

REGIONE LOMBARDIA



PROVINCIA DI BRESCIA



COMUNE DI NAVE



## PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DOCUMENTO DI PIANO

### COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005

D.G.R. n. 8/7374 del 28/05/2008

(in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005)

### ALLEGATO 1

### STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

(ai sensi dell'Ord. P.C.M. 3907/2010 e s.m.i. e

del Decreto P.C.M. Dipartimento Protezione Civile 10 Dicembre 2010)

Oggetto:

**NOTA ILLUSTRATIVA**  
della "Carta delle Microzone Omogenee in  
Prospettiva Sismica (MOPS) ai sensi degli ICMS"

Tavola:

**NI 1**  
**MOPS**

#### STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE

Dott. Geol. Laura Ziliani  
Dott. Geol. Davide Gasparetti  
Dott. Geol. Gianantonio Quassoli  
Dott. Geol. Samuele Corradini

25123 Brescia - Via T. Olivelli, 5  
Tel. 030.3771189; Fax 030.3778086  
e-mail: info@studiogeologiambiente.it



Data:

**Maggio 2012**

**STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE**

Dott. Geol. LAURA ZILIANI  
Dott. Geol. DAVIDE GASPARETTI  
Dott. Geol. GIANANTONIO QUASSOLI  
Dott. Geol. SAMUELE CORRADINI

25123 BRESCIA – Via T. Olivelli, 5  
Tel. 030-3771189 Fax 030-3778086  
e-mail: [info@studiogeologiambiente.it](mailto:info@studiogeologiambiente.it)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
PER IL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO**

**D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005**

**D.G.R. n. 8/7374 del 28/05/2008**

**D.G.R. n. 9/2616 del 30/11/2011**

**STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA**

**AI SENSI DELL' ORD. P.C.M. 3907/2010 E S.M.I. E DEL DECRETO P.C.M. DIPARTIMENTO  
PROTEZIONE CIVILE 10 DICEMBRE 2010**

**INDICE**

1. PREMESSA – Riferimenti Normativi Specifici .....	2
1.1. Riferimenti normativi generali relativi alla sismicità nell'ambito della pianificazione territoriale lombarda .....	3
1.2. Metodologia di lavoro.....	4
2. NOTE ILLUSTRATIVE DELLA “CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) AI SENSI DEGLI ICMS” .....	7
2.1. Zone stabili (Zona 1).....	8
2.2. Zone stabili suscettibili di amplificazione locale (Zona 2, 3, 4 e 5).....	13
2.3. Zone suscettibili di instabilità .....	16
2.4. Forme di superficie e forme/elementi sepolti.....	23

## 1. PREMESSA – RIFERIMENTI NORMATIVI SPECIFICI

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Nave è stato eseguito uno studio di Microzonazione Sismica ai sensi dell'Ord. P.C.M. 3907/2010 e s.m.i. e del Decreto P.C.M. Dipartimento Protezione Civile 10 Dicembre 2010.

Il presente studio, in adempimento all'O.P.C.M. 3907/2010, prevede la sperimentazione della procedura prevista dagli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" (ICMS - Conferenza delle Regioni e Province Autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 Vol. e DVD, Gruppo di Lavoro MS, 2008).

Il documento tecnico di riferimento (ICMS) riprende quasi integralmente i criteri in vigore in Regione Lombardia già dal 2005 (All.5 alla D.G.R. 8/1566/05 come modificata dalla D.G.R. 8/7374/08 e dalla D.G.R. 9/2616/11).

Nelle Specifiche Tecniche "Criteri per la Realizzazione di Studi di Microzonazione sismica di cui all'Ordinanza P.C.M. n° 3907/2010 e s.m.i. e Decreto P.C.M. Dipartimento di Protezione Civile del 10/12/2010" (Allegate alla comunicazione del Maggio 2011 della Regione Lombardia Dir. Gen. Territorio e Urbanistica – Tutela e Valorizzazione del Territorio- Pianificazione e Programmazione di Bacino e Locale – Ref. Dott. Geol. Francesca De Cesare) viene pertanto richiesta l'applicazione dei Livelli 1 e 2 dei Criteri Regionali Lombardi e del livello 1 previsto dagli ICMS.

In particolare viene richiesta come risultato finale dell'applicazione del 1° Livello degli ICMS la realizzazione della "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)".

Per tutto quanto concerne l'applicazione del 1° e 2° livello dei Criteri Regionali si rimanda quindi alla Relazione Geologica per la Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT ed agli specifici allegati (Indagini geofisiche, Tav. 3 Carta della Pericolosità sismica locale).

Per semplificare la fruibilità del presente documento da parte degli Enti preposti all'applicazione dell'Ord. P.C.M. 3907/2010 e s.m.i. si provvederà ad allegare alla documentazione da consegnare alla Regione Lombardia, estratti dal Documento di Piano di interesse ai fini del presente studio di Microzonazione Sismica.

### 1.1. RIFERIMENTI NORMATIVI GENERALI RELATIVI ALLA SISMICITÀ NELL'AMBITO DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE LOMBARDA

La pubblicazione della **L.R. 12/05** e delle nuove direttive attuative (**D.G.R. n° 8/7374 del 28/05/2008** - "Criteri ed indirizzi per la componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., in attuazione dell'art. 57, comma 1 della L.R. 11 marzo 2005, n.12" aggiornate con **D.G.R. 9/2616 del 30 novembre 2011**) introduce, rispetto alla precedente **L.R. 41/97** ed alle relative direttive della **D.G.R. 7/6645 del 29/10/2001**, nonché alle più recenti direttive della **D.G.R. 8/1566 del 22/12/2005**, emanate in attuazione dell'art. 57, comma 1 della **L.R. 11 marzo 2005, n.12**, importanti innovazioni in fatto di redazione degli studi geologici e in particolare riguardo l'analisi della componente sismica e la cartografia di vincolo e di fattibilità.

L'**Ordinanza n° 3274 del 20/03/03** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica", ha di fatto modificato la classificazione sismica del territorio nazionale.

L'Ordinanza richiede alle Regioni di eseguire la valutazione di  $a_g$  sul proprio territorio e quindi di assegnare ogni area ad una delle zone della nuova classificazione. La Regione Lombardia con **D.G.R. 7/14964 del 7/11/03** ha fornito alcune disposizioni preliminari per l'attuazione dell'Ord. 3274, confermandone la classificazione dei territori comunali lombardi e prescrivendo l'adeguamento alle norme tecniche allegate.

In particolare il Comune di Nave, precedentemente non classificato in alcuna categoria sismica, è stato incluso in zona sismica 3 come individuato dall'Allegato A della stessa ordinanza e dall'Allegato A della D.G.R. n° 7/14964 del 7/11/03.

Già l'**Ordinanza P.C.M. n° 3519 del 27/04/06** fornisce una revisione dei valori di  $a_g$  sul territorio nazionale ed inserisce il territorio di Nave nella sottozona caratterizzata da valori di  $a_g$  compresi tra 0.150 e 0.175 (accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

Il nuovo **Testo Unico** per l'edilizia definisce, con **D.M. del 14/09/05 e con le successive modifiche e revisione del D.M. 14/01/2008**, le "Norme Tecniche per le costruzioni".

