



Regione Lombardia



Comune di Monno



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 E SUCCESSIVI AGGIORNAMENTI

N°TAVOLA

# 01

## RELAZIONE GENERALE

Data: **gennaio 2009**

N° progetto: **0807903**

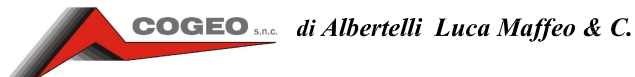
Redatto da: **Francesca Giacomini**

AGGIORNAMENTI E REVISIONI		Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
	c					
	b					
	a					

I professionisti:

*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](http://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

<b>CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI - .....</b>	<b>2</b>
1.0 PREMESSA .....	2
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	4
1.2 ELEMENTI GEOLOGICI, GEOTECNICI E STRUTTURALI .....	5
1.2.1 Elementi geologico – strutturali .....	5
1.2.2 Cenni caratteristiche litotecniche .....	8
1.2.3 Elementi geotecnici .....	9
1.3 ELEMENTI IDROGEOLOGICI .....	14
1.3.1 Circolazione idrica profonda .....	14
1.3.2 Circolazione idrica superficiale .....	14
1.4 ELEMENTI IDROGRAFICI .....	15
1.5 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO .....	16
<b>CAPITOLO 2 - AGGIORNAMENTO SISMICO - .....</b>	<b>18</b>
2.0 PREMESSA .....	18
2.1 ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI MONNO .....	19
ASPETTI GENERALI .....	19
ANALISI DI 1^ LIVELLO .....	21
<b>CAPITOLO 3 – ALTRI AGGIORNAMENTI – .....</b>	<b>23</b>
3.0 PREMESSA .....	23
3.1 CARTA DI SINTESI .....	23
3.2 CARTA DEI VINCOLI .....	23
3.3 CARTA DI FATTIBILITA' .....	24
Classe 1 Fattibilità senza particolari limitazioni .....	24
Classe 2 Fattibilità con modeste limitazioni .....	24
Classe 3 Fattibilità con consistenti limitazioni .....	24
Classe 4 Fattibilità con gravi limitazioni .....	25

# CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI -

## 1.0 PREMESSA

Su incarico del Comune di Monno 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 Monno è dotato di Studio Geologico a supporto del PRG a suo tempo redatto secondo i criteri della l.r. 41/97 ed ha inoltre individuato il reticolo idrico minore secondo le indicazioni contenute nella D.G.R. n° 7/7868 del 25 gennaio 2002.

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

- Aggiornare lo studio geologico per la componente sismica;
- Aggiornare la Carta della Fattibilità inserendo le aree individuate nel reticolo idrico minore all'intero del territorio comunale;
- 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 12 tavole cartografiche delle quali si fornisce l'elenco:

