



Regione Lombardia



Comune di Cedegolo



Provincia di Brescia

STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

ART. 57, comma 1, lettera a della L.R.12 / 05

STUDIO CONFORME AI CRITERI ATTUATIVI DELLA L.R. 12/05
DI CUI ALLA D.G.R. n.8/1566 del 22/12/2005

N°TAVOLA

01

RELAZIONE GENERALE

Data: **gennaio 2008**

N° progetto: **0705785**

Redatto da: **Francesca Giacomini**

	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
AGGIORNAMENTI E REVISIONI	c				
	b				
	a				

Collaborazione professionale:

Dr. Geol. Luca Maffeo Albertelli

Progettazione, coordinamento, implementazione dati e grafica:



Uffici: Via Montegrappa, 41 - 25060 Rogno (BG) Tel. e fax 035 4340011

Sede amministrativa: Piazza Mercato, 5 - 25051 Cedegolo (BS)

Tel. e fax 035 4340011

www.cogeo.info
[e-mail: cogeo@cogeo.info](mailto:cogeo@cogeo.info)

SOCIETA' CERTIFICATA
ISO 9001 / UNI EN ISO 9001 - ED.2000



GEOLOGIA - GEOTECNICA - GEOLOGIA AMBIENTALE INDAGINI GEOTECNICHE E GEOGNOSTICHE

INDICE

CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI -	2
1.0 PREMESSA.....	2
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
1.2 ELEMENTI GEOLOGICI, GEOTECNICI E STRUTTURALI	5
1.2.1 Elementi geologico – strutturali.....	5
1.2.2 Elementi geotecnici.....	10
1.2.3 Elementi geomeccanici.....	14
1.3 Elementi Idrografici	15
1.4 Elementi idrogeologici.....	17
1.5 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO.....	20
CAPITOLO 2 - AGGIORNAMENTO SISMICO -	24
2.0 PREMESSA.....	24
2.1 ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI CEDEGOLO	25
ASPETTI GENERALI.....	25
ANALISI DI 1^ LIVELLO	26
CAPITOLO 3 – ALTRI AGGIORNAMENTI –	28
3.0 PREMESSA.....	28
3.1 CARTA DI SINTESI.....	28
3.2 CARTA DEI VINCOLI	28
3.3 CARTA DI FATTIBILITA'	29
Classe 1 Fattibilità senza particolari limitazioni	29
Classe 2 Fattibilità con modeste limitazioni	29
Classe 3 Fattibilità con consistenti limitazioni.....	29
Classe 4 Fattibilità con gravi limitazioni	30

CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI -

1.0 PREMESSA

Su incarico del Comune di Cedegolo si è proceduto alla realizzazione del presente studio per l'adeguamento del Piano di Governo del Territorio così come previsto dall'articolo 57 della l.r. 12/2005.

Il Comune di Cedegolo è dotato di Studio Geologico a supporto del PRG a suo tempo redatto secondo i criteri della l.r. 41/97.

Stante la situazione del quadro geologico del Comune di Cedegolo, si è proceduto a:

- Aggiornare lo studio geologico per la componente sismica;
- Estendere la Carta di Fattibilità all'intero territorio comunale;
- Aggiornare le carte dei Vincoli, di Sintesi e di Fattibilità ai contenuti della pianificazione sovraordinata.

Il presente studio si compone di 2 tavole descrittive e 6 tavole cartografiche delle quali si fornisce l'elenco:

Tav. 01: *Relazione Generale;*

Tav. 05: *Carta dei Vincoli su CTR 1:10.000;*

Tav. 06: *Carta di Sintesi su CTR 1:10.000;*

Tav. 06a: *Carta di Sintesi Azzonamento su volo
aerofotogrammetrico scala 1:5.000; Cedegolo Nord*

Tav. 06b: *Carta di Sintesi Azzonamento su volo
aerofotogrammetrico scala 1:5.000; Cedegolo Sud*

Tav. 07: *Carta della Pericolosità Sismica Locale su CTR 1:10.000*

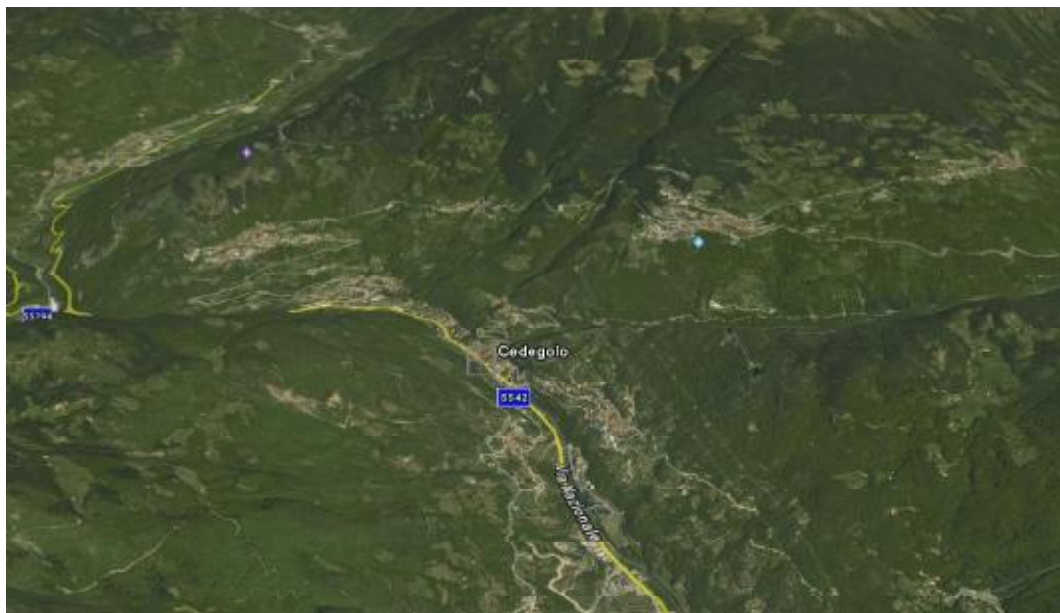
Tav. 08: *Carta della Fattibilità su CTR 1:10.000;*

Tav. 08a: *Carta della Fattibilità su volo aerofotogrammetrico
scala 1:5.000; Cedegolo Nord*

Tav. 08b: *Carta della Fattibilità su volo aerofotogrammetrico
scala 1:5.000; Cedegolo Sud*

Tav. 09: *Norme Geologiche di Piano.*

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO



L'area presa in esame nel corso del presente lavoro si colloca nella media Valle Camonica, in provincia di Brescia e si sviluppa in sinistra idrografica del Fiume Oglio.

Il territorio comunale, con un'estensione pari a circa 10 Km², confina a nord ovest con il Comune di Berzo Demo, a ovest con il Comune di Sellero, a nord e a est con il Comune di Cevo, a sud con i comuni di Cimbergo, Paspardo e Capo di Ponte.

L'area studiata può essere suddivisa in due settori: la fascia ovest che si affaccia lungo la valle principale percorsa dal Fiume Oglio, è caratterizzata da quote comprese tra 400 m s.l.m. del fondovalle e quote dell'ordine di 1168.5 m s.l.m. in corrispondenza della zona di mezzo Clevo, mentre la fascia disposta lungo la Valle del Poja, con orientazione est - ovest è essenzialmente di tipo montuoso.

Circa il 20 % della superficie comunale interessa le aree di fondovalle (comprendendo in questo ambito la piana alluvionale del Fiume Oglio e le aree di conoide dei torrenti " Poja, Dosso e Coppo) mentre il restante 80 % si distribuisce sulle pendici dei principali rilievi in ambiente di media e alta montagna .

