persistenti, fasce cataclastiche, che bordano uno o entrambi i lati della frana. Si indichi nella scheda una delle seguenti voci, utilizzando la sigla relativa: d-lato destro; s-lato sinistro; e-entrambi i lati, guardando valle.
10. Nel caso in cui l'accumulo sia stato rimosso indicare la causa di rimozione: naturale (es. asportazione da parte di un corso d'acqua) o artificiale (es. asportazione con mezzi meccanici).
11. Si indichi: gruppo, formazione o membro per il sedimentario; complesso o falda per il basamento cristallino; allogruppo, alloformazione, allomembro per il Quaternario, a cui appartengono le litofacies presenti, come da cartografia ufficiale.
12. Si indichi una delle seguenti voci: inalterata, decolorata, decomposta.
13. Si indichi una delle seguenti voci: massiccia, stratificata, scistosa, a blocchi.
14. Si indichi una delle seguenti voci: assente, parziale, totale.
15. Si indichi una delle seguenti voci: glaciale, alluvionale, delizioso, lacustre-palustre, eolico, travertino, di versante, di accumulo di frana.
16. Si indichi una delle seguenti voci: fresco, debolmente alterato, moderatamente alterato, molto alterato.
17. Nella colonna 1 va indicato il movimento che si verifica per primo in ordine temporale o che si verifica alla quota più elevata in senso spaziale. Nella colonna 2 l'eventuale movimento successivo in ordine temporale o che si verifica a quota più bassa. Un esempio di frana con due tipologie di movimento è una colata di terra e detrito (colonna 2) che viene innescata da uno scivolamento (colonna 1).
18. Indicare se nei giorni precedenti il sopralluogo sulla frana si sono avute importanti precipitazioni.
19. Nella prima riga si indichi il numero delle sorgenti rilevate rispettivamente nella nicchia e nell'accumulo, che dovranno essere ubicate nella cartografia allegata. Nelle righe successive si indichino, quando note, le portate delle singole sorgenti.
20. Per definire lo stato di attività di una frana sono stati introdotti 4 termini, come di seguito definiti:
 attiva - che presenti uno o più dei sintomi di attività elencati in tabella
 attiva-riattivata - per riattivazione parziale o totale di una frana precedentemente considerata inattiva
 inattiva-quiescente - che può essere riattivata dalle sue cause originali
 inattiva-stabilizzata - che non può essere riattivata dalle sue cause originali o che è stata protetta dalle sue cause originali da misure di stabilizzazione.
21. Tra gli allegati è considerato indispensabile uno stralcio cartografico del CTR alla scala 1:10.000, che delimiti l'area di frana con relativo numero di riferimento alla scheda. Altri allegati quali foto e sezioni possono comunque essere utili alla comprensione del dissesto. Nel campo Allegati si riporti un elenco sintetico.

SCHEDA CROLLI

Da compilare per ogni area omogenea

Lunghezza massima piste di discesa (m)							
ZONA DI DISTACCO	Pendenza (°)						
	Altezza della parete (m)						
	Forma della parete	Planare					
		Convessa					
		Concava					
		Aggettante					
	Fratture a monte della parete*		si		no		
	Presenza di contatti litologici		si		no		
	Presenza di interstrati argillitici		si		no		
	Presenza di venute d'acqua		si		no		
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m ³)						
	Sintomi di attività	Fratture aperte		si		no	
		Blocchi ruotati		si		no	
		Zone intensamente fratturate		si		no	
		Superfici non alterate		si		no	
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)*							
ZONA DI TRANSITO	Pendenza media versante (°)						
	Natura della superficie	Roccia resistente					
		Roccia debole					
		Detrito grossolano					
		Detrito fine					
		Terreno					
	Tipo di impatti	Impatti singoli*		si		no	
		Impatti multipli*		si		no	
	Rottura di blocchi per impatto		si		no		
	Tipo di vegetazione	Assente					
		Erbacea					
		Arbustiva					
		Di alto fusto					
	Altezza vegetazione abbattuta (m)						

ZONA DI ACCUMULO	Pendenza media (°)		
	Natura della superficie	Roccia resistente	
		Roccia debole	
		Detrito grossolano	
		Detrito fine	
	Terreno		
Materiale franato	Litologia		
	Selezione		
	Forma		
	Volume minimo dei blocchi (m ³)		
	Volume modale dei blocchi (m ³)		
	Volume massimo dei blocchi (m ³)*		
	Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		
	Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		
	Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)*		
Tipo di vegetazione	Assente		
	Erbacea		
	Arbustiva		
	Di alto fusto		

*da riportare o posizionare anche in carta a scala 1:10.000 o su foto

SCHEDA PER LA DESCRIZIONE DI AMMASSI ROCCIOSI IN ROCCE RESISTENTI

(Da Casagli e Crosta 1992, modificato)

STAZIONE N°		Data:	Operatore:		Rullino/Foto:				
LOCALITA':		Comune:							
CTR:		Coordinate:			Campioni n°:				
Esposizione:	Naturale: affioramento nicchia di frana erosione accelerata								
	Artificiale: scavo sup. scavo sotterr. trincea			metodo di scavo:					
LITOLOGIA:									
Formazione:									
Fattori Geologici:		Giunti d'esfoliazione	Discordanze	Contatti litologici					
Strutt. Monoclinale		Faglie (dirette/inverse)	Vene	Terreno residuale					
Pieghe		Rocce di faglia	Filoni	Carsismo					
Cerniere/Fianchi piega		Fratture beanti	Laminazioni	Suolo					
			parall./incl./ond./conv	spessore (m)					
INSTABILITA'	Scivolamenti:			Ribaltamenti:					
	Planari	a Cuneo	Rotazionali	di blocchi per flessione					
AMMASSO*	MASSIVO	BLOCCHI	TABULARE	COLONNARE	IRREGOLARE	FRANTUMATO			
STRUTTURA	Massiccia	Stratificata (spessore strati in cm) min moda max							
ALTERAZIONE*	INALTERATA	DECOLORATA	<50% DECOMP.	>50% DECOMP.	COMPL. DECOM.				
	Chimica (Plagioclasti, Miche, etc.)			Fisica (microfratture, grani, etc.)					
RESISTENZA*	Estr. Deb.	Molto	Debole	Med. Res.	Resistente	Molto Res.	Estr. Res.		
	Sbriciola a mano	Deb.	Difficile da sbriciolare con martello	Frattura con 1 colpo martello	Frattura con pochi colpi martello	Frattura con molti colpi martello	Scheggiata dal martello		
BLOCCHI	DIMENSIONE MEDIA:		FORMA: Cubo Romboedro Tetraedro Prisma (equil/barra/piastra)						
Piano affioramento	Giacitura		Altezza (m)		Larghezza (m)				
Linea di scansione	Giacitura (verticale/ orizzontale)				Lunghezza (m)				
SPAZIATURA MODALE (cm) (TOTALE DELL'AFFIORAMENTO)									
PERSISTENZA MODALE (m) (TOTALE DELL'AFFIORAMENTO)									
NUMERO DI SISTEMI DI DISCONTINUITA'									
PARAMETRI (VALORI MODALI PER CIASCUN SISTEMA)									
SIST.	TIPO¹	GIAC.	SPAZ.²	PERS.³	APERT.⁴	RIEMPIM.⁵	RUGOS.⁶	ALTER.⁷	ACQUA⁸
1									
2									
3									
4									
5									
ZONE DI TAGLIO		Orientazione (imm/incl)							
		Uniforme matrice% breccia % vena			a più strati matrice % breccia % vena				

* ISRM 1978

¹: 0-zona di faglia; 1-faglia; 2-giunto; 3-clivaggio; 4-scistosità; 5-taglio; 6-vena; 7-trazione; 8-foliazione; 9-stratificazione; 10-stilolite.