**Tav. 01:** *Relazione Generale;*

**Tav. 02.1:** *Carta dei Vincoli - Monno Nord - su CTR 1:10.000;*

**Tav. 02.2:** *Carta dei Vincoli - Monno Sud - su CTR 1:10.000;*

**Tav.03.1:** *Carta della Pericolosità Sismica Locale - Monno Nord - su CTR 1:10.000*

**Tav.03.2:** *Carta della Pericolosità Sismica Locale - Monno Sud - su CTR 1:10.000*

**Tav. 04.1:** *Carta di Sintesi su CTR - Monno Nord - 1:10.000;*

**Tav. 04.2:** *Carta di Sintesi su CTR - Monno Sud - 1:10.000;*

**Tav. 04a:** *Carta di Sintesi-Territorio Urbanizzato- su volo aerofotogrammetrico scala 1:2.000;*

**Tav. 05.1:** *Carta della Fattibilità su CTR - Monno Nord - 1:10.000;*

**Tav. 05.2:** *Carta della Fattibilità su CTR - Monno Sud -  
1:10.000;*

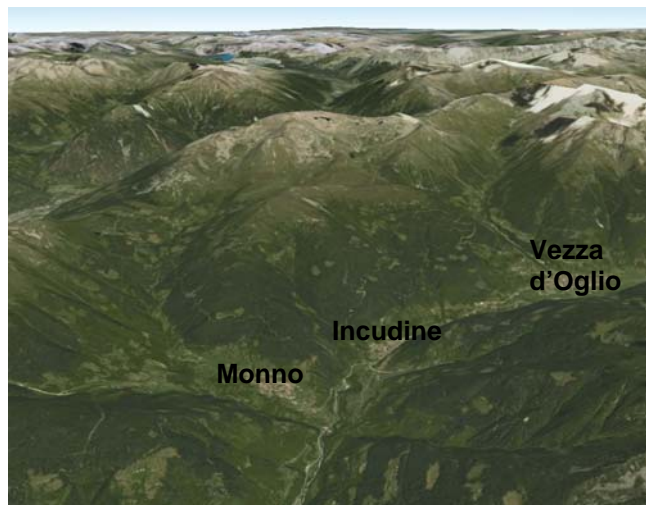
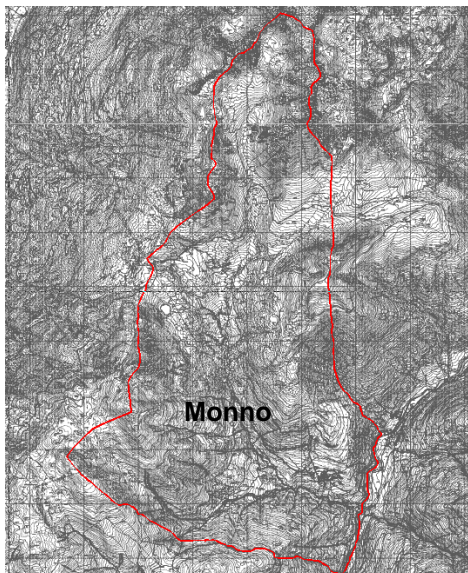
**Tav. 05a:** *Carta della Fattibilità-Territorio Urbanizzato- su  
volo aerofotogrammetrico scala 1:2.000*

**Tav. 06.1:** *Carta con legenda uniformata PAI - Monno nord -  
1:10.000;*

**Tav. 06.2:** *Carta con legenda uniformata PAI - Monno sud -  
1:10.000;*

**Tav. 07:** *Norme Geologiche di Piano.*

## 1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO



**Fig 1** :Veduta aerea dell'abitato di Monno

L'area presa in esame nel corso del presente lavoro si colloca in Alta Valle Camonica, in destra idrografica del Fiume Oglio.

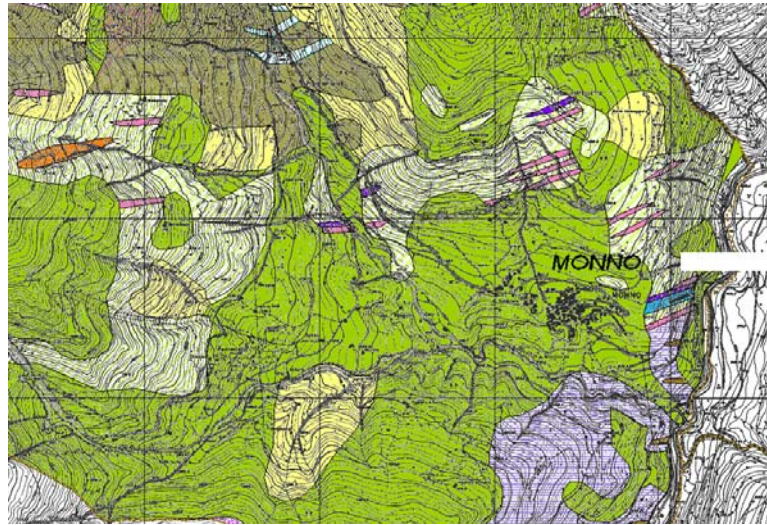
Nella cartografia Tecnica Regionale la zona è compresa nel Foglio D4 alla scala 1:50.000 e nella Sezione D4c1 alla scala 1:10.000.

Il territorio comunale, con un'estensione pari a circa 30 Km<sup>2</sup>, confina a nord e a nord-ovest con la provincia di Sondrio e, precisamente, con i territori comunali di: Grosio, Grosollo, Mazo di Valtellina e Tova di Sant'Agata; a est con i territori comunali di Vezza d'Oglio e Incudine e a sud con il territorio comunale di Edolo.