Con l'entrata in vigore definitiva delle nuove Norme Tecniche (a partire dal 01/07/2009) è divenuto vigente l'obbligo di eseguire la progettazione in prospettiva sismica in tutte le aree classificate in zona sismica 1, 2 e 3. Nell'ambito della revisione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (**D.M. 14/01/2008**) sono state, di fatto, adottate le stime di pericolosità sismica del progetto S1, concludendo il percorso iniziato nel 2003. Tali stime superano il

concetto di classificazione a scala comunale e sulla base di 4 zone sismiche. Tuttavia le 4 zone sismiche mantengono una funzione amministrativa. La Regione Lombardia ha stabilito nella D.G.R. n°8/7374 del 28/05/2008 (punto 1.4.3) che *“la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell’OPCM 3274/03) individua unicamente l’ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria”* e specifica altresì che *“ai sensi del D.M. 14/01/2008, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell’All. B al citato D.M.”*. Ai fini della pianificazione territoriale si dovrà quindi tenere conto della classificazione riportata nella O.P.C.M. 3274 del 2003.

## 1.2. METODOLOGIA DI LAVORO

Il presente studio sperimentale di microzonazione sismica, si configura come un approfondimento dello studio geologico redatto per la “Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT” e ne costituisce un allegato.

Lo studio è stato pertanto eseguito applicando le procedure indicate nelle Specifiche Tecniche “Criteri per la Realizzazione di Studi di Microzonazione sismica di cui all’Ordinanza P.C.M. n° 3907/2010 e s.m.i. e Decreto P.C.M. Dipartimento di Protezione Civile del 10/12/2010” (Allegate alla comunicazione del Maggio 2011 della Regione Lombardia Dir. Gen. Territorio e Urbanistica – Tutela e Valorizzazione del Territorio- Pianificazione e Programmazione di Bacino e Locale – Ref. Dott. Geol. Francesca De Cesare).

In adempimento a tali specifiche tecniche si è verificato che taluni aspetti delle procedure richieste risultano già sviluppate nello studio per la “Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT”; altre tematiche sono state, al contrario, elaborate in maniera originale per il presente studio di Microzonazione Sismica.

Nello studio per la “Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT” è stata predisposta, in primo luogo, la valutazione della **pericolosità sismica** applicando le procedure indicate nella D.G.R. n°9/2616 del 30/11/2011, ed in particolare secondo quanto prescritto dall’All. 5 “Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia, finalizzate alla definizione dell’aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio”.

E’ stata pertanto valutata la risposta sismica locale in relazione alle condizioni geologiche e geomorfologiche riconosciute che possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base dell’area. Si è quindi proceduto all’analisi della sismicità del territorio ed alla redazione della **“CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE”**

(**Tav. 3 - scala 1:10.000**), applicando la procedura di 1° livello, secondo le metodologie indicate nell'allegato 5 della D.G.R. n°9/2616 del 30/11/2011.

Successivamente è stata applicata, laddove necessario, la procedura di 2° livello. Per la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione litologica degli eventi sismici attesi, secondo le metodologie indicate per l'analisi di 2° livello, e per la definizione di un modello geofisico e geotecnico affidabile, in accordo con quanto prescritto dall'All. 5 della D.G.R. n°9/2616 del 30/11/2011, sono stati eseguiti **n. 5 stendimenti di indagini geofisiche abbinando la tecnica della rifrazione con la sismica multicanale con acquisizione delle onde superficiali**.

La valutazione degli effetti di amplificazione dovuti alla morfologia è stata eseguita mediante l'applicazione delle procedure indicate nell'All.5 della D.G.R. n°9/2616 del 30/11/2011. Per la delimitazione delle aree di pericolosità sismica relative a problematiche morfologiche sono state eseguite numerose sezioni topografiche (n. 33 sezioni, ortogonali ai versanti ed agli elementi morfologici riconosciuti, riportate nella **Tav. 3 – Carta della pericolosità sismica locale**”.

E' stata pertanto predisposta la **”Carta dei Fattori di Amplificazione derivante dal'Applicazione del livello 2 ai sensi dei criteri regionali (Tav. 3 MOPS – Scala 1:10.000)**.

Nello Studio della Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT è stata eseguita l'analisi delle caratteristiche geomorfologiche e geotecniche del territorio.

Tale analisi si è articolata mediante una prima fase di acquisizione di tutti i dati reperibili in letteratura, riferiti ad indagini geologiche e geognostiche; quindi si è proceduto alla fase di analisi mediante i rilievi geomorfologici di campagna eseguiti sull'intero territorio comunale a scala 1:2.000. Sono state così riconosciute e descritte le strutture geomorfologiche e i processi geomorfici in atto. I rilievi di campagna sono quindi stati integrati dall'interpretazione delle fotografie aeree.

Per la caratterizzazione geotecnica hanno concorso sia indagini geognostiche e studi eseguiti dagli scriventi, che dati disponibili derivanti da indagini di carattere geologico effettuate sul territorio.

La buona copertura dei dati ha permesso la predisposizione di una “Carta di inquadramento geologico e geomorfologico” (Tav. 1 - scala 1:5.000) che soddisfa le

caratteristiche richieste per la predisposizione della Carta Geologico-Tecnica ai sensi degli ICMS e dei Criteri Regionali. Si è altresì proceduto alla stesura della **Carta delle Indagini ai sensi degli ICMS (Tav. 1 MOPS scala 1:10.000)**.

Il punto di arrivo del presente studio è quindi la predisposizione della “**Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) ai sensi degli ICMS**” (Tav. 2 MOPS - scala 1:10.000) e della relativa **Nota Illustrativa (NI 01 MOPS)**.

### **Elaborati tecnici e cartografici**

#### **ELABORATI TECNICI**

**NI 1 MOPS** – Nota Illustrativa della “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) ai sensi degli ICMS”

#### **ELABORATI CARTOGRAFICI**

**Tav. 1 MOPS** – Carta delle Indagini ai sensi degli ICMS (scala 1:10.000)

**Tav. 2 MOPS** – Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) ai sensi degli ICMS (scala 1:10.000)

**Tav. 3 MOPS** – Carta dei Fattori di Amplificazione derivante dall’applicazione del 2° livello ai sensi dei criteri regionali (scala 1:10.000)

## **2. NOTE ILLUSTRATIVE DELLA “CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) AI SENSI DEGLI ICMS”**

Per l'intero territorio comunale di Nave, in adempimento all'O.P.C.M. 3907/2010, è stata applicata, in via sperimentale, la procedura prevista dagli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica” (ICMS - Conferenza delle Regioni e Province Autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 Vol. e DVD, Gruppo di Lavoro MS, 2008).