La quota più elevata presente sul territorio è quella corrispondente alla Cima Barbignaga che raggiunge la quota di 2366.8 m s.l.m., mentre la quota minima pari a 379 m s.l.m. si colloca lungo il corso del

Fiume Oglio, in corrispondenza del bacino idroelettrico ubicato al margine meridionale del comune.

La parte montuosa del territorio, che si affaccia lungo la Valle del Poja (che delimita il confine comunale con il territorio di Cevo) è di tipo tipicamente alpino, caratterizzato da elevate pendenze e dalla presenza del bacino del lago d'Arno che, oltre ad essere una conosciuta meta turistica, alimenta la centrale di Cedegolo.

Le aree pianeggianti nel territorio comunale sono molto ridotte e corrispondono essenzialmente alla piana alluvionale del Fiume Oglio e ad aree di limitata estensione lungo la Valle del Poja.

Il territorio comunale risulta delimitato e inciso da due importanti aste fluviali: quella del Fiume Oglio (zona occidentale) e quella del torrente Poja (zona centro orientale), da alcune incisioni vallive localizzate lungo il versante meridionale della Valle del Poja e lungo il settore sud orientale del territorio che, pur importanti per il modellamento morfologico dell'ambiente e per l'assetto idrogeologico del territorio, hanno generalmente modesto sviluppo e piccoli bacini imbriferi.

Confluiscono a nord del territorio comunale due incisioni vallive importanti: nell'ordine da nord si ha infatti la Valle di Desner (o valle del Dosso) il cui bacino è la Valle del Coppo (o Val Gravagna). Gli sviluppi di entrambi i bacini sono interamente compresi nel territorio comunale di Cevo. Quest'ultima valle, data l'estensione, è una delle Valle più importanti della Val Savioire, anche se in corrispondenza del territorio comunale di Cedegolo, ove ha luogo la confluenza con il Fiume Oglio, possiede un piccolo apparato di deiezione.

Il Comune è composto da due principali nuclei abitativi: Cedegolo e Grevo, nonché da alcune cascate sparse sul territorio con piccoli insediamenti rurali minori (costituiti da baite o malghe) abitati solo temporaneamente (loc. Bedissola, Bastie, Fienili Campolungo, Spinelli, Forcora, Belvedere).

Le zone del territorio esterne ai nuclei abitati, sono caratterizzate da una densità abitativa bassa con presenza di tipologie di edifici di carattere alpino (cascine e rifugi alpini) utilizzati prevalentemente nei periodi estivi e primaverili, in parte per scopo agricolo (alpeggi e malghe).

Il centro abitato di Cedegolo si sviluppa in sinistra idrografica del fiume Oglio da quota 410 m s.l.m. circa, fino a quota 490 m s.l.m. quasi totalmente sulla conoide formata dal torrente Poja e sul terrazzamento alluvionale del Fiume Oglio.

Le aree artigianali ed industriali sono concentrate nel fondovalle.

Nel territorio esaminato la viabilità esterna si sviluppa secondo una direttrice principale costituita dalla S.S. 42 del Tonale e della Mendola, che attraversa il centro del Paese in direzione nord - sud.

Dalla direttrice principale si diramano poi le vie di comunicazione intercomunali e comunali. Si tratta di strade di viabilità minore costituita da:

- ✎ viabilità interna al centro urbano;
- ✎ strada di collegamento della frazione di Grevo alla sede comunale;
- ✎ strada di collegamento (Strada Provinciale SP6) con le località di Andrista, Fresine, Cevo;
- ✎ strada privata ENEL, che si sviluppa lungo il versante meridionale della Valle del Poja e che consente il raggiungimento della località Isola del Lago Poja e del bacino minore ubicato a mezza costa a ovest dell'abitato di Grevo.

1.2 ELEMENTI GEOLOGICI, GEOTECNICI E STRUTTURALI

1.2.1 Elementi geologico - strutturali

Dal punto di vista geologico il territorio esaminato si trova a sud della Linea Insubrica, costituendo quindi parte dei terreni delle Alpi Meridionali. Le rocce affioranti sono rappresentate prevalentemente da quelle appartenenti al basamento archeozoico sudalpino.

Il *Basamento cristallino* è costituito da rocce di medio-basso grado metamorfico riunite sotto il nome di *Scisti di Edolo* che costituiscono la maggior parte del Complesso Sudalpino. In realtà si tratta di una formazione costituita da rocce che spaziano da scisti grigio-scuri, talora biotitici con letti e vene di quarzo a filladi, sino ai paragneiss ed alle quarziti, in funzione del grado metamorfico che a sua volta è funzione della vicinanza o meno del plutone intruso. Oltre alla variabilità di facies imputabile alla variazione di grado metamorfico, si aggiunge anche quella dovuta all'origine sedimentaria pelitica di questa formazione.

Nell'area della Val Savio e della bassa Val Salarno le variazioni sono rappresentate da passaggi tra micascisti gneissici e paragneiss granatiferi a due miche. I paragneiss a due miche, prevalente muscovite e subordinata biotite, più o meno cloritizzata, si trovano localmente sono presenti nella zona Corno di Grevo, sulla sinistra idrografica della Valle Savio, dove si trovano anche scisti gneissici sericitico-quarzosi piuttosto fratturati. Nella zona di

grevo si trovano scisti granatieri a prevalente muscovite. Nella zona compresa tra Cedegolo e Andrista gli scisti contengono talora liste di siderite, spesso alterata in ossidi e idrossidi. L'alterazione conferisce agli affioramenti tipica colorazione rossastra. Lungo i piani di fratturazione principale gli scisti possiedono liste di quarziti e porfiriti di composizione plagioclasica - anfibolica (come nell'area a nord dell'abitato).

A nord dell'abitato di Cedegolo nella formazione degli scisti si sono individuate intercalazioni lenticolari di anfiboliti albitico - epidotiche, distinte cartograficamente in tavola 01.

Caratteristica di tali rocce è la presenza dei piani di scistosità, dati dall'isorientazione dei minerali micacei e l'intensa fratturazione accompagnate dalla facile sfaldabilità dell'ammasso roccioso, dovuto anche alla presenza di circolazione idrica localmente abbondante. I fattori precedentemente citati sono i fattori predisponenti per il verificarsi dei fenomeni di caduta massi o di fenomeni di scivolamento in roccia. Fattori innescanti vanno considerati invece fenomeni di precipitazione intensa.

Procedendo lungo la Valle del Poja in sinistra orografica da W verso E, si assiste al passaggio dalle rocce metamorfiche appartenenti al *Basamento scistoso-cristallino preercinico*, alle successioni sedimentarie sudalpine carbonifero-mesozoiche (il limite tra le due è di tipo tettonico), sino alla massa intrusiva del Plutone dell'Adamello (terziario). Nei pressi della Diga del Lago d'Arno gli stessi Scisti appaiono metamorfosati e trasformati in cornubianiti con abbondante biotite.

Le metamorfite di contatto sono collocate ove si ha vicinanza tra scisti e intrusione plutonica; nelle zone a metamorfismo più spinto vi sono cornubianiti grigio-brune o violacee, compatte.

Il passaggio alla copertura sedimentaria è di tipo tettonico, come evidenziato da un sottile fascio di fratture e dislocazioni che si incontra procedendo verso la valle che scende dalla Cima di Barbignaga.

La prima formazione a contatto con il *Basamento* è quella del Verrucano Lombardo (Permiano sup.), un conglomerato che nella sua facies "indisturbata" mostra evidenti ciottoli di quarziti e porfiriti.

Il Verrucano è qui costituito perlopiù da quarziti grigiastre o hornfels quarzosi piuttosto micacei a sillimanite e magnetite.