## 1.2 ELEMENTI GEOLOGICI, GEOTECNICI E STRUTTURALI

### 1.2.1 Elementi geologico - strutturali

Il territorio del comune di Monno è caratterizzato dalla presenza della Linea Insubrica che lo attraversa da nord-ovest a sud-est, intersecando il torrente Ogliolo in prossimità della confluenza della Valle del Mortirolo con la Valle Dorena.



Le due principali formazioni separate dalla presenza della linea tettonica sono gli Gneiss del Tonale (a Nord) e gli Scisti di Edolo che affiorano nella parte meridionale.

Di seguito vengono fornite le principali caratteristiche delle formazioni che interessano il territorio.

#### **SCISTI DI EDOLO.**

La formazione degli Scisti di Edolo: generalmente scisti grigio scuri cloritici e talora biotitici con letti e vene di quarzo. Gli affioramenti osservati presentano una discreta fratturazione in ragione della presenza delle citate linee tettoniche che hanno comportato talora l'insorgere di orizzonti milonitizzati. In seguito ai processi di milonitizzazione si sono sviluppate delle fasce in cui le rocce metamorfiche originarie sono state trasformate in micascisti carboniosi neri, molto untuosi, con grafite e talco. Gli sforzi tettonici a cui sono stati assoggettati le compagini rocciose ne hanno determinato talora la loro completa riduzione in scaglie, con conseguente riduzione delle caratteristiche meccaniche. L'evoluzione geologica del settore alpino ha inoltre comportato l'insorgere di pieghe (king band) nella compagine rocciosa e pertanto la giacitura della scistosità risulta talora discordante e variabile consentendo tuttavia di apprezzare ancora una struttura immergente verso nord.

### **GNEISS DEL TONALE.**

Appartengono al complesso austriaco e costituiscono la zona dei ricoprimenti austroalpini; all'interno della stessa si riscontra una variabilità litologica determinata dalla presenza di micascisti a due miche, in prevalenza biotitici, iniettati letto a letto da lenti quarzose feldspatiche, e paragneiss con filoni aplitici - pegmatitico (rocce a tessitura più o meno distinta in cui il quarzo è il componente prevalente) e lenti di calciferi. Nel settore della media Valle di Canè, compaiono in forma prevalente, lenti di calcari e calciferi: tali lenti erano in passato sfruttate e riconosciute come Marmi di Canè.

### **MICASCISTI DELLA CIMA ROVAIA.**

La formazione mostra caratteristiche generali simili a quelle degli Gneiss del Monte Tonale, cioè una bancatura abbastanza regolare con immersione prevalente verso Sud. Prevengono i tipi micascistici o gneissici a due miche.

Sono diffuse le intercalazioni in lenti concordanti di anfiboliti biotitiche e granatifere e di quarziti micacee.

### **GABBRO DEL MONTE MASUCCIO.**

L'unità comprende gabbri anfibolici di colore grigio verdastro, con patina di alterazione rossastra per la presenza di fenocristalli feldspatici e di anfibolo, che costituiscono la porzione superiore del Monte Pagano e le propaggini meridionali del ramo sinistro della Valle Andrina.

### **DIORITE DEL MONTE SEROTTINI.**

Il corpo intrusivo affiora alla testata della Valle Andrina, e comprende dioriti quarzifere, graniti a due miche, dioriti e gabbrodioriti.

A ricoprire il substrato roccioso sono presenti i depositi superficiali così distinti:

- **Detrito di versante:** ghiaie massive, da fini e grossolane, e diamicton massivi a clasti spigolosi di provenienza strettamente locale, a supporto clastico, con matrice da poco abbondante o scarsa ad assente;



- **Depositi di frana:** ghiaie massive da fini a grossolane, e diamicton massivi, a supporto clastico o di matrice sabbiosa o limoso-sabbiosa, da assente a molto abbondante, localmente limoso-argillosa quando interessano depositi precedenti (per lo più di origine glaciale), clasti spigolosi di origine strettamente locale, provenienti dalle pareti sovrastanti, o da arrotondati a subangolosi, di provenienza esotica, se prodotti da mobilizzazione di depositi glaciali preesistenti; talora presenti blocchi da metrici a plurimetrici, con assenza di matrice.