In particolare è stato applicato il 1° Livello di analisi che ha come risultato conclusivo la realizzazione della “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) (Tav. 2 MOPS – Scala 1:10.000)

La procedura si prefigge di classificare il territorio in funzione delle condizioni locali che possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti di cui si deve tener conto nella valutazione della pericolosità sismica di un'area. Gli effetti indotti da particolari condizioni geologico-morfologiche sono infatti in grado di produrre danni diversificati su fabbricati con caratteristiche analoghe, entro zone anche ravvicinate (fino a poche decine di m). In tali situazioni si possono verificare fenomeni di focalizzazione dell'energia sismica incidente, con esaltazione delle ampiezze delle onde, fenomeni di riflessione multipla con variazione delle ampiezze delle vibrazioni e delle frequenze del moto.

Il territorio è stato pertanto suddiviso in diverse zone omogenee:

- Zone Stabili
- Zone Stabili suscettibili di amplificazioni locali
- Zone Suscettibili di Instabilità.

La procedura prevede, inoltre, il riconoscimento di

- Forme di superficie
- Forme ed elementi sepolti



Al fine di definire le zone e le forme richieste si è tenuto conto di tutti i dati raccolti ed in particolare dei risultati delle indagini geognostiche e sismiche e dei rilievi geologici e geomorfologici eseguiti.

Una esemplificazione di questi dati è fornita nella “Carta delle Indagini” (Tav. 1 MOPS – scala 1:10.000). Si rimanda altresì alla Relazione Illustrativa contenuta nello studio per la “Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT” per quanto concerne la dettagliata descrizione dei fenomeni geomorfologici riconosciuti; per la consultazione dei dati geognostici e geofisici si fa riferimento al *data base* in allegato al presente studio.

I risultati dell’analisi di 1° Livello ICMS sono stati riportati nella “**Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) ai sensi degli ICMS**” (Tav. 2 MOPS – scala **1:10.000**), di seguito richiamata sinteticamente come Carta MOPS.

Nella Carta MOPS è stata inserita anche una **sezione litostratigrafica** esemplificativa del territorio studiato riguardo i rapporti tra le unità litologiche riconosciute e la loro natura; essa è stata tracciata longitudinalmente alla valle, utilizzando i dati disponibili relativi a pozzi per acqua profondi.

Sono state inoltre utilizzate le sezioni morfologiche elaborate per l’analisi del rischio sismico di 1° e 2° Livello ai sensi dei Criteri Regionali, per evidenziare le forme di superficie significative anche ai fini dell’analisi di 1° livello ai sensi degli ICMS; la traccia delle sezioni morfologiche è riportata nella Carta della pericolosità sismica locale.

Si descrivono di seguito le caratteristiche principali di ciascuna zona omogenea e delle forme riconosciute.

## **2.1. ZONE STABILI (ZONA 1)**

Il territorio di Nave è situato nella Valle del T. Garza ed ha un’estensione di 27,12 Km<sup>2</sup>. L’altitudine massima è pari a 1155 m (Dosso del Lupo) e quella minima a 192 m (presso il confine con il comune di Bovezzo). Il territorio comunale si estende in parte lungo il fondovalle alluvionale del T. Garza, sviluppato in direzione E-W, ed in parte lungo i versanti distribuiti in destra ed in sinistra idrografica.

Dal punto di vista morfologico-paesaggistico nel territorio di Nave si distinguono le seguenti unità:

- i **versanti montuosi**, caratterizzati da pendenze elevate, prevalentemente maggiori del 50%. Sono in gran parte ricoperti da boschi, in genere cedui, e sono solcati da una rete idrografica costituita da valli e vallecole piuttosto incise. I crinali hanno generalmente forme dolci ed arrotondate;
- i **conoidi di deiezione**, presenti in destra idrografica, prodotti dall'apporto di materiale trasportato dai torrenti e depositato al loro sbocco nella valle principale. I due conoidi principali sono quelli su cui si sono sviluppati gli abitati di Cortine e di Monteclana;
- la **fascia di raccordo tra i versanti montuosi ed il fondovalle**, caratterizzata da un'acclività moderata, spesso terrazzata con frutteti, vigneti e prati permanenti.
- il **fondovalle del T. Garza**, a morfologia pianeggiante, prevalentemente occupato da insediamenti, ma in parte ancora riservato all'agricoltura, con seminativi, talora arborati, e prati permanenti.

Nelle zone stabili può essere inserita gran parte dell'area montano-collinare.

Il settore montano è contraddistinto da versanti che possiedono in genere acclività da media a medio elevata e buone condizioni di stabilità con prevalenza di aree boscate.

In questo settore si ha la presenza del substrato roccioso da subaffiorante ad affiorante, a litologia in prevalenza di tipo calcareo o calcareo-marnoso.

Nella porzione orientale della valle del T. Garza, verso il confine con il comune di Caino, i versanti sono diffusamente interessati da fenomeni di dissesto ascrivibili a crolli diffusi di singoli massi.

Il passaggio alla piana del T. Garza avviene attraverso i depositi di piede versante (materiali aluvio-colluviali) e conoidi di deiezione.

Le unità litologiche presenti nel territorio comunale sono le seguenti, a partire dalla più antica (la sigla riportata tra parentesi identifica ciascuna unità sulla Tav. 1 - Carta di inquadramento geologico e geomorfologico):

- ***Dolomia Principale - Norico - (DP)***

Dolomie, dolomie calcaree e calcari dolomitici da grigio chiari a grigio scuri o nocciola-brunastri, a stratificazione per lo più indistinta o in grossi banchi.

La Dolomia Principale affiora in due settori limitati posti ai confini nord-orientali del territorio comunale, costituendo il rilievo del M.Rozzolo e la parte sommitale del M.Conche.

- ***Dolomie Zonate - Norico - (DZ)***

Dolomie e calcari scuri in strati sottili e medi, laminati e comunemente fetidi alla percussione.

Corrispondono a facies di bacino intrapiattaforma che si ritiene si siano sviluppati nell'ambito della piattaforma della Dolomia Principale per tettonica sindeposizionale con componente normale.

- ***Argillite di Riva di Solto - Norico superiore - (ARS )***

Argilliti e marne argillose nerastre, finemente laminate, con intercalazioni di calcari neri in strati generalmente sottili che aumentano nella porzione superiore dell'unità.

- ***Calcarea di Zu - Norico superiore- base dell'Hettangiano - (ZU)***

Calcari e calcari marnosi grigio-scuri, compatti, a stratificazione da sottile a massiccia, con locali intercalazioni di marne bruno-nerastre, più raramente di argilliti soprattutto nella porzione inferiore.

- ***Corna - Hettangiano - (COR)***

Calcari di colore bianco-avorio e nocciola chiaro, compatti, stilolitici, in strati e banchi spessi. Localmente ha una facies dolomitica, con dolomie e dolomie calcaree massive, cristalline, di aspetto saccaroide e colore da grigio a bianco, prive di stratificazione.

In alcune zone l'intensa fratturazione ha ridotto l'ammasso roccioso in piccolissimi frammenti che danno origine alla cosiddetta "spolverina", un tempo utilizzata per gli intonaci delle abitazioni e, grazie al suo potere abrasivo, per la pulizia meccanica degli utensili. Segni dell'estrazione della spolverina sono evidenti sopra località Sacca, a quota 410 m s.l.m. circa, a Sassiva, alla Mitria e al Casello.