²: in centimetri

³: in metri

⁴: in millimetri

⁵: I=incoerente; C=coesivo inattivo; S=coesivo rigonfiante; Cm=cementato; Ca=calcite; Q=quarzo; T=talco; G=gesso

⁶: planare (rugoso/liscio/striato); ondulato (rugoso/liscio/striato); seghettato (rugoso/liscio/striato)

⁷: I=inalterata; D=decolorata; A=completamente alterata (decomposta)

⁸: 0=asciutta; 1-umida; 2-gocce; 3-flusso

SCHEDA COLATE

Da compilare per ogni area omogenea

Pendenza media (°)				
Granulometria modale				
Percentuale di limo e argilla nel sedimento				
Presenza di livelli a granulometria fine				
Spessore medio (m)				
Altezza H (da inserire in formula di Govi <i>et al.</i> , 1985) (m)				
Caratteristiche geotecniche del terreno	Angolo di attrito (°)			
	Coesione (kPa)			
Profondità della falda acquifera (m)				
Portata sorgenti principali (l/s)				
Vegetazione	Assente			
	Erbacea			
	Arbustiva			
	Di alto fusto			
Sintomi di attivazione	Fratture aperte nel terreno			
	Rigonfiamenti in terreno o muri			
	Vegetazione d'alto fusto inclinata			
	Erosione accelerata al piede			
	Erosione laterale			

SCHEDA CONOIDI

Id conoide		Data compilazione		Rilevatore	
Nome località			Nome torrente		
Comuni			Provincia		
C.T.R.					

Dati morfometrici della conoide					
Superficie (km ²)		Larghezza max (m)			
Volume (m ³)		Pendenza media (%)			
Quota massima (m slm)		Pendenza media alveo (%)			
Quota minima (m slm)		Lunghezza alveo (m)			
Lunghezza max (m)		Indice di Melton			

Dati morfometrici del bacino					
Superficie (km ²)		Pendenza media alveo princip.(%)			
Quota minima (m slm)		Lunghezza tot. rete idrografica(km)			
Quota massima (m slm)		Densità di drenaggio (km/km ²)			
Lunghezza alveo principale (km)		Indice di Melton			

FOTO			
Dimensione max del materiale (m³)	apice		
	zona mediana		
	zona distale		
Presunta migrazione del canale attivo			
	sin-centro	sin-dx	dx-sin
	dx-centro	centro-dx	centro-sin
Sviluppo del collettore rispetto all'apice			
	bisettrice		
	destra		
	sinistra		
Dinamica dell'alveo			
Apice	Mediana	Distale	
			approfondimento
			equilibrio
			innalzamento
Caratteristiche della soglia			
	in roccia		
	in materiale incoerente		
	mista		
Caratteristiche dell'apice			
Presenza di uno o più paleoalvei		si	
		no	
		Pendenza tratto a monte (%)	
		Pendenza tratto a valle (%)	

Caratteristiche del canale attivo sul conoide											
	FOTO	Apice		FOTO	Zona mediana		FOTO	Zona distale			
canale poco inciso											
canale inciso											
canale pensile											
canale pensile per intervento antropico											
canale regimato con opere di difesa											
torrente canalizzato e/o impermeabilizzato											
alveo tombinato											
canale assente											

Opere presenti sulla conoide		E = efficiente I =inefficiente									
Briglia	quota (m)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Soglia	quota (m)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Traversa	quota (m)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Repellente	quota (m)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Argini	quota (m)										
	lunghezza(m)		E							E	
	lunghezza(m)		I							I	
Difese spondali	quota (m)										
	lunghezza(m)		E							E	
	lunghezza(m)		I							I	
Selciato di fondo	quota (m)										
	lunghezza(m)		E							E	
	lunghezza(m)		I							I	
Scogliere	quota (m)										
	lunghezza(m)		E							E	
	lunghezza(m)		I							I	
Tombinatura	quota (m)										
	lunghezza(m)		E							E	
	lunghezza(m)		I							I	
Vasca d'espans. (m ³)		E	E	E							

Punti critici sul conoide			
Ponti, attraversamenti	FOTO		quota
		1	
		2	
		3	
		4	
Briglie e/o opere idrauliche che interferiscono con i deflussi	FOTO		quota
		1	
		2	
		3	
		4	
Sezioni obbligate, sezioni ristrette, curve.			quota
		1	
		2	
		3	
		4	
Possibili superamenti di argine			quota
		1	
		2	
		3	
		4	
Possibili rotture di argine			quota
	1		
	2		
	3		
	4		
Note			

Indicazioni di intervento			
Gabbionate		Muri di protezione	
Pulizia alveo		Impermeabilizz. dell'alveo	
Tombinature		Briglie	
Soglie		Difese spondali/argini	
Repellenti		Sistemazione frane in atto	
		Delocaliz. infrastrutture	
		Demolizioni	
		Rilevati	
		Briglie selettive	
		Scogliere	
		Vasche di espansione	

ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA CONOIDI

PRINCIPALE

- *Id conoide* – indicare un numero di riferimento progressivo (campo obbligatorio)
- *Nome torrente* – indicare sempre il nome del torrente che da origine alla conoide (campo obbligatorio)
- *Data di compilazione* – indicare la data della compilazione della scheda (campo obbligatorio)
- *Rilevatore* - indicare il nome della persona che ha raccolto i dati
- *Nome località* – indicare la località più vicina alla conoide (presa dalla Carta Tecnica Regionale, CTR, scala 1:10.000) e/o il nome locale del luogo (campo obbligatorio)
- *Comuni* – nome del Comune o Comuni che contengono la conoide
- *Sezioni CTR (cod sezione)* – indicare la sigla della/e sezione della Carta Tecnica Regionale scala 1:10000