Sono il risultato di frane di crollo o scivolamenti rotazionali se interessano il substrato lapideo e frane per scivolamento e colamento se interessano la copertura quaternaria (generalmente depositi glaciali più antichi), talvolta associati a fenomeni di debris- e mud flow;

- **Depositi di conoide di frana:** si tratta di depositi di origine complessa, costituiti da successioni di corpi di frana allo sbocco di valli, vallecole, canaloni.

Sono costituiti da diamicton massivi, a supporto di matrice limoso-sabbiosa o limoso-argillosa, clasti da spigolosi ad arrotondati.

Coinvolgono generalmente i materiali della copertura quaternaria, più facilmente mobilizzabili, in particolare depositi glaciali più antichi. Spesso i conoidi di frana sono interessati da fenomeni, successivi e parassiti, di debris- o mud flow o da piccole frane per colata secondarie, che, pur non costruendo direttamente il corpo del conoide, ne caratterizzano comunque la morfologia;

- **Depositi alluvionali:** presentano notevoli differenze in funzione della localizzazione e delle caratteristiche di regime e di portata dei corsi d'acqua.

Nei corsi d'acqua minori, a carattere torrentizio, sono di entità ridotta, e sono per lo più limitati a rimaneggiamento e dilavamento della frazione fine di preesistenti depositi glaciali o fluvioglaciali presenti nell'alveo dei torrenti; formano spesso piccole piane nei tratti a minore inclinazione, impostate su preesistenti piane fluvioglaciali: ghiaie anche ben selezionate, da fini a grossolane, a supporto clastico, matrice sabbiosa da assente ad abbondante, clasti da subangolosi ad arrotondati, massive o grossolanamente stratificate, più



raramente sabbie ben lavate. Il grado di arrotondamento dei clasti è molto elevato se i depositi derivano dal rimaneggiamento di materiale di origine glaciale preesistente.

- **Depositi glaciali:** costituiti perlopiù da materiali fluvioglaciali e morenici rimaneggiati. I primi si distinguono per la presenza di una pseudo-stratificazione e per la posizione morfologica (in corrispondenza dei tratti di versante a debole pendenza quali i terrazzamenti morfologici). Litologicamente sono costituiti da ghiaie e sabbie limose con ciottoli e clasti. I materiali morenici rimaneggiati sono caratterizzati dalla presenza di accumuli caotici di clasti, blocchi in matrice, quantitativamente variabile sabbioso - limosa. Si tratta di materiali rimaneggiati dall'azione gravitativa, in quanto frammisti a materiali detritici ed eluviali. Alcuni spaccati sono visibili in corrispondenza di nicchie di distacco di frane inattive (dove possono anche manifestarsi fenomeni di emergenza idrica con relativa saturazione dei depositi caratterizzati da presenza di matrice fine scarsamente permeabile).

### 1.2.2 Cenni caratteristiche litotecniche

Generalmente i terreni costituiti dal substrato roccioso possiedono di per sé complessivamente buone caratteristiche di resistenza intrinseca. La caratterizzazione geomeccanica di un ammasso roccioso tiene conto di alcuni parametri (Intercetta delle discontinuità, Resistenza a Compressione Monoassiale da Indice di Ponit Load Strength, indice di anisotropia) derivanti dalla natura del litotipo affiorante e dal suo stato di integrità. La stratificazione e lo stato di fratturazione possono determinare nell'ambito della stessa unità litologica variazioni dei parametri di resistenza geomeccanica anche accentuati. Le proprietà meccaniche di resistenza possono diminuire sensibilmente in presenza di fenomeni di circolazione idrica o a causa di fenomeni di alterazione.

Le coperture quaternarie sono di norma costituite da materiali con caratteristiche geotecniche di resistenza meno elevate del substrato roccioso ed in ogni caso piuttosto variabili nell'ambito della stessa unità litologica in funzione della diversa granulometria dei materiali e del loro diverso grado di addensamento, risultando inoltre enormemente influenzate dal contenuto in frazione argillosa.