Questa unità presenta un'alta carsificabilità legata alla purezza dei calcari. La lenta ed inesorabile azione dissolutrice delle acque piovane agisce non solo sulla superficie delle rocce, ma anche in profondità, attraverso la fitta rete di fratture che pervade il massiccio calcareo. Molto diffusi sono quindi i fenomeni carsici che hanno dato origine a numerose grotte, distribuite in tutta l'area di affioramento della formazione, e a doline, che caratterizzano la morfologia superficiale nel settore compreso tra il M. Dragone ed il M. Bonaga, al limite orientale del territorio comunale.

**- Gruppo del Medolo: Calcarea di Gardone Val Trompia (GVT) e Calcarea di Domaro (DOM) - Hettanghiano p.p. (?) – Toarciano basale**

Il “Medolo” è il termine dialettale bresciano con cui si indica una roccia ben stratificata, dalla quale è possibile ricavare piccoli blocchi, detti appunto “medoli”, utilizzabili per opere murarie.

Il Gruppo del Medolo contiene il Calcarea di Gardone Val Trompia e Calcarea di Domaro.

Il Calcarea di Gardone Val Trompia è formato da calcari grigio-nocciola in strati decimetrici, frequentemente selciosi, con interstrati marnoso-argillosi. Alla base dell’unità sono osservabili breccie e megabreccie per lo più della formazione della Corna, localmente dolomitizzate.

Il Calcarea di Domaro è costituito da banchi di calcarea marnoso grigio plumbeo, talora giallognolo all’alterazione, intensamente bioturbato ed attraversato da sottili listarelle discontinue di selce, in alternanza con pacchi di marna scura, frequentemente fossilifera. Caratteristica del Calcarea di Domaro è la presenza di noduli ferruginosi.

**- Formazione di Concesio (CON): Membro inferiore “torbiditico” (“Calcari nocciola “ Auct.) e Membro superiore (“Calcari medoloidi” Autct.) - Dogger**

Il Membro inferiore “torbiditico” è costituito da calciruditi fini e calcareniti di colore bruno – nocciola, riccamente selciose, in banchi e/o strati gradati e laminati di natura torbiditica, contenenti frammenti sia litici che biogeni, intercalati a peliti e calcari marnosi.

Il Membro superiore è caratterizzato da calcari e calcari marnosi grigi, bioturbati e attraversati da sottili listarelle centimetriche di selce, in banchi e strati separati da marne. Si alternano anche strati calcarenitici gradati e corpi ruditici. Alla sommità si riconosce una litozona caratterizzata da strati sottili di calcarea marnoso siliceo di colore variegato tendente al rossastro.

**- Selcifero Lombardo: Radiolariti e Rosso ad aptici - Dogger sup – Malm - (SEL))**

Le formazioni delle «Radiolariti» e del sovrastante «Rosso ad aptici» costituiscono il Gruppo del Selcifero Lombardo.

Le Radiolariti sono composte da selci policrome in strati centimetrici, di colore prevalentemente verdastro nella parte inferiore e rosso nella parte superiore. Localmente si osservano intercalazioni di marne ed argilliti.

Il Rosso ad aptici è formato da calcari marnosi, marne calcaree e marne, spesso silicei, di colore prevalentemente rosso, in banchi a strati, con selce rossastra o talora verdognola per lo più disposta in listarelle. Gli “aptici” sono resti fossili a forma di lamella che costituiscono gli opercoli originari delle ammoniti; alla morte di questi molluschi, l’opercolo si staccava, depositandosi nei fanghi calcarei. Frequentemente si ritrovano gli aptici e non le ammoniti, in quanto essi sono più resistenti.

Il passaggio alla soprastante «Maiolica» è caratterizzato dalla presenza di “calcari variegati”, con tonalità di colore che variano tra il rossiccio ed il verdino, e localmente, da facies brecciate.

- ***Maiolica - Malm sup-Cretaceo inf. - (MAI)***

La «Maiolica» è costituita da calcari pelagici (calcilutiti) biancastri e grigio chiari, in strati ben definiti di spessore da centimetrico a decimetrico, a frattura concoide, attraversati da frequenti suture stilolitiche. In tutta la sequenza sono presenti noduli e liste di selce, di colore chiaro alla base e grigio scure alla sommità. Nella porzione superiore sono visibili interstrati di shales nere, livelli intraformazionali risedimentati e slumpings. La comparsa di questa unità è spesso annunciata da calcari marnosi rosati e verdognoli in strati da centimetrici a decimetrici (“calcari variegati”) che costituiscono l’ultimo influsso delle condizioni di deposizione del sottostante Selcifero.

Dal punto di vista idrogeologico, rocce calcaree e calcareo-marnose affioranti nel settore montuoso possiedono una permeabilità variabile in funzione del grado di fratturazione e del carsismo; localmente, in corrispondenza di zone particolarmente fratturate o interessate da fenomeni carsici, essa può risultare elevata.

La circolazione idrica avviene prevalentemente lungo le superfici di strato e lungo i sistemi di fratturazione della roccia, molto sviluppati soprattutto in prossimità dei lineamenti tettonici principali. Anche i condotti carsici seguono spesso l’andamento delle superfici di strato e le linee tettoniche principali.

Nel territorio di Nave sono presenti numerose sorgenti, alcune delle quali alimentano l’acquedotto comunale.

Generalmente i terreni costituiti dal substrato roccioso possiedono di per sé buone caratteristiche di resistenza intrinseca, anche se talora lo stesso substrato roccioso può risultare piuttosto fratturato. La caratterizzazione geomeccanica di un ammasso roccioso tiene conto di alcuni parametri derivanti dalla natura del litotipo affiorante e dal suo stato di integrità. La stratificazione (massiccia, a banchi, fittamente stratificata, ecc), la presenza di interstrati, lo stato di fratturazione (fasce cataclastiche e milonitizzate) possono determinare nell’ambito della stessa unità litologica variazioni dei parametri di resistenza geomeccanica anche accentuati.

Le proprietà meccaniche di resistenza possono anche diminuire sensibilmente in presenza di fenomeni di circolazione idrica, a causa di fenomeni di alterazione o di fenomeni di carsici.

La presenza del substrato roccioso, diffusamente sub-affiorante, costituisce un elemento determinante ai fini dell'assenza di potenziale amplificazione sismica.

## **2.2. ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE (ZONA 2, 3, 4 E 5)**

L'abitato di Nave si sviluppa in buona parte nella piana del T. Garza e lungo i conoidi che si sviluppano al piede dei versanti settentrionali della valle.

La successione stratigrafica delle unità litologiche in questo ambito è rappresentata dai **terreni di copertura** riferibili al **Quaternario**. Se ne riassumono le caratteristiche principali:

### **- Depositi di conoide (co)**

Sono costituiti da elementi rocciosi di varia pezzatura, a spigoli vivi o parzialmente arrotondati, immersi in una matrice limosa ed argillosa quantitativamente variabile. La frazione limoso-argillosa diventa generalmente predominante nella zona distale del conoide.