CONOIDE

- *Superficie (Km²)* – indicare la superficie totale dell'area della conoide in chilometri quadrati
- *Volume (m³)* – indicare il volume, in metri cubi, del materiale costituente la conoide
- *Lunghezza max (m)* - indicare la lunghezza (distanza longitudinale) massima in pianta della conoide, in metri
- *Larghezza max (m)* – indicare la larghezza (distanza trasversale) massima in pianta della conoide, in metri
- *Quota min (m s.l.m.)* – indicare la quota minima s.l.m. della conoide
- *Quota max (m s.l.m.)* – indicare la quota massima s.l.m. della conoide, coincidente con l'apice
- *Lunghezza alveo (m)* – indicare la lunghezza in pianta dell'alveo nel tratto contenuto all'interno della conoide
- *Pendenza media* – indicare la pendenza media, in percentuale, del conoide, misurata preferibilmente sulla bisettrice
- *Pendenza media alveo* – indicare la pendenza media, in percentuale, del corso d'acqua generatore del conoide
- *Indice Melton* – indicare il valore ottenuto calcolando l'indice di Melton dato dal rapporto tra la differenza tra quota massima e minima (H_{max} , H_{min}), espresse in chilometri, della conoide e la radice quadrata dell'area (A) della conoide, espressa in chilometri quadrati ($(H_{max}-H_{min})/A^{1/2}$)
- *Dimensione materiale apice (mc)* – indicare la dimensione massima, in metri cubi, del materiale presente nella zona apicale della conoide
- *Dimensione materiale sett. mediano (mc)* – indicare la dimensione massima, in metri cubi, del materiale presente nel settore mediano della conoide
- *Dimensione materiale zona distale (mc)* – indicare la dimensione massima, in metri cubi, del materiale presente nella zona distale della conoide
- *Presunta migrazione del canale attivo* – indicare, se è presente, il presunto movimento del canale attivo considerando la posizione di partenza e quella possibile d'arrivo: centro-destra, centro-sinistra, destra-centro, destra-sinistra, sinistra-centro, sinistra-destra
- *Dinamica dell'alveo* – indicare lo stato dinamico dell'alveo del corso d'acqua: approfondimento, equilibrio, innalzamento
- *Presenza di paleoalvei* - indicare la presenza di evidenti alvei relitti sulla conoide
- *Canale apice* – indicare la situazione attuale del canale nella zona apicale della conoide in base alle seguenti indicazioni: canale poco inciso, canale inciso, canale pensile, canale pensile per interventi, canale regimato con opere
- *Canale settore mediano* - indicare la situazione attuale del canale nella zona mediana della conoide in base alle seguenti indicazioni: canale poco inciso, canale inciso, canale pensile, canale pensile per interventi, canale regimato con opere
- *Canale zona distale* - indicare la situazione attuale del canale nella zona distale della conoide in base alle seguenti indicazioni: canale poco inciso, canale inciso, canale pensile, canale pensile per interventi, canale regimato con opere
- *Sviluppo alveo* – indicare la posizione del canale: lungo la bisettrice, verso destra, verso sinistra
- *Pendenza tratto monte apice* – indicare la pendenza media dell'alveo a monte dell'apice espressa in percentuale, misurato su un tratto di 200-500 m, in base alle caratteristiche morfologiche del luogo
- *Pendenza tratto valle apice* – indicare la pendenza dell'alveo a valle dell'apice espressa in percentuale
- *Caratteristiche soglia* – indicare la tipologia del materiale che costituisce la soglia: roccia, mista, materiale incoerente

OPERE CONOIDE

- *Id opera* – indicare il numero progressivo per ogni opera presente sulla conoide
- *Tipo opera* – indicare il tipo di opera presente sulla conoide: briglia, soglia, difesa spondale, scogliera, argine, repellente, vasca ad espansione (m³), tombinatura
- *Quota* - indicare la quota, in metri s.l.m., cui è posizionata l'opera sulla conoide. Per le difese spondali in genere, indicare la quota massima.
- *Efficiente* – indicare se l'opera si presenta in condizioni di efficienza.
- *Lunghezza* - indicare, per le opere rettilinee longitudinali, la lunghezza della parte di opera efficiente e quella inefficiente, in modo tale che la loro somma coincida con la lunghezza totale dell'opera stessa.. Es: argine di lunghezza totale di m 500 di cui 300 m efficienti e 200 m non efficienti. Nella scheda si indica:

Argini		quota (m)	
		lunghezza(m)	300 E
		lunghezza(m)	200 I

BACINO

- *Id bacino* – indica il numero progressivo dei bacini corrispondenti alle conoidi (in genere l'id conoide coincide con l'id bacino)
- *Superficie bacino (Km²)* – indicare la superficie totale dell'area, in chilometri quadrati
- *Quota min (m)* – indicare la quota minima s.l.m. del bacino
- *Quota max (m)* – indicare la quota massima s.l.m. del bacino
- *Quota media (m)* – indicare la quota media, tra quella massima e minima, del bacino
- *Lunghezza alveo principale (Km)* – indicare la lunghezza, in pianta, del corso d'acqua principale del bacino
- *Pendenza media alveo principale (%)* – indicare la pendenza media, in percentuale, del corso d'acqua principale del bacino
- *Lunghezza totale rete idrografica (Km)* – indicare la somma totale del reticolo idrografico
- *Densità di drenaggio (Km/Km²)* – indicare il rapporto tra la lunghezza totale della rete idrografica (Km) e la superficie totale del bacino (Km²)
- *Indice Melton* – indicare il valore ottenuto calcolando l'indice di Melton sul bacino, dato dal rapporto tra la differenza tra quota massima e minima (H_{\max} , H_{\min}), espresse in chilometri, del bacino e la radice quadrata dell'area (A) del bacino, espressa in chilometri quadrati ($(H_{\max}-H_{\min}/A)^{1/2}$)

OPERE BACINO

- *Id opera bacino* – indicare il numero progressivo delle opere presenti sul bacino
- *Tipo opera* - indicare il tipo di opera presente sul bacino: briglia, soglia, traversa, difesa spondale, scogliera, argine, repellente, vasca ad espansione (m³), tombinatura
- *Quota (m)* - indicare la quota, in metri s.l.m., a cui è posizionata l'opera sul bacino. Per le difese spondali in genere, indicare la quota massima
- *Efficiente* – indicare se l'opera si presenta in condizioni di efficienza
- *Lunghezza (m)* - indicare, soprattutto per le opere rettilinee longitudinali, la lunghezza totale dell'opera stessa in metri

PUNTI CRITICI

- *Id critico* – indicare il numero progressivo dei punti critici (vd."Tipo Punto") presenti sulla conoide
- *Tipo punto* – indicare la tipologia del punto critico sulla conoide tra le seguenti possibilità: ponti, attraversamenti; briglie, opere idrauliche; sezioni obbligate/ristrette, curve; superamenti di argine; roture di argine
- *Quota (m)* - indicare la quota, in metri s.l.m., del punto critico sulla conoide

EVENTI STORICI

- *Id punti* – indicare il numero progressivo di ogni punto in cui si è verificato un fenomeno di dissesto idrogeologico. Lo stesso evento alluvionale può interessare più punti; ad esempio: il ponte a quota ..., le case in località ..., la strada al km... Tutti questi "punti" devono essere riportati singolarmente sulla scheda.
- *Localizzazione* – indicare il punto esatto o più prossimo al luogo in cui è avvenuto l'evento
- *Attendibilità* – indicare rispettivamente alta, media o bassa se la localizzazione indica rispettivamente un punto preciso, approssimato (<500m) od indicativo (>500m)
- *Data evento* – inserire la data dell'evento secondo la completezza dell'informazione (giorno, mese, anno – mese, anno – anno)
- *Tipo danni* – inserire il danno subito, relativo ad un luogo ed a un dato evento, compreso nelle seguenti categorie: centro abitato; case sparse; scuole, ospedali; strada statale; strada provinciale; strada comunale; carrozzabile non asfaltata, ferrovia; ponti; linee elettriche, telefoniche; opere di regimazione idrogeologica; impianti industriali; acquedotti, fognature; feriti; vittime; danni generici
- *Tipo fenomeno* – indicare il tipo di fenomeno verificatosi in quell'evento, se si tratta di colate detritiche (debris flow), colate torrentizie (debris torrent) oppure prevalenti portate liquide (bed load).