Vengono riportati di seguito i parametri geotecnici di massima attribuibili alle coperture

Detrito di falda grossolano non attivo, depositi alluvionali e di conoide, depositi glaciali: caratteristiche geotecniche da buone a discrete.

Parametri	Min	max
$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	18	20
$\Phi$ (°)	30	40
C (KPa)	0	10

Depositi detritico-colluviali, detriti di falda colonizzati : caratteristiche geotecniche da discrete a scadenti

Parametri	Min	max
$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	17	19
$\Phi$ (°)	20	30
c (KPa)	10	20

Depositi eluviali caratteristiche geotecniche mediocri o scadenti.

### 1.2.3 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 detritici**

La genesi di questi depositi è 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 fasciano 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  $\varphi = 34^\circ - 38^\circ$

Coesione = 0

Peso di volume = 1.9 - 2.0 g/cmc

Permeabilità = medio - elevata

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

### **Depositi alluvionali:**

Per tali terreni valgono indicativamente i seguenti parametri:

Angolo d'attrito  $\varphi = 36^\circ - 40^\circ$

Coesione = 0

Peso di volume = 1.85 - 1.95 g/cmc

Stato di addensamento = da mediamente addensato ad addensato

Permeabilità = elevata

L'orizzonte più fine è caratterizzato da proprietà tecniche mediocri, dipendenti comunque dalle specifiche caratteristiche granulometriche e dallo stato di addensamento dei depositi. Possono essere assunti pertanto i seguenti parametri indicativi:

Angolo d'attrito  $\varphi = 30^\circ - 34^\circ$

Coesione = 0

Peso di volume = 1.75 - 1.85 g/cmc

Stato di addensamento = da poco addensato a mediamente

Permeabilità = bassa

### **Depositi glaciali:**

Per i terreni glaciali possono essere assunti a livello generale i seguenti valori indicativi (il range di variazione esprime la stessa variabilità composizionale tipica dei depositi in esame):

Angolo d'attrito  $\varphi = 30^\circ - 36^\circ$

Coesione = 0 - 1 kg/cmq

Peso di volume = 1.8 - 1.95 g/cmc

Stato di addensamento = da mediamente addensato ad addensato (in funzione delle condizioni idrogeologiche locali)

Permeabilità = medio - bassa

Nei depositi glaciali di fondo, ovvero quelli localizzati a diretto contatto con il substrato roccioso, può essere individuata una grossolana stratificazione metrica distinta in base a variazioni cromatiche e granulometriche. Le tonalità della matrice passano dal grigio scuro al grigio chiaro. Generalmente depositi caratterizzati da colori più scuri presentano un maggior quantitativo di frazione fine limoso argillosa, cui corrisponde una più bassa permeabilità.

I 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  $30^\circ$ .

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.

#### **1.2.4 Elementi geomeccanici**

In base alla principale formazione individuata ed affiorante nell'area oggetto dell'azzoneamento (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.

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 dei laghi glaciali).

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 a monte dei centri abitati e

lungo le strade di principale comunicazione (strada del Tonale e dell'Aprica).

Si tratta di una fratturazione localmente più intensa e a tratti spaziata.

Per i micascisti rilevati nel territorio relativo alla parte di azzonamento 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 MORFOLOGICO-STRUTTURALI**

Il principale elemento tettonico-strutturale che caratterizza il territorio comunale di Monno è la Linea Insubrica (o Linea del Tonale), costituita da superfici di traslazione subparallele, nord vergenti e talora subverticali, che delimitano una zona ampia anche qualche centinaia di metri, in cui le rocce hanno subito trasformazioni mineralogico-composizionali a causa dei movimenti relativi indotti dai processi tettonici; in seguito all'elevata intensità degli sforzi sviluppatasi nelle masse rocciose nell'intorno dei piani di scorrimento, le rocce stesse hanno subito intensa fratturazione e talora fenomeni di milonitizzazione.

L'attività tettonica del territorio è addolcita nei lineamenti morfologici caratteristici, dalla presenza di ampia copertura detritica.

La dinamica morfologica è attiva nelle aree in quota, dove prevalgono i fenomeni di degradazione delle pareti rocciose con formazione di falde di detrito alla base, e lungo i corsi d'acqua, lungo i quali possono verificarsi, in occasione di eventi di piena, fenomeni di trasporto solido con evoluzione in colate detritiche.