### **- Deposito alluvionale (al)**

Si tratta di depositi del T.Garza a composizione mista ghiaioso-sabbiosa-limosa. Nei primi metri di sottosuolo a partire dalla superficie topografica essi presentano una notevole eterogeneità granulometrica; sono frequentemente presenti, infatti, lenti, talora di elevato spessore, di materiali fini argillosi e limosi all'interno dei depositi ghiaiosi e sabbiosi generalmente dominanti.

### **- Falda di detrito (fd)**

E' costituita da elementi clastici prevalentemente di grossa o media pezzatura, a spigoli vivi, provenienti dal versante soprastante.

Frequentemente il detrito stabilizzato in quanto è ricoperto da vegetazione spontanea oppure è coltivato. Laddove il detrito è in attivo accrescimento è stato sovrapposto in carta un apposito simbolo.

### **- Accumulo di frana (fr)**

Si tratta di materiale eterogeneo e con assetto caotico costituito da blocchi e ciottoli lapidei spigolosi immersi in matrice fine prevalentemente limoso-argillosa.

**- Deposito eluvio-colluviale (el)**

Sono costituiti da materiali derivanti dall'alterazione e disfacimento delle formazioni rocciose calcareo-marnose, trasportati e accumulati ad opera delle acque meteoriche nella fascia di raccordo tra i versanti e il fondovalle. Si tratta di materiali generalmente fini (limoso-argillosi) associati a depositi detritici costituiti da ghiaie anche grossolane con clasti a spigoli vivi.

I depositi alluvionali del T. Garza contengono una falda captata da diversi pozzi.

Lo spessore dei depositi alluvionali aumenta passando dalla zona orientale della piana, dove è di circa 50/60 m, alla zona occidentale, dove raggiunge i 70/80 m. Al di sotto dei depositi alluvionali in quasi tutti i pozzi di cui si conosce la stratigrafia è stata rinvenuta roccia calcarea compatta, talora fratturata.

L'acquifero è costituito prevalentemente da depositi ghiaiosi con lenti di conglomerato che si alternano a depositi sabbioso-limoso-argillosi.

La granulometria dei materiali diminuisce globalmente da est verso ovest. All'estremità orientale della piana prevalgono infatti i materiali ghiaioso-sabbiosi, mentre mano a mano ci si sposta verso ovest aumentano le intercalazioni sabbioso-limoso-argillose che nella porzione occidentale della piana possiedono una significativa continuità areale e spessori dell'ordine di diversi metri.

Nella porzione orientale ed in quella centrale della piana la falda è libera, mentre in quella occidentale i livelli argilloso-limosi danno origine a livelli acquiferi semiconfinati o confinati. I pozzi n. 1, n. 2 e n. 14 indicano che inferiormente ai materiali argillosi o argilloso-limosi è presente l'acquifero, rappresentato da depositi prevalentemente ghiaiosi.

Lo spessore dei depositi alluvionali è di circa 80 m in corrispondenza dei pozzi comunali situati in una posizione centrale del fondovalle, mentre si riduce a 20-30 m nei pozzi situati in posizione pedemontana.

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 pertanto influenzate dal

contenuto in frazione argillosa. La presenza d'acqua influisce negativamente sulle caratteristiche di resistenza.

Con riferimento ai caratteri litologici evidenziati per le diverse unità stratigrafiche presenti può essere eseguita una suddivisione con un giudizio di massima da un punto di vista delle caratteristiche di resistenza come segue:

I depositi alluvionali presentano una composizione mista ghiaioso-sabbioso-limoso e sono caratterizzati da una notevole eterogeneità granulometrica, anche se globalmente nella piana di Nave la granulometria dei depositi diminuisce da est verso ovest; di conseguenza in località Mitria prevalgono i materiali ghiaioso-sabbiosi, mentre nella porzione centrale della piana ed in quella occidentale sono frequentemente presenti lenti, talora di elevato spessore, di materiali fini argillosi e limosi alternati a depositi ghiaiosi e sabbiosi.

A sud di Muratello è stata delimitata un'area caratterizzata dalla presenza di depositi lentiformi di limi e argille con frazione ghiaiosa variabile, con caratteristiche geotecniche complessivamente scadenti. Considerando le caratteristiche di discontinuità ed eterogeneità di detti materiali essi possono essere interpretati come depositi di origine alluvionale messi in posto dal Torrente Garza. Non avendo subito fenomeni di consolidazione di un certo rilievo, essi presentano consistenza bassa e, di conseguenza, elevata compressibilità.

I depositi di conoide e quelli eluvio-colluviali, presenti nella fascia pedemontana, possiedono in genere geometrie lenticolari e caratteristiche geotecniche mediocri, localmente scadenti, in relazione alla granulometria dei depositi e alla loro consolidazione.

I livelli sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi, contenuti sia nei depositi di conoide che in quelli eluvio-colluviali, possono contenere piccole falde acquifere alimentate prevalentemente dai circuiti idrici provenienti dai rilievi montuosi. Si sottolinea, infatti, che l'esistenza nei primi metri di sottosuolo di alternanze di livelli poroso-permeabili e di livelli a bassa permeabilità può determinare la formazione di falde idriche sospese influenzate dall'andamento pluviometrico, soprattutto nella fascia pedemontana, dove sono presenti circuiti idrici provenienti dal settore montuoso.

Gli **effetti di amplificazione sismica locale o di sito** sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che il terremoto di riferimento, relativo al *bedrock*, può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Gli effetti di amplificazione litologiche si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche. Tali



condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

Nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (Zone 2-3-4-5) si è operata una differenziazione principalmente in base alla profondità del *bedrock*, alle caratteristiche della successione stratigrafica delle coperture e alla presenza di materiali di riporto su substrati differenti.

La zona 2 è rappresentativa dei depositi alluvionali di fondovalle, mentre la zona 3 rappresenta i depositi pedecollinari eluvio-colluviali e di conoide.

In zona 4 sono inserite le due aree con materiali riportati presenti nella porzione sud-occidentale del territorio comunale.

La zona 5 (a sud di Muratello) rappresenta i depositi alluvionali di fondovalle caratterizzati dalla presenza di materiali lentiformi limoso-argillosi con frazione ghiaiosa variabile.

## **2.3. ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITÀ**

### **2.3.1 Instabilità di versante**

La presenza, nel settore montano, del substrato roccioso diffusamente subaffiorante, costituisce nel complesso un elemento favorevole nei confronti dei fenomeni di dissesto.

I dissesti rilevati sul territorio del comune di Nave sono riferibili generalmente a scivolamenti traslazionali, verificatisi nelle zone ove la coltre detritica assume spessori considerevoli, oppure a crolli di elementi rocciosi da pareti ad elevata pendenza, impostate in litotipi calcarei con elevato grado di fratturazione.