INTERVENTI

- *Elenco interventi* – indicare gli interventi consigliati sulla conoide e sul bacino: briglie, soglie, difesa spondali, scogliere, argini, repellenti, vasca ad espansione, gabbionate, pulizia alveo, impermeabilizzazione alveo, demolizioni, delocalizzazione infrastrutture, sistemazione frana in atto, briglie selettive, consolidamento briglie esistenti.

IMMAGINI

Inserire le immagini.

NOTE

Indicare ogni informazione suppletiva ed esplicativa ritenuta utile.

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE ESONDAZIONI STORICHE *

1. DATI GENERALI

n° di riferimento (1)		Data evento		Fonte dati (2)		Attendibilità (3)	
Località		Sezione/i CTR					
Comune		Coordinate Gauss-Boaga da CTR (4)					
Codice ISTAT		Coordinata x		Coordinata x			
Provincia		Coordinata y		Coordinata y			
Comunità Montana		Riferimento cartografia		PSFF-Sez.		PAI – Sez.	
Bacino idrografico		Tratto fasciato (5)	SI			NO	
Sottobacino							

2. DESCRIZIONE EVENTO

Cause (6)							
Altri eventi di esondazione in corrispondenza del tratto in oggetto(7)	SI		NO		Riferimento (8)		
Dissesti di sponda o di versante avvenuti in corrispondenza del tratto in oggetto(7)	SI		NO		Riferimento (8)		
Superficie interessata Km ² totali	Superficie interessata in destra idrografica Km ²				Portata stimata		
	Superficie interessata in sinistra idrografica Km ²						
Danni ad opere o manufatti							
Elementi a rischio (9)						n° persone coinvolte	

3. TRATTO D'ALVEO INTERESSATO

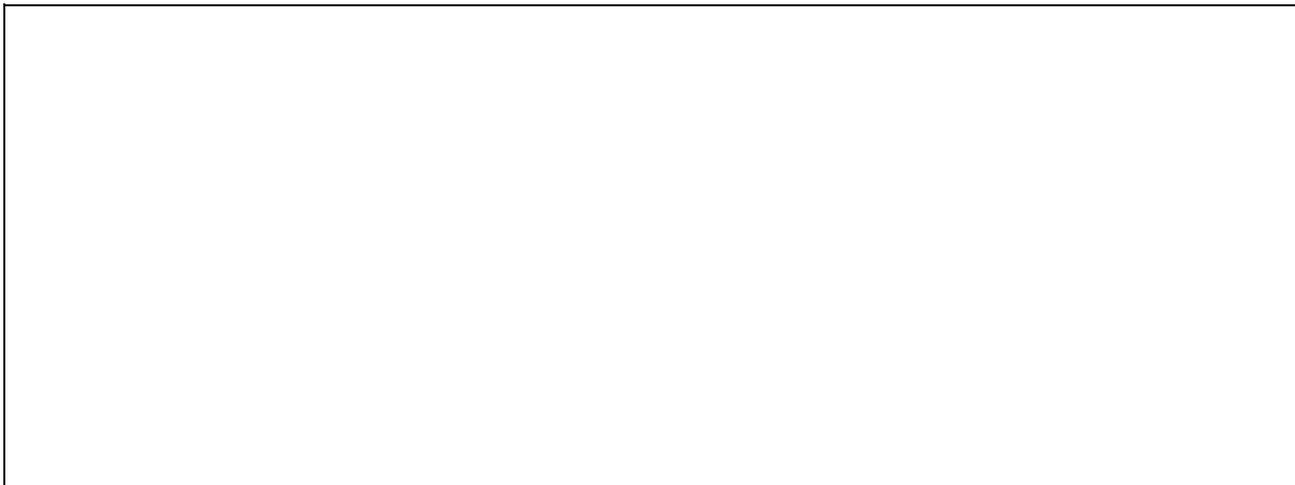
Descrizione (10)		Lunghezza m		Dislivello m	
Opere e manufatti presenti (11)					
Eventuali studi, progetti esistenti o interventi eventualmente realizzati (12)					

NOTE ESPLICATIVE PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA

* Da compilarsi per tutti gli eventi conosciuti

1. Il numero di riferimento deve indicare cronologicamente i diversi eventi verificatisi nel territorio di interesse;
2. indicare la provenienza dei dati e delle informazioni, per esempio: archivi (comunali o di altri Enti), rilevamento diretto, testimonianze, ecc..;
3. indicare il grado di attendibilità delle informazioni riportate in: alta, media, bassa;
4. andranno riportate le coordinate di monte e di valle del tratto interessato dall' esondazione;
5. indicare se il tratto interessato è compreso all'interno delle fasce fluviali del PSFF o del PAI barrando la casella corrispondente;
6. per es. precipitazioni di breve durata e forte intensità, precipitazioni di lunga durata, rotture d'argine, dissesti ecc...;
7. barrare la casella corrispondente;
8. riportare i riferimenti ad altra scheda o ad altro tipo di informazione;
9. indicare gli elementi a rischio, per esempio: centri abitati, nuclei abitati o case sparse, attività economiche, strade, ferrovie, infrastrutture di servizio ecc..;
10. descrivere sinteticamente le caratteristiche principali dell'alveo, per esempio: arginato, inciso, con alluvionamenti, pensile, anastomizzato, ecc;
11. descrivere il tipo di opere e/o manufatti presenti indicandoli anche nella cartografia allegata;
12. riportare i riferimenti ed una eventuale descrizione sintetica.