Il metamorfismo ha interessato inoltre tutte le formazioni sedimentarie triassiche: la maggior parte delle zone in cui le rocce hanno subito metamorfismo, presenta metamorfismo di contatto, in facies di basso grado, perlopiù cornubianitica.

Geometricamente e temporalmente si passa poi alla formazione di Servino (Triassico inf.), costituita da marne calcaree (metamorfosate in calcefiri e marmi in corrispondenza della cima di Brabignaga e malga del coppo) e arenacee e micacee con passaggi locali a calcari oolitici rossastri e arenarie e siltiti micacee laminate.

Dal Servino si passa poi alle successioni carbonatiche nel territorio comunale rappresentate dal Calcarea di Angolo in facies cornubianitica, si tratta perciò di hornfels carbonatici e marmi.

In realtà, il contatto tra le formazioni non è così ben definito: nella stretta fascia in cui passa questa faglia i hanno contatti tra rocce appartenenti al plutone, rocce di basamento e rocce di copertura.

I litotipi predominanti nel settore orientale del territorio esaminato sono invece costituiti dalle Tonaliti del Plutone dell'Adamello.

Spingendosi verso il contatto con le zone d'intrusione plutonica (**Plutone dell'Adamello**) le formazioni risultano interessate da sovrascorrimenti anche intraformazionali, che concordano con il sovrascorrimento principale, cioè con piano d'immersione verso sud e movimento verso nord.

In Val Savio due sono le tipologie delle masse intrusive: la Granodiorite del Lago d'Avio (affiorante in corrispondenza del Lago d'Arno), biotitico-anfibolica (che affiora per la maggior parte nella parte nord dell'area) e la Tonalite dell'Adamello (affiorante nell'area in esame), dalla tipica grana medio-grossolana con cristalli evidenti di feldspato e plagioclasti.

Le tonaliti sono rocce costituite prevalentemente da plagioclasio e quarzo e in subordine biotite e anfibolo, sono relativamente scure e hanno grana tipicamente grossolana. Spesso si osservano passaggi a facies leucotonalitiche.

Vi sono poi masse, affioranti in corrispondenza dei circhi glaciali posti all'estremo sud - ovest del territorio comunale, costituite da gabbri e granodioriti orneblendici, a grana minuta più o meno aciculari.

La massa di fondo è chiara, a grana media ed i femici sono piccoli e tendenzialmente prismatici.

Dal punto di vista strutturale l'area in esame, oltre ad essere stata interessata dalla deformazione plastica indotta dal più volte citato Plutone dell'Adamello, è percorsa dalla "anticlinale di Cedegolo", il cui asse ha direzione circa E-W e immersione subverticali in direzione sud, che ha portato, lungo il versante in sinistra idrografica del fiume Oglio, al piegamento degli strati in stile isoclinalico, con i

fianchi delle pieghe subparalleli e valori modali di giacitura, relativi all'uno e all'altro fianco della piega, simili e immergenti verso sud con inclinazione compresa tra 40° e 50°. Localmente sono presenti pieghe "parassite" legate al sistema anticlinorio a scala metrica e decametrica, ma disposte anch'esse parallelamente alla piga maggiore.

I lineamenti individuati nella zona (si tratta infatti più che altro di linee di fratturazione e non di vere e proprie faglie, dal momento che le deformazioni che interessano la compagine rocciosa locale sono perlopiù di tipo duttile e non di tipo fragile) possiedono orientazione circa ESE-WNW e NE - SW (lungo il quale si sono impostati anche alcuni corsi d'acqua tra cui il principale è il torrente Poja, come evidenziato anche dai rilievi giacitureali eseguiti presso le stazioni di riferimento (cfr. tavola 04° e 04B).

Associati a questi lineamenti si riscontrano spesso fenomeni di intensa fratturazione e alterazione della compagine rocciosa.

Depositi superficiali

I depositi superficiali sono rappresentati da:

✦ **depositi glaciali**, perlopiù rimaneggiati, sono piuttosto diffusi sul territorio e presentano uno spessore generalmente limitato con l'eccezione dell'area a nord di Grevo dove lo spessore dei depositi glaciali raggiunge probabilmente la decina di metri di spessore. Tali depositi vanno ad occupare le aree a pendenza media e sono, in linea di massima, caratterizzati da estrema varietà granulometrica poiché costituiti da limi, sabbie e ciottoli inglobanti trovanti essenzialmente scistoso - tonalitici. Tali depositi si ritrovano a quote basse dove sono stati caratterizzati (in tavola 04A e 04B) come depositi colluvio - glaciali dato il modesto spessore e il rimaneggiamento.

Oltre ai depositi glaciali sono presenti anche alcune morene di piccole dimensioni (conca Malga Coppo).

✦ **depositi eluvio colluviali** sono originati dal disfacimento del substrato roccioso in posto, frammisti a materiali che hanno subito un'azione di trasporto per gravità e per l'azione delle acque superficiali, lungo i versanti e che sono pertanto costituiti da materiali più grossolani. I depositi sono costituiti da sabbie limose inglobanti ciottoli, ghiaia e

pietrisco in quantità variabile. Lo spessore è in genere esiguo, raramente raggiunge il metro di potenza, si ritrovano alle quote medio e basse spesso interdigerati ai depositi colluvio glaciali (come nell'area a nord di Grevo).

✎ **depositi detritici di versante:** si trovano localmente frammentati a depositi glaciali rimaneggiati, come lungo i versanti meridionali delle Valle del Poja e bordano le pendici delle cime e dei versanti più scoscesi. Si rinvencono generalmente alla base delle pareti rocciose più fratturate e alterate. Depositi detritici sono localizzati anche a nord dell'abitato di Cedegolo: data la possibilità di alimentazione da parte di fenomeni di crollo dalle pareti sovrastanti, lo stato di attività di tali depositi è stato indicato come quiescente. Alle quote più alte, in corrispondenza del Passo delle Basse sono presenti falde detritiche attive.

✎ **depositi alluvionali** sono stati distinti in "depositi alluvionali recenti", spesso colonizzati dalla vegetazione e "depositi alluvionali attuali", che occupano la sede attuale del corso d'acqua. Si trovano dove la pendenza dell'alveo, sia in relazione al Fiume Oglio sia al Torrente Poja, sia riguardo i torrenti minori va diminuendo, ciò implica la diminuzione della velocità di trasporto dei materiali da parte delle acque di scorrimento superficiali e la conseguente prevalente azione di deposizione. In prevalenza si tratta di materiali grossolani, blocchi, ghiaie e ciottoli di varia pezzatura in scarsa o nulla matrice sabbiosa e localmente limosa.

✎ **depositi di conoide** si trovano allo sbocco delle valli tributarie principali del Fiume Oglio e del Torrente Poja, dove per effetto della brusca diminuzione di pendenza i corsi d'acqua abbandonano il materiale trasportato depositandolo nella la tipica forma a cono. I depositi di conoide possiedono al loro interno una certa classazione granulometrica orizzontale perché i materiali più fini tendono a disporsi nella parte inferiore e laterale della conoide, mentre i più grossolani (trasportati perlopiù durante gli eventi di piena) nel settore mediano della conoide ed in corrispondenza dell'attuale alveo torrentizio che generalmente incide la sua stessa conoide. I più significativi sono rappresentati dalla Conoide della Valle del Poja, sulla quale sorge l'abitato di Cedegolo, quella della Valle del Dosso

e di alcune valleciole che solcano il versante in sinistra idrografica del Torrente Poja.

➤ Sono stati distinti, ove significativi, anche i **depositi di frana**, costituiti da masse di terreno evidentemente rimaneggiate ad opera degli agenti gravitativi, anche se difficilmente distinguibili da osservazione diretta in sito, ma rilevabili dall'esame delle foto aeree. Tali depositi si trovano perlopiù localizzati lungo il versante sinistro idrografico della Valle del Poja.