Lungo le scarpate d'erosione che delimitano l'asta principale, nel tratto a valle dell'abitato di Monno, sono presenti fenomeni di degradazione e frane superficiali, che coinvolgono essenzialmente la coltre superficiale. In relazione all'assetto morfologico dell'alveo, il materiale detritico raggiunge il fondovalle e vi permane accumulandosi nel tempo.

#### **1.3.2 Circolazione idrica superficiale**

Il territorio comunale dell'abitato di Monno ricade interamente all'interno del bacino del Fiume Oglio e ne occupa una porzione posta in sponda destra; il fiume stesso fa da confine verso sud-est tra il Comune di Monno ed il comune di Edolo in sponda sinistra.

I versanti ad elevata acclività alle cui pendici è posto il comune di Monno, hanno favorito la formazione di bacini idrografici che presentano dislivelli anche elevati.

Le pendenze permettono all'energia dell'acqua di supportare notevoli quantità di materiale solido in sospensione, soprattutto in occasione di precipitazioni intense ed improvvise. La caratteristica di forte acclività dei versanti, infatti, si unisce ad una situazione litologica e strutturale capace di produrre abbondante materiale sciolto.



I principali bacini presenti nel comune di Monno sono tutti collocati alla destra idrografica del fiume Oglio:

- 1) il bacino del torrente Valle del Mortirolo
- 2) il bacino del torrente Valle di Grom e Valle Varadega
- 3) il bacino del Fiume Oglio

Sono poi presenti altri sistemi minori, localizzati sempre lungo il versante in destra idrografica al Fiume Oglio

Nel *Bacino della Valle del Mortirolo* è presente il torrente Ogliolo di Monno che costituisce una delle principali valli laterali del tratto superiore della Valle Camonica: il tratto inferiore, con alveo particolarmente inciso, ha una direzione di deflusso ONO-ESE e regime tipico dei corsi d'acqua montani, con portate notevolmente influenzate dagli apporti meteorici. L'Ogliolo deriva dalla confluenza fra la Valle del Mortirolo e la Valle Dorena, che costituiscono i due rami in cui si suddivide il torrente alla quota di 1010 metri s.l.m.: entrambi presentano un reticolo idrografico ramificato e talora guidato dalla presenza di linee tettoniche.

*La Valle di Varadega* si sviluppa con direzione NS prevalente ed è caratterizzata dalla presenza di una estesa coltre detritica di fondo (glaciale e fluvioglaciale) che si raccorda alle scarpate rocciose (con morfologie aspre da collegare agli aspetti litologici) con falde detritiche attive. Lungo la Valle di Varadega sono presenti alcune emergenze idriche captate.

*La Valle di Grom* costituisce una depressione che si sviluppa con direzione parallela all'asta della valle Camonica e collega la Valle del Mortirolo con la testata della Val Bighera - ramo sinistro della Val Grande di Vezza d'Oglio. In relazione alla posizione del bacino, non si esclude come lo stesso sia impostato lungo una linea tettonica. Nella porzione centrale dell'impluvio, sono presenti ristagni d'acqua superficiale e depositi sartumosi.

Il territorio comunale comprende una limitata porzione di fondovalle dell'asta del Fiume Oglio: il corso d'acqua corrisponde al limite comunale con Incudine ed Edolo.

In relazione al quadro morfologico è possibile suddividere il tratto in esame in settori omogenei, quali:

## 1.4 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E METEO-CLIMATICO



Lo studio del territorio non può prescindere dalla conoscenza dei dati meteorologici e climatici, soprattutto in previsione di eventi eccezionali con tempi di ritorno molto lunghi.

In questa sede vengono forniti dati di valutazione principalmente a scala comunale e sovracomunale, riferiti ai valori di piogge di breve durata e forte intensità.

Per quanto riguarda le precipitazioni medie annue, nella provincia di Brescia si riconoscono tre zone caratteristiche:

- Zona di pianura: precipitazioni comprese fra 700 e 1100 mm, crescenti con leggero gradiente avvicinandosi alla zona pedemontana;
- Zona intermedia: precipitazioni comprese tra 1000 e 1500 mm, crescenti con l'aumento di quota;
- Zona montana: si estende tra il crinale alpino e quello prealpino con precipitazioni comprese fra 1000 e 1800 mm.