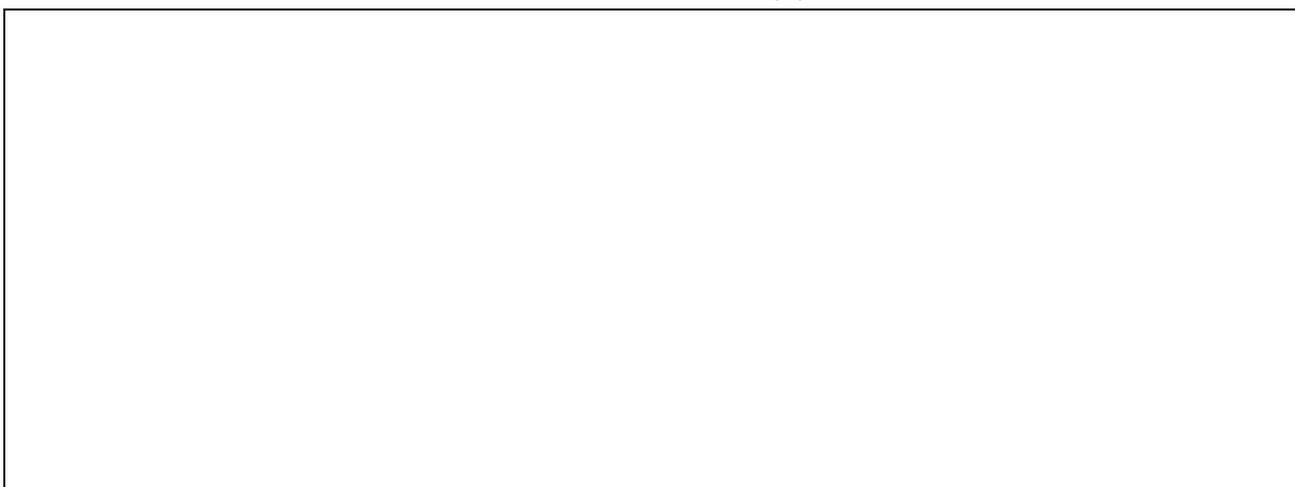
3 – STRATIGRAFIA



5 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI (6)



6 - IDROCHIMICA (7)



7 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA (8)

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)				
geometrico		temporale		idrogeologico
data del provvedimento di autorizzazione				

NOTE ESPLICATIVE PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA

1. Nel caso all'opera sia già stata attribuito un codice, si chiede di riportarlo senza modificarlo altrimenti si può procedere ad nuova numerazione
2. Disuso: si intende che il pozzo non è utilizzato, ma non è stato regolarmente sigillato
3. Potabile, Industriale, Agricolo, misto, altro
4. Indicare il numero delle tubazioni installate ed i rispettivi diametri
5. Indicare il tipo e la profondità dei setti impermeabili installati
6. Allegare tutti i dati disponibili relativi a prove di pompaggio e relativa interpretazione (con indicazione della portata critica), misurazioni dei livelli statici e dinamici (chiaramente datati), qualsiasi dato che aiuti a quantificare le caratteristiche degli acquiferi filtrati
7. Indicare (citandone le fonti) le caratteristiche idrochimiche degli acquiferi filtrati ed allegare i referti di analisi chimiche disponibili
8. Indicare accanto al tipo di metodo utilizzato per la delimitazione gli estremi dell'autorizzazione regionale (se presente)

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE SORGENTI

1 - DATI IDENTIFICATIVI

n° di riferimento e denominazione (1)	
Località	
Comune	
Provincia	
Sezione CTR	
Coordinate chilometriche italiane (da CTR)	Latitudine Longitudine
Quota (m da p.c.)	

UBICAZIONE SORGENTE (STRALCIO CTR)

2 - DATI FISICI CARATTERISTICI DELLA SORGENTE

Tipo di emergenza	
Localizzata	
Diffusa	
Fronte sorgivo	
Regime	
Perenne	
Secca stagionalmente	
Secca eccezionalmente	
Stato	
Captata	
Non captata	

3 - DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA DI PRESA

Tipologia di utilizzo (2)	
Portata utilizzata mc/a	
Utilizzatore	

4 – QUADRO GEOLOGICO



5 - DATI CHIMICO-FISICI (3)

--

6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA (4)

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)			
geometrico		idrogeologico	

--

NOTE ESPLICATIVE PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA

1. Nel caso alla sorgente sia già stata attribuito un codice, si chiede di riportarlo senza modificarlo altrimenti si può procedere ad nuova numerazione
2. Potabile, Industriale, Agricolo, misto, altro (indicare quale)
3. Indicare (citandone le fonti) le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua degli acquiferi filtrati ed allegare i referti delle analisi disponibili e le serie storiche delle misurazioni di portata
4. Indicare accanto al tipo di metodo utilizzato per la delimitazione gli estremi dell'autorizzazione regionale (se presente)

LEGENDA CARTE DI INQUADRAMENTO E DI DETTAGLIO

1. FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLA GRAVITA'

	Attivo (rosso)	Quiescente (blu)	Inattivo (verde)
Frane (1)			
Nicchia			
Zona di scorrimento			
Zona di accumulo			
Parete origine di crolli diffusi di singoli di massi			
Frana non fedelmente cartografabile			
Area a franosità diffusa (2) (rosso)			
Trincea (rosso)			
Contropendenza (nero)			
Area in sprofondamento (3) (nero)			
Area interessata da soliflusso (nero)			
Area interessata da deformazioni gravitative profonde (4) (nero)			
Area interessata da rotolamento di blocchi (5) (nero)			
Cono di detrito			
Deposito detritico (nero)			
Deposito di versante			

2. FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLE ACQUE SUPERFICIALI

	Attivo (rosso)	Quiescente (blu)	Inattivo (verde)
Erosione in alveo (blu)			
Alveo in sovralluvionamento (blu)			
Ruscellamento diffuso (nero)			
Ruscellamento concentrato (nero)			
Scomparsa di torrenti (6) (nero)			
Area in erosione accelerata (7) (nero)			
Cedimenti spondali lacustri (8) (nero)			
Conoide alluvionale			
Conoide detritico torrentizio (o misto)			
Accumulo di debris flow (blu)			
Deposito alluvionale o fluvio-glaciale (nero)			
Deposito alluvionale terrazzato (nero)			
Deposito di conoide pedemontana (nero)			

3. FORME E PROCESSI LEGATI AL CARSISMO

Dolina (nero)	
Area con campi solcati (nero)	
Grotta (nero)	
Planimetria di cavità vicino alla superficie (nero)	

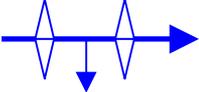
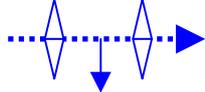
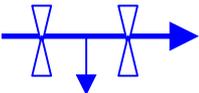
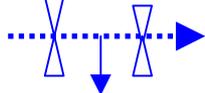
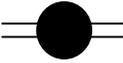
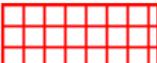
4. FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'ATTIVITA' GLACIALE E NIVALE

	Attivo (rosso)	Quiescente (blu)	Inattivo (verde)
Cordone morenico			
Canalone di valanga			
Conoide di valanga			
Area di permafrost (nero)			
Rock glacier			
Deposito glaciale (nero)			
Deposito lacustre o glaciolacustre (nero)			
Deposito eolico (nero)			