➤ Si sono rilevati anche piccoli depositi "pseudo **torbosi**" (l'estensione modesta ne ha impedito la rappresentazione cartografica), soprattutto in corrispondenza di aree subpianeggianti e umide localizzate alle quote più alte come in località Belvedere in località malga Coppo: questi depositi testimoniano la presenza residuale di terreni glaciali ricchi di materiale organico ed ora soggetto a decomposizione.

1.2.2 Elementi geotecnici

In riferimento ai depositi superficiali individuati, si forniscono descrizioni speditive ed alcuni parametri indicativi relativi alle caratteristiche tecniche dei terreni. Tali parametri, presentati come range di variazione, sono stati ricavati da dati bibliografici o da dati ricavati da indagini geognostiche eseguite in terreni di analoga genesi localizzati in territori comunali limitrofi. La descrizione speditiva relativa alle granulometrie tipiche dei depositi fanno riferimento alla classificazione ASTM (1975) dove:

B = blocchi massi e ciottoli in matrice scarsa o assente

GW - SW = ghiaie e sabbie con frazione fine scarsa o assente

GM - SM = ghiaie e sabbie con frazione fine

GP - SP = ghiaia e sabbia con poco fine

ML = limo inorganico e sabbia fine

Lo stato di addensamento è definito in base alle seguenti classi (Terzaghi e Peck 1948, Skempton 1986):

0% - 15 %: molto sciolto

15% - 35 %: sciolto

35% - 65%: mediamente addensato

65% - 85%: addensato

Relativamente alla permeabilità dei depositi (permeabilità per porosità primaria) e delle rocce (permeabilità per fratturazione/secondaria) sono state distinte le seguenti classi (da Castany):

- permeabilità ridotta $< 10^{-6}$ m /s
- permeabilità medio ridotta da 10^{-6} a 10^{-4} m /s
- permeabilità media da 10^{-3} a 10^{-4} m /s
- permeabilità medio alta da 10^{-3} a 10^{-2} m /s
- permeabilità alta $> 10^{-2}$ m /s

Si sottolinea come i valori siano solo indicativi e non devono essere considerati come sostitutivi di prove eseguite ad *hoc*.

Depositi eluvio - colluviali

Nella genesi dei terreni eluvio colluviali rivestono un'importanza primaria i fenomeni di degradazione fisica e meccanica delle rocce e gli stessi parametri tecnici dei terreni dipendono fortemente dalle caratteristiche composizionali della roccia madre. Ad esempio la composizione delle rocce appartenenti alla formazione degli Scisti di Edolo prevalentemente micacea tende a generare terreni a prevalente composizione sabbioso limosa, con locali trecce di limo argilloso.

In relazione a tali terreni diventa di fondamentale importanza l'interazione con l'acqua sia di scorrimento superficiale, che ne determina l'erosione e l'asportazione, sia l'acqua di infiltrazione e di ristagno che fa sì che la coesione si annulli. Inoltre data la genesi dei terreni è facile che si trovino a ricoprire il substrato roccioso in corrispondenza di versanti con pendenze medio elevate, con facile coinvolgimento in fenomeni di scivolamento di tipo "soil slip".

In generale per i terreni in oggetto possono essere adottati i seguenti parametri indicativi:

- Angolo d'attrito $\alpha = 28^\circ - 32^\circ$
- Coesione = 0.5 - 1.5 kg/cmq
- Peso di volume = 1.60 - 1.70 g/cm³
- Stato di addensamento = poco addensato
- Permeabilità = medio bassa

Depositi alluvionali

Si tratta di terreni granulometricamente variabili (GM - SM) la cui genesi è legata a fenomeni di dinamica fluviale (alternanza di fasi a normal deposizione e fenomeni di alluvionamento). In corrispondenza dell'alveo attuale sono presenti ciottoli e blocchi poligenici (B - GW

- SW), perlopiù arrotondati ed eterometrici. I terreni più fini limoso - argillosi e sabbioso limosi (SM), caratteristica dei depostiuti alluvionali recenti e non degli attuali, che i presentano perlopiù con assenza di matrice fine, sono invece organizzati in geometria lenticolare e perlopiù colonizzati dalla vegetazione si trova in zone distali rispetto all'asse attuale del corso d'acqua.

Data la non continuità delle lenti limoso - argillose (ML), la coesione può essere assunta pari a zero, a favore di sicurezza.

- Angolo d'attrito $\tau = 34^\circ - 40^\circ$
- Coesione = 0
- Peso di volume = 1.80 - 1.95 g/cm³
- Stato di addensamento = da sciolto (depositi attuali) a mediamente addensato (depositi recenti)
- Permeabilità = variabile: da media a elevata

Depositi di conoide alluvionale

Il corpo di conoide di principale è quello relativo alla Valle del Poja.

Tali forme di deposizione si sviluppano allo sbocco dei corsi d'acqua tributari del Fiume Oglio e dello stesso Torrente Poja. Le modalità di deposizione sono tipicamente legate alla diminuzione di velocità delle correnti in deflusso sia superficiale che sottosuperficiali. La dinamica deposizionale fa sì che all'interno di questi depositi i terreni possiedano granulometria inferiore nelle porzioni distali e marginali del conoide e terreni più grossolani localizzati verso l'apice e la porzione centrale e centro laterale. L'alternanza di fenomeni di deposizione normale (deposizione di sedimenti fini) e fenomeni di sovralluvionamento (deposizione di terreni più grossolani) rende i depositi estremamente variabili verticalmente e orizzontalmente. I parametri geotecnici possono assumere un range di valori piuttosto ampio che è puramente indicativo. Le caratteristiche tecniche, generalmente discrete, devono essere valutate puntualmente e corredate da indagini ad hoc in funzione della tipologia di opera da realizzare.

- Angolo d'attrito $\tau = 30^\circ - 34^\circ$
- Coesione = 0 - 0.5 kg/cm²
- Peso di volume = 1.8 - 1.95 g/cm³
- Stato di addensamento = da poco addensato ad addensato
- Permeabilità = medio - elevata

Depositi glaciali

Tali terreni presentano in genere un buon assortimento granulometrico, con prevalenza di ghiaie e sabbia e diffusa presenza di blocchi, ciottoli e massi poligenici, immersi in matrice sabbiosa e limosa distribuita irregolarmente e localmente abbondante. Si tratta di terreni individuabili secondo la classificazione ASTM come miscele di GM e SM, B e ML. L'assortimento granulometrico conferisce discrete caratteristiche geotecniche ai terreni con i seguenti valori indicativi:

- Angolo d'attrito $\varphi = 30^\circ - 36^\circ$
- Coesione = 0 - 1 kg/cmq
- Peso di volume = 1.8 - 1.95 g/cm³
- Stato di addensamento = mediamente addensato
- Permeabilità = medio - bassa

Facilmente tali depositi possono essere caratterizzati da fenomeni di ristagno idrico, soprattutto in concomitanza della presenza di terreni fini limoso - sabbiosi e in tal caso la coesione si annulla per saturazione dei depositi stessi. L'influenza della saturazione agisce anche sull'angolo d'attrito che può raggiungere in questi casi anche valori prossimi a 30° .

In termini applicativi tali terreni possiedono discrete caratteristiche di capacità portante in relazione alle opere di fondazione, mentre in presenza di scavi o di problematiche legate alla stabilità dei versanti, gli stessi hanno un comportamento dipendente da alcune condizioni al contorno quali l'acclività degli scavi e delle scarpate, la presenza di ruscellamenti diffusi, lo stato di erosione superficiale e la presenza di acqua d'infiltrazione e di scorrimento sottosuperficiale.