Gran parte del territorio risulta comunque ricoperto da depositi eluvio-colluviali di limitato spessore e da una copertura boschiva ben sviluppata. Questo contribuisce a limitare lo sviluppo dei fenomeni di dissesto.

Tra i **fenomeni attivi** si segnala il dissesto posto lungo la scarpata situata in sponda sinistra del T. Garza in località al Vo. L'area instabile è compresa tra il T.Garza, la cartiera e la strada privata che collega la cartiera con l'abitazione situata a quota 296.

Altre aree in dissesto attivo per la possibilità di distacco di massi o frammenti rocciosi sono state individuate in corrispondenza di pareti rocciose o di porzioni di versante con substrato roccioso affiorante, molto ripidi e poco protetti dalla vegetazione, come ad esempio lungo i versanti meridionale e orientale del M. Montecca.

In località Pozza (Cortine di Nave) è presente un corpo di frana che interessa Villa Zanardelli, posta in corrispondenza del piede della frana. Il corpo della frana è imbibito d'acqua, come dimostrato dalle acque che fuoriescono al piede della frana, a lato dell'edificio. Sulla base delle osservazioni effettuate si ritiene di considerare la frana quiescente.

In località Sacca sono state individuate due frane di dimensioni significative, ritenute **quiescenti**. Sempre in località Sacca sono presenti altre frane di scivolamento di piccole dimensioni, considerate quiescenti.

Pure quiescente è considerata la frana che nel 1993 ha interessato un tratto della strada privata Faidana-Poffe nei pressi di C.na Cocca.

In località S. Carlo, al confine con il comune di Caino è stata cartografata un grosso corpo di frana che sembrerebbe stabilizzato. Tuttavia, considerata la presenza di acqua al suo interno, è stato classificato come quiescente.

Lungo le pendici del monte Bonaga sono stati individuati alcuni corpi di frana di grosse dimensioni. Il più esteso è quello staccatosi da una nicchia ancora parzialmente visibile poco sotto il crinale del M. Bonaga e che occupa un vasto settore del versante nella zona della Fratta di Compiano; esso è stato considerato quiescente. Gli altri due accumuli, situati ai piedi del versante, sono invece considerati **stabilizzati**.

Le aree così individuate sono state inserite negli scenari di **instabilità di versante (FR)**, rispettivamente **attivo, quiescente e inattivo**.

### **2.3.2. Faglie Attive e Capaci**

Il substrato roccioso è interessato nel territorio di Nave da alcuni lineamenti tettonici derivanti dalla reazione dei litotipi calcareo-marnosi agli sforzi prevalentemente compressivi ai quali sono stati sottoposti nel corso del tempo.

Le strutture sono di diverso tipo poiché i litotipi presentano un comportamento rigido o plastico a seconda delle caratteristiche dei materiali e del livello di sforzo cui sono stati

sottoposti. Si sono così generate pieghe a piccola o media scala, visibili soprattutto nei litotipi appartenenti al Medolo e alla Formazione di Concesio, e faglie, in genere di importanza locale.

L'elemento tettonico più importante è rappresentato dalla Linea di Bovezzo - M. Montecca che in Val Listrea presenta i caratteri di un accavallamento, mentre nei pressi di Bovezzo sembra essere assimilabile ad una faglia verticale.

Nei pressi della Val Listrea l'accavallamento di cui sopra mette in contatto il Calcere di Zu con la Corna ed il Medolo; esso si sarebbe impostato in corrispondenza di un orizzonte plastico costituito da argilliti marnose appartenenti alla formazione dell'Argillite di Riva di Solto, di cui sono visibili limitati affioramenti in località Piezze.

In prossimità della Linea di Bovezzo - M. Montecca la Corna è molto fratturata e localmente si notano estese fasce cataclasate in corrispondenza delle quali la roccia assume un aspetto farinoso.

La porzione orientale del territorio è interessata anche dalle linee appartenenti al sistema del M. Doppo, ad andamento NW-SE.

La porzione sud-orientale, in prossimità del M. Salena, è parzialmente interessata dal sovrascorrimento che delimita verso nord la sinclinale di San Gallo.

Queste faglie sono riportate nel catalogo ITHACA (**I**taly **H**Azard from **C**Apable faults) che raccoglie le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie.

Tuttavia tale catalogo risulta basato su dati bibliografici non aggiornati rispetto agli studi più recenti (si tratta di pubblicazioni risalenti agli anni '80 fino ai primi anni '90).

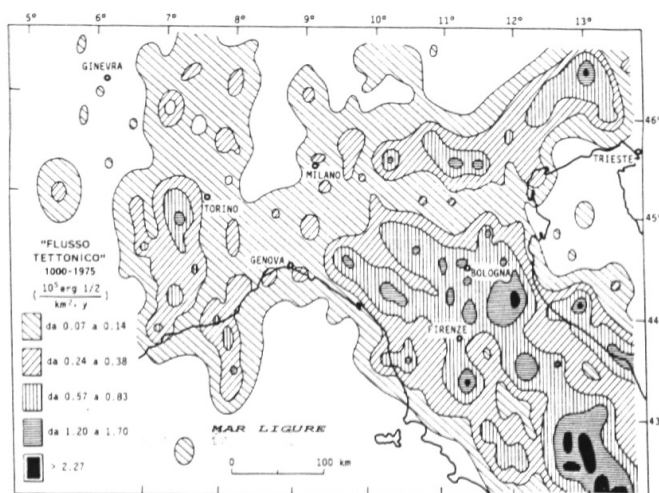
A scala più ampia in questo settore, che ricade nell'area padana e lungo il bordo sudalpino centrale, i lineamenti tettonici sono riconducibili a diversi sistemi regionali che generano complessi campi tensionali. Nel settore settentrionale della pianura è presente il sistema di sovrascorrimenti S-vergenti che costituiscono la continuazione in pianura delle Prealpi Lombarde. Nella fascia meridionale si ha invece un pronunciato sistema di embricazione N-vergente che costituisce l'avanfossa essenzialmente pliocenica dell'Appennino settentrionale. I due sistemi entrano in collisione nella parte mediana della pianura; il fronte settentrionale è inquadrabile all'interno dei sistemi di deformazione del

Miocene medio-superiore, quello meridionale è essenzialmente pliocenico. A partire dalla fine del Pleistocene inf. entrambi i margini del Bacino Padano sono in sollevamento in seguito alla formazione di un bacino flessurale più simmetrico.

Dalla sponda occidentale del Garda fino ai dintorni di Brescia (ambito in cui si inserisce il territorio di Nave), le strutture di maggiore risalto morfo-strutturale sono quelle NNE-SSW del Sistema delle Giudicarie, nonché le più antiche linee ad orientamento dinarico (NW-SE) e valsuganese-orobico (circa E-W), talora riattivate. **Le strutture distensive più recenti sembrano essere attribuibili in ogni caso alle fasi di sollevamento plio-pleistocenico, con direzioni prevalenti NE-SW e NW-SE.**

La localizzazione dell'attività sismica nelle Prealpi si concentra lungo il margine della pianura e nelle fasce immediatamente adiacenti la zona pedemontana, propagandosi da questa verso N, nella zona gardesana (vedi Figura 1).