ELEMENTI LITOLOGICI

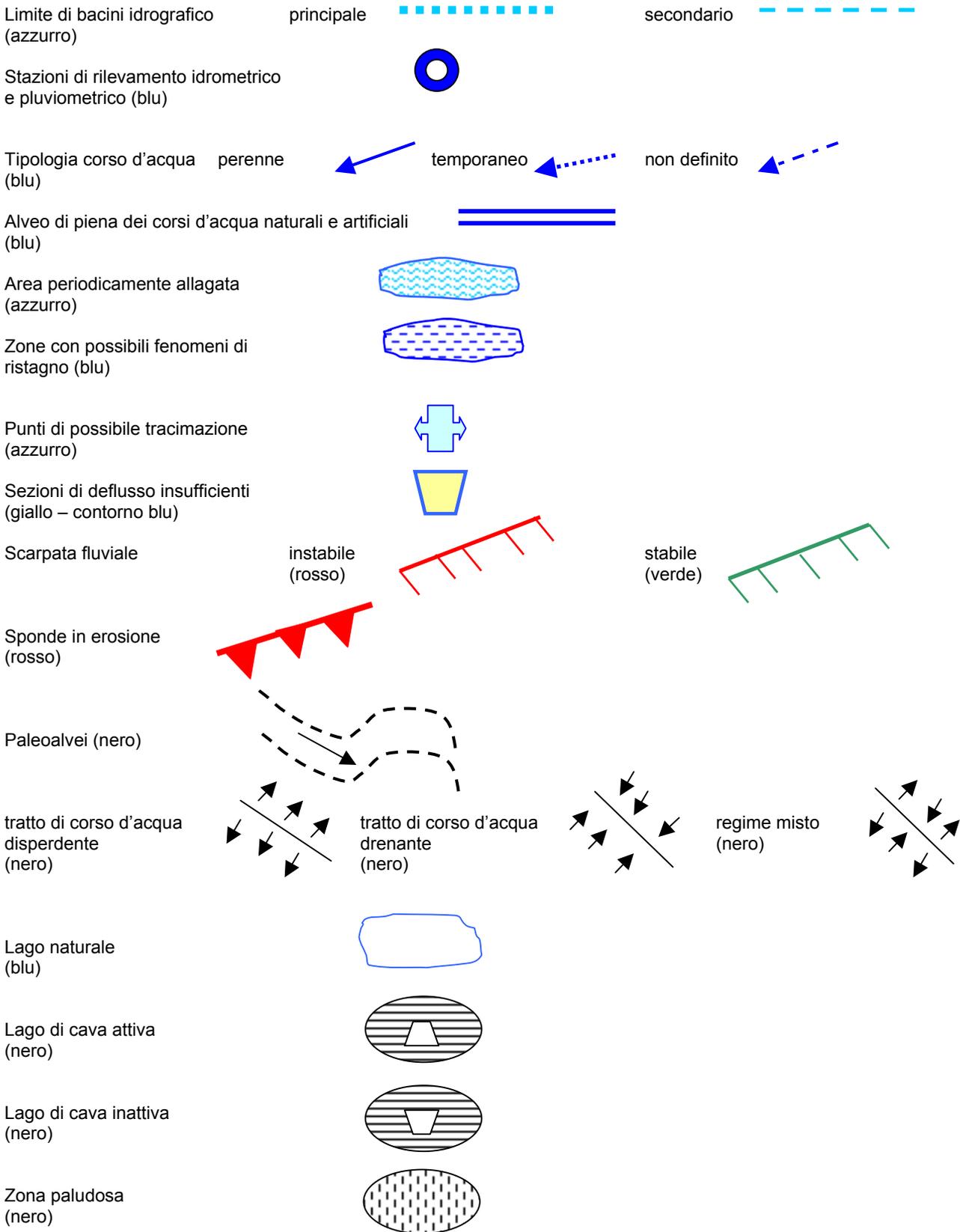
Massi		Torbe	
Ciottoli		Terreni organici	
Ghiaia		Depositi cementati	
Sabbia		Cataclasiti (grigio)	
Limo		Miloniti (nero)	
Argilla			

ELEMENTI STRUTTURALI

Frattura (azzurro)	osservata		ipotizzata	
Faglia (rosso)	osservata		ipotizzata	
Sovrascorrimento (rosso)	osservato		ipotizzato	
Traccia di superficie assiale di antiforme (blu)	osservata		ipotizzata	
Traccia di superficie assiale di sinforme (blu)	osservata		ipotizzata	
Strati o scistosità inclinata (nero)				
Strati rovesciati (nero)				
Strati o scistosità orizzontale (nero)				
Strati o scistosità verticale (nero)				
Roccia molto fratturata* (rosso)				
Roccia fratturata* (rosso)				
Roccia massiccia* (rosso)				

ELEMENTI IDROLOGICI, IDROGRAFICI E IDROGEOLOGICI

IDROLOGICI E IDROGRAFICI



IDROGEOLOGICI

Limite di bacino idrogeologico (verde) riconosciuto  probabile 

Caratteristiche degli acquiferi

(verde)

Isopieze (distinguendo la tipologia della falda)



Direzione e verso di falda libera

riconosciuto



probabile



Direzione e verso di scorrimento di falda in pressione e sistemi multifalda

riconosciuto



probabile



Area con presenza di falde sospese



Sorgenti, Pozzi e Fontanili

Sorgenti captate (viola)
(descrivere il tipo e l'utilizzo contrassegnando la sorgente con un numero o una sigla)



Sorgenti non captate (verde)



Pozzo pubblico per uso idropotabile (viola)



Pozzi pubblici e privati per utilizzi diversi (specificare il tipo di utilizzo) (verde)



Fascia di rispetto di pozzi e sorgenti (nero)
specificare il criterio di delimitazione



Fontanile (verde)



Fascia dei fontanili (verde)



NOTE

* con l'asterisco sono indicati gli elementi da riportare solo nelle carte di dettaglio

(1) Ad ogni frana andrà associato un codice alfanumerico (es. 012CRr) composto da : numero progressivo, tipologia del movimento e tipo di materiale come da tabella sottostante

000.	Numero progressivo
	TIPOLOGIA DEL MOVIMENTO
CR	Crollo
RB	Ribaltamento
SV	Scivolamento
EL	Espansione laterale
SC	Scivolamento-colata
CO	Colata
	TIPO DI MATERIALE (prima del movimento)
r	Roccia
d	Deposito superficiale a granulometria prevalentemente grossolana
t	Deposito superficiale a granulometria prevalentemente fine
m	Misto

(2) si intende un'area caratterizzata da diffusi fenomeni di franosità superficiale (scivolamenti, soil slip, etc...);

(3) delimitare con precisione l'area e specificare in relazione se si tratta di aree in sprofondamento dovute a fenomeni naturali o antropici;

(4) definire l'area interessata da deformazione gravitativa profonda solo quando ha una chiara evidenza morfologica sul versante;

(5) si intende un'area in cui possono verificarsi rotolamenti di trovanti presenti in accumuli glaciali per erosione del materiale fine;

(6) indicare se si tratta di scomparsa per cause naturali o artificiali (tombinate, ...)