Depositi detritici

Si tratta dei depositi diffusi sul territorio comunale sia alle alte quote sia localmente in corrispondenza del centro abitato, a causa della presenza di numerose pareti rocciose. La genesi di questi depositi è appunto legata al disfacimento del substrato roccioso ed in tal senso le caratteristiche di resistenza di tali terreni dipendono dalla roccia madre. Nel territorio esaminato i depositi detritici possiedono matrice fine in quantità estremamente variabile e in prevalenza localizzata nei depositi più antichi. Depositi recenti che lasciano le basi delle pareti rocciose, falde detritiche, sono perlopiù caratterizzate da terreni a granulometria grossolana (B, GP,

SP), costituiti da ciottoli e blocchi immersi in matrice sabbiosa (SM). Le falde attive di recente formazione sono maggiormente instabili in quanto caratterizzate da scarsa matrice e relativo scarso assortimento granulometrico. La coesione di tali depositi è quindi nulla, mentre sono caratterizzati di alti valori dell'angolo d'attrito.

- Angolo d'attrito $\tau = 34^\circ - 38^\circ$
- Coesione = 0
- Peso di volume = 1.9 - 2.0 g/cm³
- Permeabilità = medio - elevata

Per i depositi di origine mista detritico - glaciale possono essere adottati valori intermedi dei range di variazione indicati.

1.2.3 Elementi geomeccanici

In base alla principale formazione individuata ed affiorante nell'area oggetto dell'azzonamento (Scisti di Edolo), sono indicate nel presente paragrafo, analogamente a quanto fatto per i depositi superficiali, alcune caratteristiche geomeccaniche delle formazioni rocciose (intese come parametri caratteristici del materiale roccia) presenti nel territorio esaminato.

Per un ulteriore approfondimento si può fare riferimento ai dati ricavati dai rilievi geomeccanici eseguiti e costituenti l'allegato A2.

Si rammenta che i rilievi geomeccanici sono stati eseguiti in punti ove sono stati individuati fenomeni di dissesto e fratturazione.

Si definisce ammasso roccioso l'insieme del materiale roccia e delle discontinuità o fratture. Con il primo termine ci si riferisce al materiale considerato integro e costituito da particelle discrete, granuli o cristalli, legati tra loro da forze coesive permanenti. Per discontinuità si intende invece una superficie strutturale di debolezza che può coincidere con la stratificazione o con la scistosità o laminazione.

Il comportamento geomeccanico dell'ammasso risulta quindi determinato dalle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale roccia e dalle caratteristiche fisiche e geometriche delle discontinuità.

Le formazioni rocciose affioranti nel territorio comunale presentano in generale un grado di fratturazione medio elevato, per la presenza di alcune fratturazioni legate alla storia tettonica e deformativa

dell'area (intrusione dell'Adamello e prima ancora metamorfismo legato all'orogenesi della catena Alpina), che ha apportato oltre alla forte fratturazione, anche un ulteriore indebolimento dell'ammasso a seguito dei processi metamorfici di contatto (soprattutto nelle aree localizzate in prossimità del Lago d'Arno).

Di seguito vengono descritte in sintesi le caratteristiche dei micascisti osservati direttamente sul terreno, specialmente perché questi si possono trovare in prossimità di strade o zone di civile abitazione. I valori dell'intercetta della discontinuità sono, in tutti gli affioramenti rilevati, prossimi ad un valore (sia verticale che orizzontale) di 60 cm.

Sono stati inoltre forniti alcuni valori indicativi per quanto riguarda la resistenza alla compressione monoassiale dei materiali presi in esame.

Ammassi rocciosi con intercetta \leq 60 cm

Rientrano in questa categoria tutte le pareti costituite da micascisti affioranti lungo le pareti che si trovano nel centro abitato o lungo le strade principali che conducono a Grevo e ad Andrista.

Si tratta di una fratturazione localmente più intensa e a tratti spaziata, ma che comunque coinvolge pareti o affioramenti di grandezza limitata e soprattutto non alte (ad esempio lungo la strada per Grevo si hanno affioramenti di altezza dell'ordine di qualche metro). Per i micascisti rilevati nel territorio relativo alla parte di azzonamento (tavola 4A e 4B) si possono assumere valori di resistenza alla compressione monoassiale (intesa sempre per il materiale roccia) compresi tra i 50 e gli 80 Mpa, valori di angolo d'attrito compresi tra 30° - 36°, coesione 30 KN/mq e Modulo Elastico 1500 - 2000 MPa.

Questi valori sono comunque solo indicativi, occorrerà valutare in sede di singolo progetto, il valore migliore e più cautelativo da adottare per eventuali analisi di stabilità.

1.3 Elementi Idrografici

Nel territorio comunale del consorzio dei cinque comuni, è presente una rete idrografica complessa dove sono riconoscibili 4 principali sistemi:

- 1) il sistema 1 è costituito dal **fiume Oglio** ;
- 2) il sistema 2 è costituito dal **torrente Poja**;

- 3) il sistema 3 è costituito dal **torrente della Valle del Coppo (Val Gravagna)**;
- 4) il sistema 4 è costituito dal **torrente della Valle del Dosso (Valle di Desner)**;

Sono poi presenti alcuni sistemi minori, localizzati lungo il versante idrografico in sinistra idrografica del Fiume Oglio, di cui si fornirà una breve descrizione tratta da uno studio eseguito nel 2000 a supporto di alcuni interventi di sistemazione territoriale a seguito degli eventi di dissesto dell'autunno del 2000, redatto dallo stesso scrivente.

Il sistema 1 costituito dal fiume Oglio attraversa il fondovalle di tutto il territorio esaminato per circa quattro Km. L'abitato di Cedegolo si sviluppa per circa un Km lungo la sponda sinistra idrografica del Fiume, a ridosso del suo stesso argine.

Nel tratto di attraversamento del Comune di Cedegolo, il corso d'acqua compie due curvature, in corrispondenza di quella più a monte sono possibili fenomeni di esondazione.

L'alveo di magra e di piena risultano debolmente incassati e solo in corrispondenza dell'abitato, ove peraltro la sezione è piuttosto ristretta, tra affioramenti rocciosi. Affioramenti rocciosi e manufatti antropici costringono lo scorrimento dell'alveo attuale anche a sud del territorio comunale, in corrispondenza della centrale Enel e nel tratto dell'abitato di Grevo.

Nel resto del percorso il corso d'acqua presenta delle sezioni di forma trapezia o rettangolare (lungo il tratto a sud del territorio in esame ove sorge la centrale Enel), con argini perlopiù naturali o al massimo con in massi intasati in terreno.

Relativamente alle opere antropiche si segnalano: Ponte della Noce (del 1560), un ponte in pietra ad arco, lungo 21 metri. Poche decine di metri più a valle è presente il nuovo ponte di attraversamento della SS 42, in pietra e anch'esso ad arco, la cui sede stradale è stata raggiunta dalla piena del 1960. E' poi presente il ponte di accesso alle strutture Enel. A sud del ponte è presente una paratoia in grado di regolare il flusso dell'Oglio in relazione agli invasi.

Il sistema 2 è costituito dall'insieme di torrenti minori e rii che confluiscono nel torrente Poja Adamè e dal torrente Poja, che confluisce nell'Oglio all'altezza dell'abitato di Cedegolo e le cui acque sono regimate dalla presenza di una diga ubicata ad una quota di 831 m al confine dei comuni di Cevo e di Cedegolo.

L'alveo del torrente risulta incassato nel tratto compreso tra la Frazione di Fresine e la confluenza con il Fiume Oglio.