L'influenza orografica concorre in modo determinante alla formazione di aree con diverso valore delle precipitazioni annue. La Val Camonica, avendo un'ampiezza in senso trasversale maggiore rispetto

alle altre valli principali, presenta una notevole diminuzione delle precipitazioni annue, passando da valori prossimi ai 1800 mm (sul crinale) a valori inferiori a 1000 mm (nel fondovalle).

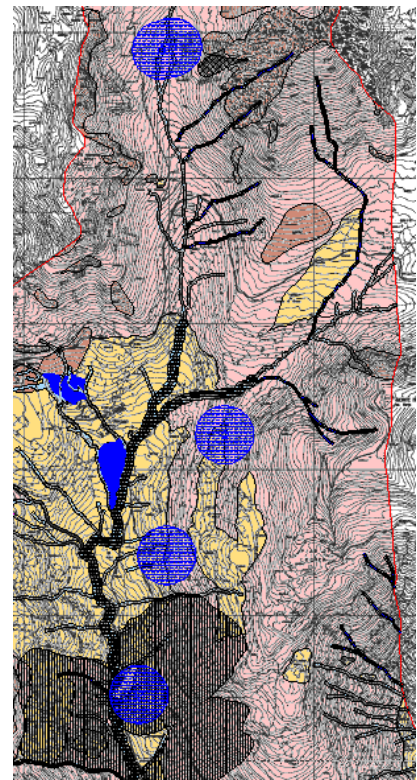
In sostanza, l'esame delle isoiete totali evidenzia una distribuzione delle precipitazioni notevolmente influenzata dall'orografia dominante e dai rapporti sussistenti tra le correnti aeree di diversa provenienza. Inoltre l'orografia ed i venti prevalenti contribuiscono a creare zone con diversa equazione della retta di possibilità climatica. Ad esempio la diversa esposizione dei versanti influisce sui climi locali delle vallate, sia determinando una diversa insolazione tra i due versanti, con conseguenze sulle temperature e sulla permanenza del manto nevoso, sia agendo diversamente sui versanti umidi e quindi sulla quantità delle precipitazioni.

A grande scala le precipitazioni medie annue sono comprese tra 1000 e 1800 mm. In riferimento al Comune di Monno, dalla carta relativa alle precipitazioni medie annue (relative al periodo 1950 - 1986), redatta con il Primo Programma Generale di Protezione Civile, si ricavano valori compresi tra i 800 ed i 1000 mm.

Le sorgenti captate dal comune di Monno sono:

- La sorgente Varadega
- La sorgente Marina
- La sorgente Sassiner
- La sorgente Ronchi

La ricostruzione geologica e morfologica locale, insieme alla consultazione dei dati storici sul chimismo delle acque, permettono di concludere che la rete idrografica sia prevalentemente a scorrimento superficiale o comunque interessate da bassa soggiacenza della falda



**Fig 3 :Ubicazione sorgenti**

## **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 MONNO: ASPETTI GENERALI

A seguito del verificarsi di un sisma l'importo dei danni agli edifici è proporzionale sia alle caratteristiche tipologiche - strutturali degli stessi edifici, che alle condizioni di equilibrio geomorfologico e geotecnico dei terreni di fondazione. Nello specifico particolari condizioni geologiche e geomorfologiche locali possono influenzare la pericolosità sismica di base generando effetti diversi distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti.

In fase pianificatoria è quindi necessario riconoscere le aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico identificando la categoria di terreno, e valutare i relativi effetti locali dovuti essenzialmente all'amplificazione sismica e o all'instabilità.

- Effetti di amplificazione sismica locale: tali effetti sono dovuti a fattori geologici, morfologici e idrogeologici sia superficiali che del substrato, che possono modificare il moto sismico in termini di ampiezza, di durata e di contenuto in frequenza. Gli effetti sono estremamente pericolosi quando la frequenza di risonanza del sito coincide con quella dell'edificio.