(7) si intendono sia le aree calanchive sia quelle zone in cui è evidente una rapida erosione del terreno o della roccia;

(8) comprendono i fenomeni di cedimento di sponda per variazioni del livello del lago, oppure per erosione dovuta al moto ondoso.

VALORI DEI COEFFICIENTI DI RESTITUZIONE E DI ROTOLAMENTO DA LETTERATURA (tratti da CROSTA & AGLIARDI, 2000)

Autore, anno	e	tg δ_r
HABIB (1977); PAIOLA (1978); HALLBAUER (1986)	0.50 – 0.60	-
BROILI (1978)	0.75 – 0.80 (roccia)	-
BROILI (1978)	0.20 – 0.35 (detrito)	-
BOZZOLO & PAMINI (1986)	-	0.60 – 1.00
DESCOUEDRES & ZIMMERMANN (1987)	0.40 – 0.85 (normale)	0.30 – 0.50
COCCO (1993)	0.28 – 0.75	0.35 – 0.85

Tabella 7.1 – Valori di e (coefficiente di restituzione) e di tg δ_r (coefficiente di rotolamento) proposti da differenti autori.

Natura del substrato	e _t	e _n	tg δ_r
Roccia	0.45 – 0.75	0.45 – 0.75	0.97
Detrito fine	0.66	0.3	0.75
Detrito misto a terra	0.66	0.62	0.39
Detrito grossolano	0.80	1	0.88

Tabella 7.2 – Valori di e_t, e_n (coefficienti di restituzione tangenziale e normale) e di tg δ_r (coefficiente di attrito dinamico al rotolamento) proposti da AZZONI et al. (1991).

Natura del substrato	e _t	e _n
Roccia o pavimentazione stradale	0.87 – 0.92	0.37 – 0.42
Roccia intatta con blocchi isolati	0.83 – 0.87	0.33 – 0.37
Detrito a blocchi, scarsa vegetazione	0.82 – 0.85	0.30 – 0.33
Detrito abbondantemente vegetato	0.80 – 0.83	0.28 – 0.30
Pendio in terreno coesivo	0.78 – 0.82	-

Tabella 7.3 – Valori di e_t ed e_n (coefficienti di restituzione tangenziale e normale) proposti da PFEIFFER & BOWEN (1989a, 1989b) e da BARRET et al. (1989).

Natura del substrato	e	tg δ_r
Roccia affiorante	0.85	0.40
Detrito compatto	0.60	0.55
Detrito non compattato	0.40	0.75
Detrito	0.55	0.60
Detrito frammisto a terreno coesivo	0.45	0.60
Materiale coesivo	0.20	0.80
Terreno compattato artificialmente	0.50 – 0.60	0.60

Tabella 7.4 – Valori di e (coefficiente di restituzione) e di tg δ_r (coefficiente di rotolamento) proposti da AZZONI & DE FREITAS (1995).

VALORI INDICATIVI DI RESISTENZA AL TAGLIO DI TERRENI NON COESIVI

Terreno	ϕ'_p
Sabbie uniformi a grani arrotondati	27° – 35°
Limi inorganici poco plastici (ML)	27° – 35°
Sabbie più o meno limose	27° – 35°
Sabbie a spigoli vivi	33° – 45°
Ghiaie più o meno sabbiose	30° – 42°
Ghiaie a spigoli vivi ("pietrischi")	35° – 45° (50°?)

Tabella 7.5 – Valori tipici di ϕ'_p (angolo d'attrito di picco in termini di sforzi efficaci) per terreni non coesivi.

CORRELAZIONI TRA PROPRIETA' INDICE E PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO DEI TERRENI (Tratti da LANCELLOTTA, 1991)

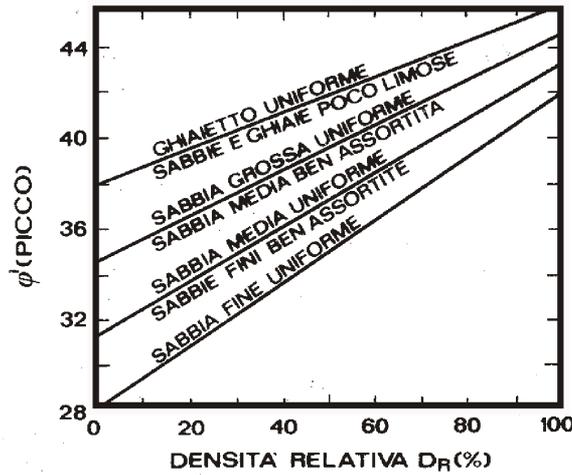


Fig. 7.1 – Valori indicativi dell'angolo ϕ'_p (angolo d'attrito di picco in termini di sforzi efficaci) in funzione della densità relativa (D_R) per differenti terreni non coesivi (SCHMERTMANN, 1978).

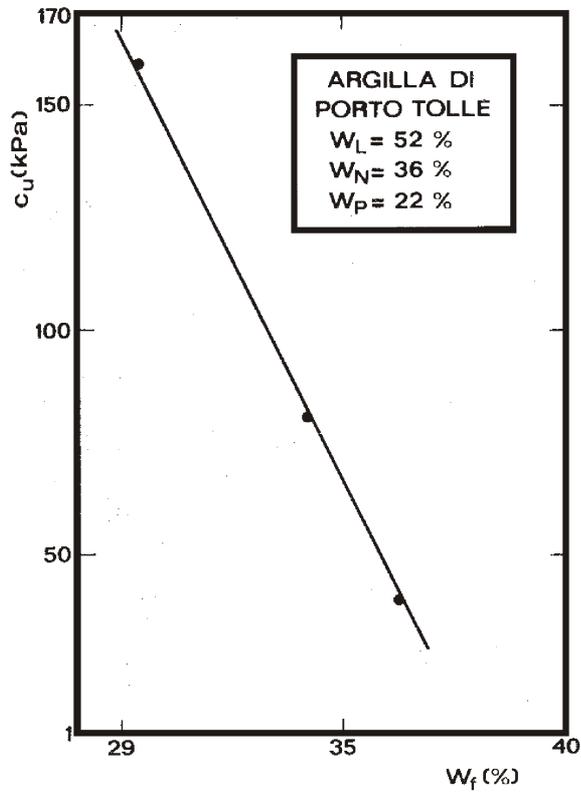


Fig. 7.2 – Dipendenza della C_u (coesione non drenata) dal contenuto d'acqua a rottura (W_f) per terreni coesivi.