Fondamentale è il ruolo che tale torrente esercita nella stabilità dei versanti posti in sinistra e destra idrografica della valle: la sua azione di erosione al piede dei versanti va considerata come un fattore predisponente dei dissesti recenti e passati. Il corso d'acqua è stato oggetto nel corso degli anni di numerose opere di sistemazione e regimazione idrauliche, in particolare dopo gli eventi alluvionali del settembre 1987.

Tale situazione dal punto di vista idraulico costituisce elemento di pericolosità in quanto, i materiali trasportati dal corso d'acqua e provenienti dal disfacimento dei versanti, potrebbero ostruire il corso d'acqua con conseguente insorgere di fenomeni di trasporto solido improvvisi che andrebbero ad interessare il bacino ENEL di capacità 600.000 metri cubi d'acqua (come verificatosi nel 1986).

Le conseguenze di eventi di dissesto coinvolgenti il bacino del Poja, interesserebbero indirettamente anche l'abitato di Cedegolo posto immediatamente allo sbocco della valle.

Infine si riportano alcune caratteristiche del Lago di Poja e della diga che ne costituisce lo sbarramento verso valle:

- Struttura: gravità ad elementi cavi in calcestruzzo
- Quota piano di coronamento: 632.40 m.s.l.m.
- Sviluppo del coronamento: 137.10 m
- Altezza dello sbarramento: 50.00 m

Caratteristiche relative all'invaso:

- Quota massima di regolazione: 630.00 m.s.l.m.
- Quota di massimo invaso: 632.00 m.s.l.m.
- Volume totale di invaso: 585.000 mc

Gli scarichi fognari presenti in numero di due a monte e a valle dell'abitato, convogliano le acque reflue nel Fiume Oglio. I fabbricati, perlopiù usati stagionalmente ubicati lungo la valle del Poja recapitano le acque di scarico nel torrente stesso. Il Comune di Cedegolo non è provvisto al momento della stesura del presente rapporto di un depuratore. Ogni fabbricato è dotato di fossa imhof.

1.4 Elementi idrogeologici

Quattro sono le sorgenti captate a scopo acquedottistico nel territorio in esame: due ubicate lungo il versante esposto a ovest e

due in Val Poja (cfr. tavola 03). Una sorgente localizzata in vicinanza dell'abitato di Grevo è stata di recente abbandonata perché non più in possesso dei requisiti di potabilità.

Dalla società Ecocamuna spa è stato eseguito, nell'anno 2000, uno studio inerente il regime sorgentizio del territorio comunale. Le analisi chimiche riportate in tale studio sono inerenti ai parametri di potabilità dell'acqua, non sono state eseguite vere e proprie analisi inerenti i parametri chimici e gli elementi presenti nelle acque.

I dati a disposizione, soprattutto inerenti le portate, sono stati riassunti in allegato A3 nelle schede sorgenti.

Di seguito si riporta l'elenco sorgenti con una breve descrizione (il numero fa riferimento alla scheda frana corrispondente):

- 1 - *Sorgente Poglia 1*
- 2 - *Sorgente Poglia 2*
- 3 - *Sorgente D'Aive*
- 4 - *Sorgente Arsicolo*
- 5 - *Sorgente S.Carlo (Comune di Paspardo)*

Sorgente Poglia 1 e Poglia 2

Si tratta di un fronte sorgivo localizzato lungo il versante in sinistra idrografica della valle del Poja, in corrispondenza di un accumulo di paleofrana, ad una quota di circa 775 m s.l.m (località Presaglie).

Le portate dell'una e dell'altra presa sono comprese tra 1 e 2 l/s e sono fortemente influenzate dai cicli stagionali in quanto si tratta di opere che sfruttano una circolazione idrica non profonda. Relativamente alla stessa sorgente uno studio precedente segnala una portata dell'ordine di 8 l/s (GeoTec 1993). Le acque di emergenza sono direttamente alimentate dagli apporti idrici provenienti dalle infiltrazioni nei depositi superficiali di monte e probabilmente una certa aliquota di alimentazione proviene da circolazione idrica interna agli ammassi rocciosi.

Lo scorrimento idrico sottosuperficiale che caratterizza l'area e la stessa posizione della sorgente, evidenziano la presenza del grosso corpo di paleofrana rilevato su base morfologica e da rilevamento sul terreno presente nell'area.

L'affioramento delle acque avviene per motivi legati all'assetto morfologico dell'area nonché a causa del passaggio tra terreni glaciali e detritico glaciali relativamente più permeabili e rimaneggiati per la presenza del corpo di frana.

Sorgente D'Aive

L'affioramento e la relativa captazione avvengono in prossimità di uno sperone roccioso localizzato ad una quota di 1068 m s.l.m. lungo il versante della Valle del Poja. In questo caso si tratta di una sorgente alimentata da una circolazione idrica localizzata prevalentemente in roccia fratturata, la cui portata è però modesta e dell'ordine di qualche litro al secondo, in finzione dei cicli stagionali e dell'abbondanza delle precipitazioni.

Sorgente Arsicolo

Si tratta di una sorgente ubicata lungo la Valle del Muralto (in sponda sinistra idrografica del Fiume Oglio) ad una quota di 760 m s.l.m.

L'affioramento avviene in corrispondenza dell'affioramento del substrato roccioso fratturato (Scisti di Edolo) in un'area caratterizzata da coperture detritico glaciali di spessore modesto.

La portata della sorgente è dell'ordine di 10 - 15 l/s.

Le modalità di circolazione dell'acqua nel sottosuolo sono influenzate dalla permeabilità dei depositi superficiali e del substrato roccioso.

Le emergenze idriche hanno origine presso i contatti litologici o i contatti depositi superficiali - substrato roccioso e perlopiù in corrispondenza di zone di fratturazione negli stessi ammassi rocciosi. Le unità individuate possono essere classificate in base alla loro permeabilità indicativa.

Come meglio dettagliato nel paragrafo 2.2, ove sono state indicate le permeabilità delle formazioni individuate, si ha a che fare nel territorio esaminato con formazioni rocciose a permeabilità strettamente legata alla fratturazione degli stessi ammassi rocciosi.

Nelle aree montane, dato il rilascio tensionale presente negli ammassi rocciosi, la permeabilità avrà ordini di grandezza superiori rispetto alle formazioni localizzate lungo i versanti del fondovalle, dove le fratture risultano più serrate.

Relativamente ai terreni, depositi quali le alluvioni di fondovalle e le falde detritiche parzialmente colonizzate dalla vegetazione o non ancora colonizzate possiedono generalmente permeabilità medio -

elevata, mentre terreni eluvio colluviali e terreni torbosi, localizzati questi ultimi perlopiù ad alta quota, possiedono permeabilità medio bassa.

Gli stessi depositi glaciali, caratterizzati da estrema variabilità granulometrica sono localmente caratterizzati da valori di permeabilità da media a localmente bassa.

Per quanto riguarda gli apparati di conoide, anch'essi caratterizzati da variabilità granulometrica in orizzontale e in verticale, si può affermare che possiedano permeabilità medie localmente medio elevate o medio basse.

1.5 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

Gli elementi meteo-climatici che interferiscono con il territorio rappresentano un elemento di pericolosità nei confronti della probabilità del verificarsi di un evento di dissesto, sia esso di esondazione o franoso.

In termini più generali le condizioni metereologiche costituiscono un background per gli eventi di dissesto verificatisi in passato e come tali sono in grado di esaltare o mitigare gli effetti di tali eventi: da ciò l'importanza di definire in termini quantitativi le condizioni metereologiche e climatiche dell'area in studio. La conoscenza di tali dati in tempo reale, nonché la raccolta storica degli stessi permette quindi la previsione di eventi eccezionali anche con tempi di ritorno molto lunghi.