Al contrario, la zona del nucleo della catena, del massiccio dell'Adamello, la zona del Lineamento Insubrico sono totalmente prive di attività sismica significativa e ancor meno sono attivi i nuclei strutturali più interni della catena nordalpina adiacente.



**Figura 1** – “Flusso tettonico” medio (energia prodotta dai terremoti che attraversa l'unità di superficie nell'unità di tempo), valutato per gli ultimi 1000 anni nell'Italia settentrionale e in Lombardia. (Cattaneo et al., 1978)

La più importante area tettonica “sorgente” è rappresentata dall'area tirrenica e dalla zona appenninica interna, che sono state sottoposte a processi distensivi dal Miocene superiore in

poi. A questa si associa lo spostamento della placca africana verso N al ritmo di circa 1 cm/anno.

L'effetto di questi due meccanismi si esprime soprattutto lungo i limiti dei grandi domini morfostrutturali, come la zona pedemontana compresa tra la Pianura Padana e le Prealpi.

Secondo alcuni autori la localizzazione morfostrutturale dell'area padana rispetto al campo tensionale residuo in atto sarebbe dunque la causa principale della sismicità di queste zone. Più recentemente la relativamente elevata sismicità del territorio bresciano è stata interpretata come indicativa di una consistente attività neotettonica nella zona. Pur mancando uno studio che ricostruisca su vasta scala e in maniera soddisfacente i movimenti neotettonici nell'area bresciana, alcuni lavori di dettaglio permettono di delineare un primo quadro interpretativo.

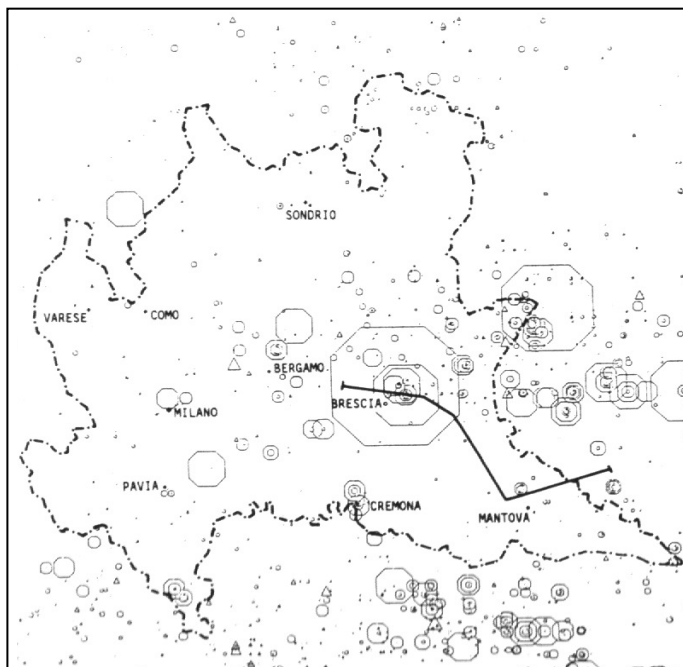
In particolare la corrispondenza e la connessione tra le strutture geologiche e le zone sismicamente attive dimostrerebbero come siano ancora in atto movimenti tettonici connessi all'orogenesi alpina. Molti autori ritengono infatti che la maggior parte delle superfici tettoniche segnalate nella letteratura geologica rivestano un'elevata e significativa importanza nel quadro sismotettonico generale. Ciò è confermato dall'ubicazione degli ipocentri sismici del bresciano, posti in corrispondenza della parte più pellicolare della crosta (tra i 5 e i 15 km).

Oltre ai movimenti lineari che si possono verificare lungo superfici di discontinuità preesistenti e che portano a classificare le faglie e le superfici tettoniche come attive, si sviluppano anche movimenti areali di carattere neotettonico.

A tal proposito le strutture delineatesi a partire dal Pleistocene inf. possono costituire una sorgente sismogenetica, lungo le più recenti direzioni NE-SW e NW-SE o riattivando i sistemi già delineatisi nel neogene, riutilizzando le antiche superfici di sovrascorrimento e i loro frequenti svincoli trasversali.

I dati di letteratura attribuiscono ai sistemi distensivi descritti una valenza superficiale, non superando i 10 km di profondità. E' possibile che a livelli strutturali più profondi l'edificio della catena sia ancora influenzato da processi collisionali subduttivi. Sebbene sia ritenuta possibile la coesistenza di eventi sismici con caratteri compressivi in profondità che passino a sismi legati a distensione in superficie, non è stato tuttora elaborato un modello geodinamico che tenga conto in modo soddisfacente della coesistenza tra contrazione e distensione.

L'area bresciana, maggiormente attiva dal punto di vista sismico, è stata interessata in epoca storica a partire dall'anno 1000 da eventi sismici, riportati nel catalogo del C.N.R. (vedi Tabella 1). In particolare si segnalano eventi sismici con epicentro nel bresciano ovvero i cui effetti si sono risentiti nel territorio.



**Figura 2** – *Terremoti segnalati in Lombardia dall'anno 1000 al 1984. La dimensione del poligono è proporzionale alla magnitudo dei sismi. (tratto da A.A.V.V. "Guide Geologiche Regionali -Alpi e Prealpi Lombarde-11 itinerari", 1990)*

Il terremoto di magnitudo più elevata è segnalato nel 1222 ( $M=6.8$ , attualmente oggetto di revisione) con epicentro nel bresciano; nel secolo scorso sono i terremoti con epicentro a Salò che hanno fatto segnare i valori di magnitudo più elevati (1901  $M=4.9$  e 1932  $M=5.2$ ). Si segnala il terremoto con epicentro a Gussago (1894  $M=4.7$ ).

Le aree più frequentemente interessate da eventi sismici, come illustrato in Figura 2, sono quella gardesana e della città di Brescia. Terremoti con effetti significativi anche nell'area bresciana possiedono epicentro prevalentemente nel veronese. Anche l'evento sismico localizzati in Friuli e quelli recenti nella regione dinarica hanno prodotto un certo risentimento nell'area bresciana.