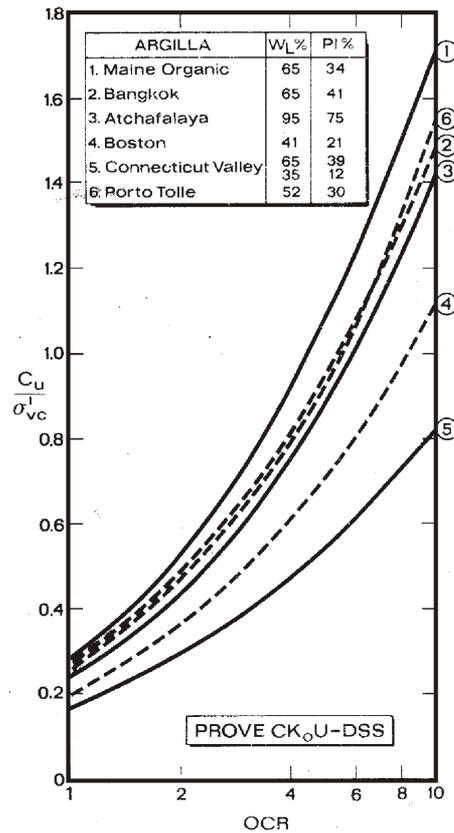


Fig. 7.3 – Variazione della C_u (coesione non drenata) con OCR (grado di sovraconsolidazione) per terreni coesivi (LADD & EDGERS, 1972).

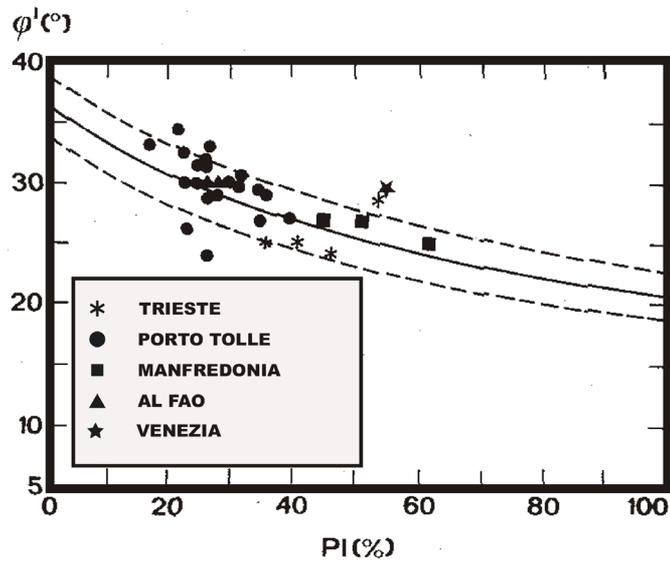


Fig. 7.4 – Valori indicativi dell'angolo ϕ'_p (angolo d'attrito di picco in termini di sforzi efficaci) in funzione dell'indice di plasticità (PI) per terreni coesivi normal consolidati (JAMIOLKOWSKI et al., 1979).

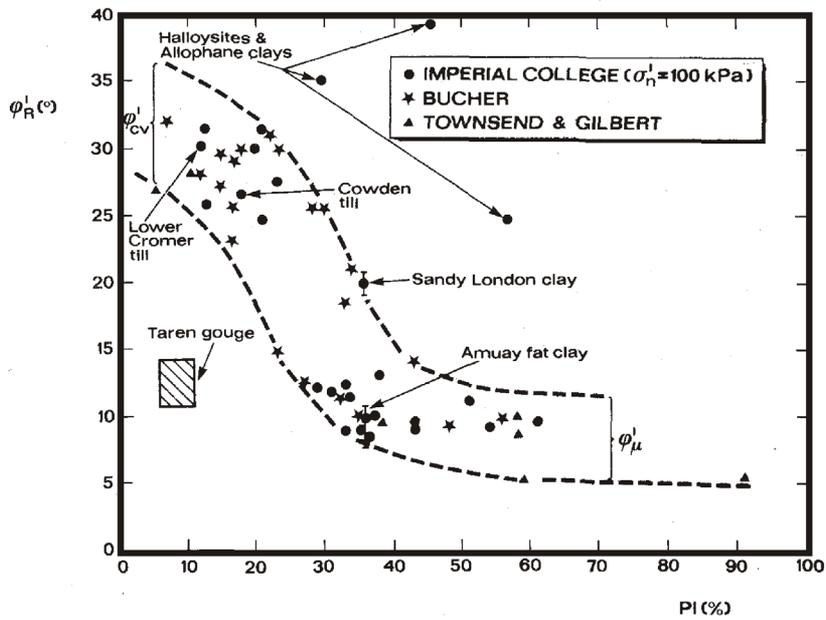


Fig. 7.5 – Variazione dell'angolo ϕ'_R (angolo d'attrito residuo in termini di sforzi efficaci) in funzione dell'indice di plasticità (PI) per terreni coesivi (LUPINI et al., 1981).

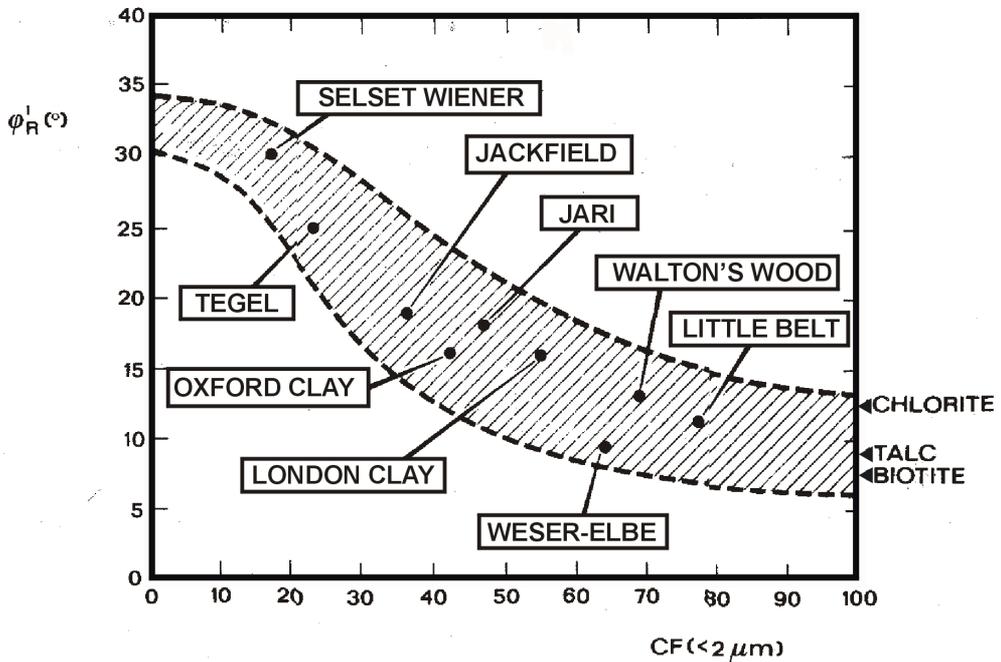


Fig. 7.6 – Variazione dell'angolo ϕ'_R (angolo d'attrito residuo in termini di sforzi efficaci) in funzione del contenuto di argilla (CF) per terreni coesivi (SKEMPTON, 1964).