Se consideriamo l'aspetto fisico e l'ambito geografico in cui sono inseriti in modo particolare i Comuni della Vale Saviore (tra cui lo stesso Comune di Cedegolo), emergono alcuni elementi fondamentali ai fini della caratterizzazione climatica del territorio quali:

- localizzazione di parte del territorio in esame in direzione complessivamente est - ovest, diversamente dall'asse vallivo della media Valle Camonica ed in grado di influenzare quindi la circolazione della bassa e media toposfera;
- variazione di altitudine con conseguente forte escursione termica in breve raggio di spazio.

Globalmente, prescindendo dalle variazioni locali influenzate dai fattori sopra descritti (orientamento degli assi vallivi), il clima dell'area è di tipo continentale alpino, con forti escursioni

termniche diurne e piogge abbondanti concentrate nel periodo estivo - autunnale. Si registrano inoltre:

- radiazione solare intensa, in funzione dell'esposizione;
- temperature invernali decrescenti dalle quote meno elevate alle pendici;
- temperature estive poco elevate;
- distribuzione delle precipitazioni nel corso dell'anno caratterizzate da un minimo invernale ed un massimo estivo - autunnale, con valori abbondanti nella fascia altimetrica dai 500 ai 2000 metri (la maggior parte della superficie areale del territorio esaminato);
- venti di incanalamento lungo la Valle del Poja e le valli minori.

I dati raccolti, inerenti le precipitazioni, riguardano le stazioni pluviometriche del Lago d'Arno e di Salarno da cui emergono le seguenti osservazioni:

- le massime precipitazioni annue della durata di un giorno, dal 1950 al 1986, si riferiscono al 1960, con picco di oltre 150 mm concentrato in 24 ore, peraltro quasi raggiunto anche dalle precipitazioni dell'autunno del 2000;
- precipitazioni totali annue che superarono i 2000 mm nel 1960;
- precipitazioni totali annue nell'area normalmente comprese tra 1000 1300 mm.

In realtà il clima dell'area varia in modo sostanziale nel giro di poche centinaia di metri, sia in funzione del variare dell'altitudine, sia per effetto dell'esposizione, fattore quest'ultimo predominante tenuto conto dell'assetto orografico.

Per quanto riguarda la tipologia di precipitazioni, soprattutto a carattere temporalesco, esse sono caratterizzate da:

- insolita violenza, durata limitata (1 - 3 ore);
- ridotta estensione spaziale;
- precipitazioni intense anche a carattere di rovescio, spesso associate a grandine, raffiche di vento e turbinii, brusche variazioni di temperatura e pressione;
- attività elettrica atmosferica più o meno intensa.

Per quanto riguarda i venti non è stato possibile accedere a dati storici pluriennali, ma è comunque chiaro che un'impronta rilevante al quadro anemologico generale dell'area è fornito dalle brezze di monte. Inoltre devono essere rammentati i venti moderati o forti associati agli episodi di Fhön, che secondo le statistiche relative agli anni 1991 - 1997, si presentano in media 15 - 20 giorni l'anno. Ai fenomeni di Fhön, si associano alcuni effetti caratteristici: elevata probabilità di incendi boschivi, manifestazioni di tipo valanghivo e slavine, precoce scioglimento delle nevi con aumento delle portate dei corsi d'acqua e alimentazione delle sorgenti e delle emergenze idriche (fenomeno che si è manifestato nel gennaio del 2001, con innesco di numerosi dissesti di tipo franoso nel bacino in esame).

I dati relativi alle precipitazioni storiche ed utilizzati per il calcolo dei tempi di ritorno dei fenomeni di precipitazione a carattere eccezionale (dell'ordine di 100 anni al massimo in quanto non esiste una collezione di dati storici che contempli una raccolta dati per tempi superiori) sono stati desunti dallo studio delle precipitazioni intense in provincia di Brescia ("studio delle precipitazioni intense in provincia di Brescia e verifica funzionale della rete pluviometrica esistente" - edito da Provincia di Brescia), si riferiscono ad un periodo di misura che va dall'anno 1951 all'anno 1982 e sono relativi alle piogge intense di 1,3,6,12, 24 h e alle piogge totali registrate alla stazione di Edolo.

Tale stazione è localizzata lungo l'asse vallivo principale e pertanto in grado di fornire dati significativi per l'area maggiormente insediata. Inerentemente alla Valle del Poja si fa generalmente riferimento ai valori raccolti dalla stazione del lago d'Arno. Nel bacino in esame si ricorda la presenza della centralina pluviometrica installata una decina di anni fa presso l'abitato di Valle e gestita dal Centro di monitoraggio Mossini di Sondrio. Nell'anno 2001, sono state installate centraline pluviometriche anche nei Comuni di Malonno e Sonico: la recente installazione non consente di poter ricavare dati delle serie storiche da introdurre nei calcoli per la determinazione delle massime piene centenarie, tuttavia la presenza di centraline pluviometriche rende possibile il controllo diretto dell'evoluzione dei fenomeni di precipitazione, consentendo la programmazione di attività di monitoraggio e controllo in relazione ai dissesti in atto e potenziali.

L'aspetto relativo all'esame delle serie storiche nonché alla scelta delle stazioni di riferimento per la modellazione numerica dei fenomeni è stato esaminato in maggior dettaglio nella tavola B, alla quale si rimanda.

In sintesi dall'esame di questi dati si ricava che la zona esaminata, come buona parte del territorio camuno presenta caratteri di piovosità tipici di un *regime pluviometrico continentale alpino*, caratterizzato da valori di altezza di pioggia massimi nei mesi primaverili e autunnali e minimi in quelli invernali. In particolare il periodo di maggior piovosità corrisponde alla tarda primavera inizio estate.

Le precipitazioni medie annue corrispondono a 1218 mm di pioggia distribuita in 95 giorni, in ognuno dei quali si sono verificate precipitazioni medie dell'ordine dei 13 mm. Il massimo delle intensità giornaliere è collocato tra la tarda estate e l'inizio dell'autunno: in questo periodo le precipitazioni assumono carattere temporalesco con elevata intensità oraria di pioggia. Questo fenomeno è responsabile dell'innescò di movimenti franosi soprattutto superficiali oltre che dei fenomeni alluvionali tra i quali più importanti si ricordano quella del settembre del 1960, del novembre del 1966, ottobre 1983 e 1987, ottobre e novembre 1993 - 1996, autunno 2000 e infine del novembre 2002 .

Esaminando l'andamento delle isoiete si nota come le altezze di pioggia divengano crescenti procedendo dal fondovalle verso le pendici montuose della porzione più occidentale del territorio.

Per quanto riguarda la precipitazione nevosa, va evidenziata l'assenza di dati al riguardo, poiché non esistono stazioni di misura all'interno del territorio esaminato: i dati raccolti sono indiretti e riferiti a stazioni vicine. Si può comunque osservare come, nelle annate normalmente nevose, la neve rimanga al suolo da dicembre a marzo, nelle aree localizzate al di sopra dei 1.200 m s.l.m., mentre nelle zone montuose da novembre sino a maggio.

Nel fondovalle, la precipitazione nevosa è occasionale e permane al suolo al massimo per alcuni giorni.

Per quanto riguarda le temperature, i dati sono stati ricavati dagli annali idrologici e fanno riferimento alla stazione di Breno. In particolare, si è osservato come per la stazione di Breno, sia avvenuto un leggero aumento delle temperature massime.

I massimi registrati si riferiscono per le stazioni esaminate, ai mesi di luglio e agosto e i minimi al mese di gennaio.

La temperatura media massima è dell'ordine dei 15° la minima è di 5°. Valori di temperature massime si sono registrate nei mesi di luglio e agosto e risultano pari a 36 - 37°, mentre le temperature minime risalgono al gennaio del 1956 con - 17°.