Tali effetti di amplificazione sismica si distinguono essenzialmente in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- ✓ effetti di amplificazione topografica
- ✓ effetti di amplificazione litologica

- Effetti di instabilità: tali effetti interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e, a volte, movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; gli effetti di instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti in sito (versanti in equilibrio precario, aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici, terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche, siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo).

Il Comune di Monno 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<sup>o</sup> livello in fase pianificatoria;
- è obbligatorio il 2<sup>o</sup> 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<sup>o</sup> livello, solo in fase progettuale, nelle aree indagate con il 2<sup>o</sup> livello quando Fa calcolato risulta maggiore del valore di soglia comunale e nelle zone di PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici.

E' stata quindi eseguita un'analisi di 1<sup>o</sup> 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).



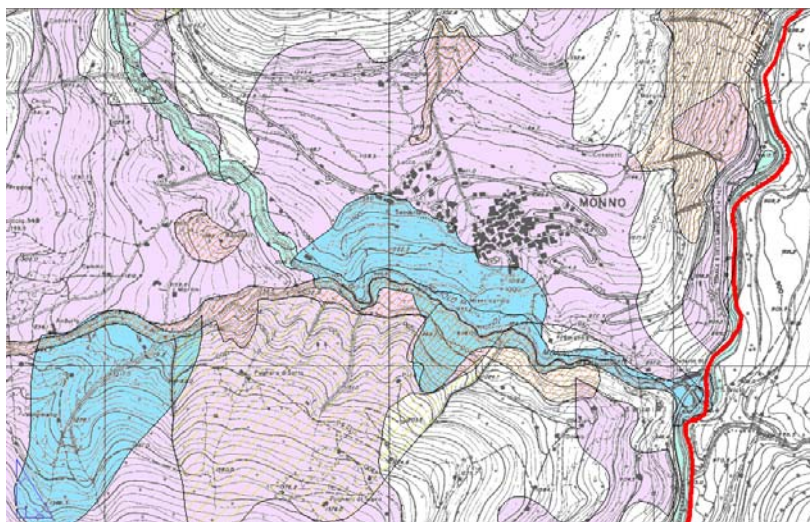
## ANALISI DI 1<sup>^</sup> LIVELLO

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).

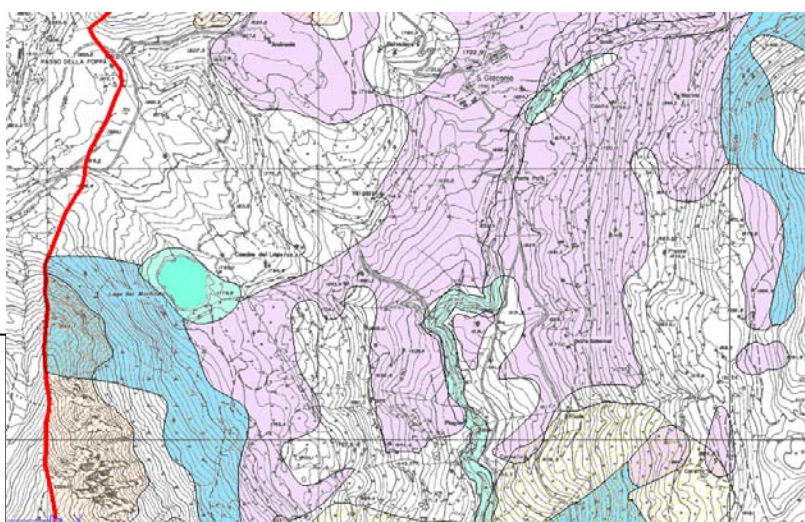
Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti 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





**Figura 1** Stralcio della  
carta Geologica  
dell'abitato di Monno

Il territorio del Comune è stato suddiviso nelle diverse zone. L'abitato di Monno risulta classificato come Z4b e Z4c mentre la zona di fondovalle, che si sviluppa lungo la ss 42, risulta classificata come Z4A insistendo su depositi alluvionali del fiume Oglio.



**Figura 2** Stralcio della  
Carta della  
Pericolosità Sismica  
Locale

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 1:10.000 (cfr Tav. 04.1 e 04.2) 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 1:10.000 (cfr Tav. 02.1 e 02.2) 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*