Il fenomeno del gelo e disgelo, che ha notevoli effetti sulla fratturazione degli ammassi rocciosi per il fenomeno detto di

crioclastismo, responsabile del peggioramento delle resistenze di giunti di alterazione degli ammassi, raggiunge il massimo livello nel mese di gennaio, le prime manifestazioni si hanno nel mese di ottobre e si protraggono generalmente sino ad aprile.

CAPITOLO 2 - AGGIORNAMENTO SISMICO -

2.0 PREMESSA

La nuova metodologia per l'analisi sismica del territorio rappresenta la principale novità introdotta dai nuovi criteri approvati con la d.g.r. 1566/05. Questa innovazione tiene conto anche del d.m. 14 settembre 2005 "Norme tecniche sulle costruzioni" che richiede, per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni stratigrafiche, morfologiche e geotecniche locali mediante studi di risposta sismica locale (microzonazione). Il d.m. 14/2005 è entrato in vigore il 23 ottobre 2005, ma attualmente è in corso un periodo transitorio durante il quale è possibile applicare, in fase di progettazione, la normativa precedentemente in vigore (O.P.C.M. 3274/2003).

La d.g.r. 1566/05 dedica un intero allegato, il numero 5, alle procedure per l'analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito vista la grande rilevanza assunta dalla materia nella normativa. In particolare tale metodologia si basa su 3 livelli di approfondimento successivi:

- 1^ livello: prevede l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) e la predisposizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale.

- 2^ livello: prevede la caratterizzazione semi-quantitativa del Fattore di amplificazione (Fa) nelle aree PSL individuate con il 1^ livello e confronto con i valori di riferimento.

- 3^ livello: prevede la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite rispetto al 2^ livello.

2.1 ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI CEDEGOLO

ASPETTI GENERALI

Il Comune di Cedegolo è classificato in zona sismica 4. La normativa, ed in particolare i "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio" definiscono che, per i comuni appartenenti alla zona sismica 4:

- ✦ è obbligatorio il 1° livello in fase pianificatoria;
- ✦ è obbligatorio il 2° livello, sempre in fase pianificatoria, nelle zone classificate nella carta di pericolosità sismica locale (PSL) come Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03);
- ✦ è necessario effettuare un'analisi di 3° livello, solo in fase progettuale, nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato risulta maggiore del valore di soglia comunale e nelle zone di PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici.

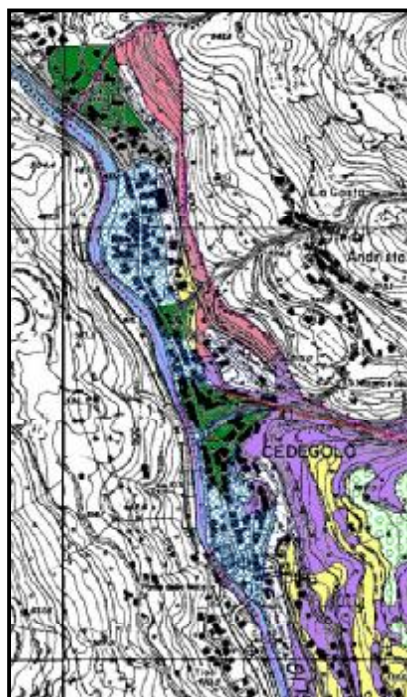
Verrà quindi fatta un'analisi di 1° livello della pericolosità sismica locale in base all'analisi delle condizioni geologiche e geomorfologiche del territorio esaminato, come indicato nelle direttive regionali (All. 5 della D.G.R. 8/1566/05).

ANALISI DI 1[^] LIVELLO

Tale procedura consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la carta geologica e dei dissesti, e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che sono oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali. Le diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali sono riportate in tabella (all. n.5 l.r. 12/2005).

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali



Il territorio del Comune è stato suddiviso nelle diverse zone. L'abitato di Cedegolo risulta essere classificato quasi totalmente come Z4b sviluppandosi sull'apparato di conoide del Torrente Poja, mentre la zona industriale di fondovalle, che si sviluppa lungo la ss 42, risulta essere classificata come Z4A insistendo su depositi alluvionali del fiume Oglio.

Figura 1 Stralcio della
carta geologica
dell'abitato di Cedegolo

L'abitato della frazione di Grevo, invece, è classificato come Z4c poiché si sviluppa su un versante caratterizzato da depositi di origine glaciale così come mostrato nella tavola geologica n.1 dello Studio Geologico Tecnico a supporto del Piano Regolatore Generale.

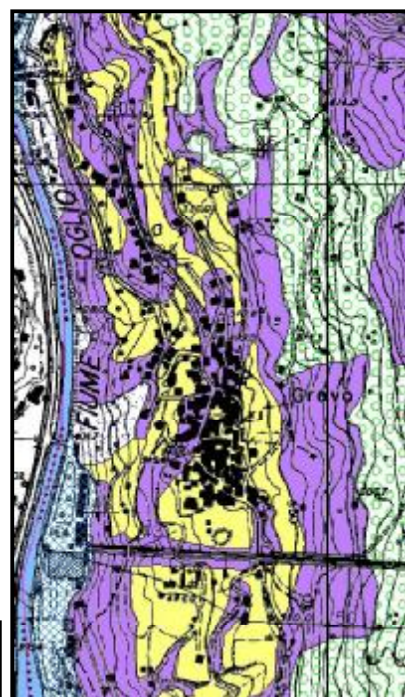


Figura 2 Stralcio della Carta
Geologica della frazione Grevo

La carta della Pericolosità Sismica Locale è stata redatta in scala 1:10000 sulla Carta Tecnica Regionale ricoprendo tutto il territorio Comunale (cfr carta 04).

CAPITOLO 3 – ALTRI AGGIORNAMENTI –

3.0 PREMESSA

Gli altri aggiornamenti hanno riguardato:

- estensione ed aggiornamento della Carta di Fattibilità a tutto il territorio comunale;
- aggiornamento della Carta di Sintesi ai contenuti della pianificazione sovraordinata;
- aggiornamento della Carta dei Vincoli ai contenuti della pianificazione sovraordinata.

3.1 CARTA DI SINTESI

La carta di Sintesi è stata redatta su tutto il territorio Comunale alla scala di 1:10000 (cfr Tav. 02) definendo i diversi ambiti di pericolosità e vulnerabilità. Più specificatamente il territorio comunale è stato suddiviso in aree omogenee riferite al fenomeno che genera la pericolosità; tali aree possono essere raggruppate in:

- Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;
- Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche.

3.2 CARTA DEI VINCOLI

La carta dei Vincoli è stata redatta su tutto il territorio Comunale alla scala di 1:10000 (cfr Tav. 03) rappresentando le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001;
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali approvato con d.p.c.m. 24 luglio 1998;

☛ Quadro del Dissesto come presente nel SIT regionale.

3.3 CARTA DI FATTIBILITA'

La carta di fattibilità geologica per le azioni di piano fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio ed è stata desunta dalla carta di sintesi e dalla carta dei vincoli attribuendo i diversi valori di classe di fattibilità. Sulla carta sono state sovrapposte le aree soggette ad amplificazione sismica locale e le aree soggette ad instabilità desunte dalla carta di pericolosità sismica locale.

La carta deve essere utilizzata congiuntamente alle "norme geologiche di Piano" che ne riportano la relativa normativa d'uso.

Di seguito vengono riportate le definizioni attribuite a ciascuna classe di fattibilità:

Classe 1 Fattibilità senza particolari limitazioni

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal d.m. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Classe 2 Fattibilità con modeste limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Classe 3 Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione dell'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Classe 4 Fattibilità con gravi limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve 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 sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) delle l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Dott. Geol. Luca M. Albertelli