## I. Eventi sismici inclusi nel Cat. C.N.R., con epicentro nel Bresciano

Anno	M	G	H	'	"	Lat.	Long.	I	M	Tav.Igm	Epicentro
1064	4	11	-	-	-	45°32'	10°12'	VIII	5.2	47 IV SE	Travagliato
1964	4	11	11	-	-	45°30'	10°15'	VII	4.7	47 II NO	Castenedolo
1197	-	-	-	-	-	45°32'	10°14'	IX	5.7	47 I SO	Bresciano
1222	12	25	11	-	-	45°32'	10°12'	XI	6.8	47 IV SE	Bresciano
1249	7	25	2	-	-	45°30'	9°15'	VII	4.7	45 II NO	Lombardia
1471	8	15	21	-	-	45°32'	10°13'	VI	4.1	47 I SO	Brescia
1471	-	-	-	-	-	45°32'	10°13'	V/VI	3.9	47 I SO	Brescia
1540	9	1	-	-	-	45°32'	10°13'	VI	4.1	47 I SO	Brescia
1799	27	3	-	-	-	45°10'	10°30'	V	3.6	48 III NO	Desenzano
1799	5	29	19	-	-	45°10'	10°30'	VI/VII	4.4	48 III NO	Desenzano
1839	8	9	8	45	-	45°30'	10°10'	VI	4.1	47 III NE	Bagnolo Mella
1857	1	31	18	10	-	45°45'	10°28'	V	3.6	35 III SO	Idro
1857	2	1	23	12	-	45°45'	10°28'	VII	4.7	35 III SO	Idro
1879	1	7	-	-	-	45°42'	10°40'	V	3.6	35 III SE	Gargnano
1879	1	14	6	45	-	45°42'	10°40'	VII	4.7	35 III SE	Gargnano
1879	1	14	6	50	-	45°42'	10°40'	V/VI	3.9	35 III SE	Gargnano
1879	1	14	6	55	-	45°42'	10°40'	VII	4.7	35 III SE	Gargnano
1879	1	26	-	-	-	45°42'	10°40'	V	3.6	35 III SE	Gargnano
1879	3	-	-	-	-	45°42'	10°40'	V	3.6	35 III SE	Gargnano
1879	4	-	-	-	-	45°42'	10°40'	V	3.6	35 III SE	Gargnano
1879	6	-	-	-	-	45°42'	10°40'	V	3.6	35 III SE	Gargnano
1887	10	1	-	-	-	45°45'	10°45'	VII	4.7	35 II SO	Tremosine
1894	11	27	5	7	55	45°38'	10°6'	VII	4.7	47 IV NE	Gussago
1897	5	20	0	1	-	45°36'	10°31'	IV/V	3.3	48 IV NO	Salò
1898	11	16	13	53	0	45°36'	10°31'	VI	4.1	48 IV NO	Salò
1900	1	18	17	15	-	45°33'	10°27'	IV/V	3.3	47 I SE	Bedizzole
1900	3	11	21	-	-	45°50'	10°29'	V/VI	3.9	35 III NO	Bagolino
1901	10	30	14	49	58	45°36'	10°31'	VII/VIII	4.9	48 IV NO	Salò
1901	11	8	16	40	-	45°36'	10°25'	IV/V	3.3	47 I NE	Gavardo
1903	5	29	7	30	-	45°42'	10°40'	V/VI	3.9	35 III SE	Gargnano
1904	7	3	6	7	20	45°38'	10°2'	V	3.6	45 IV NO	Iseo
1905	12	6	19	30	-	45°50'	10°28'	IV/V	3.3	35 III NO	Bagolino
1905	12	10	-	-	-	45°55'	10°10'	VII	4.7	34 I NO	Breno
1909	6	3	0	49	3	45°42'	10°34'	V	3.6	35 III SO	Idro
1916	9	25	23	45	-	45°36'	10°31'	IV/V	3.3	48 IV NO	Salò
1918	7	19	19	3	-	45°36'	10°31'	IV	3.1	48 IV NO	Salò
1919	11	23	1	50	-	45°33'	10°15'	IV/V	3.3	47 I SO	Brescia
1931	4	14	22	12	52	45°48'	10°24'	VI/VII	4.5	34 II NE	Collio
1932	2	19	12	57	11	45°36'	10°30'	VIII	5.2	48 IV NO	Salò
1932	2	20	5	3	9	45°30'	10°30'	V	3.6	48 III NO	Desenzano
1934	3	23	1	46	50	45°48'	10°6'	V/VI	4.3	34 III NE	Pisogne
1936	10	18	2	50	-	45°36'	10°31'	IV/V	3.3	48 IV NO	Salò
1947	12	25	20	42	34	45°42'	10°12'	VI	4.1	34 III SE	Gardone V.T.
1950	11	2	16	51	12	45°47'	10°40'	V	3.6	35 III NE	Valvestino
1951	2	25	1	51	54	45°56'	10°17'	IV/V	3.3	34 I NO	Breno
1952	5	3	20	56	45	45°30'	10°24'	V	3.6	47 II NE	Calcinato
1964	7	23	3	54	48	45°54'	10°12'	V	3.6	34 IV SE	Darfo-Boario
1970	1	3	23	44	19	45°28'	10°9'	?	3.6	47 III NE	Bagnolo Mella
1970	4	19	18	16	32	45°39'	10°27'	VI	4.1	47 I NE	Gavardo
1974	5	19	13	20	12	45°36'	10°18'	IV/V	3.3	47 I NO	Lumezzane

Tabella 1 – Eventi sismici inclusi nel Cat. C.N.R. con epicentro nel Bresciano fino al 1985

Più di recente si sono verificati altri eventi, seppure di magnitudo non elevata, con epicentro nel Bresciano (Area sebina e area gardesana meridionale). Si segnala infine per intensità l'evento sismico verificatosi il 24/11/04, con magnitudo 5.2 e con epicentro nell'immediato entroterra di Salò.

Stando ai dati del database ITHACA, le faglie che fanno riferimento al sistema del M. Doppo e al sovrascorrimento di S. Gallo potrebbero essere considerate attive in quanto sembra abbiano registrato movimenti in età più recente rispetto ai 40.000 anni indicati negli ICMS.

La Linea Bovezzo - M. Montecca (citata come "Nave-Gussago" nel data base ITHACA) potrebbe invece non aver registrato movimenti in tempi più recenti rispetto ai 40.000 anni indicati negli ICMS al fine di individuare le cosiddette "Faglie Capaci".

## **2.4. FORME DI SUPERFICIE E FORME/ELEMENTI SEPOLTI**

### **2.4.1 Forme di superficie**

Gli effetti di amplificazione sismica locale o di sito sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che il terremoto di riferimento, relativo al *bedrock*, può subire a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali ed in particolare per gli effetti di **amplificazione topografica**.

Gli effetti di amplificazione topografica si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale.

Sono state individuate, oltre ai picchi, le principali creste montuose e le scarpate con altezza maggiore di 10 m.

Mediante l'esecuzione di numerose sezioni topografiche entro il settore montano e pedemontano sono stati individuati alcuni **scenari di cresta e picco isolato** in grado di provocare fenomeni di amplificazione maggiori rispetto al livello di sicurezza prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

Sono indicati inoltre i conoidi alluvionali con apposito sovra simbolo.

### **2.4.2 Forme/Elementi sepolti**

I criteri contenuti negli ICMS richiedono l'individuazione di forme e/o elementi sepolti all'interno del territorio studiato. Purtroppo per il territorio di Nave non sono disponibili sufficienti dati relativi alla profondità ed alle geometrie del substrato roccioso.



In particolare si hanno alcune informazioni derivanti da pozzi per acqua posizionati verso il centro della valle (vedi sezione litostratigrafica su Tav. 1 MOPS), ma nulla si sa riguardo ai rapporti tra substrato e copertura spostandosi verso i bordi della valle.

Le uniche forme note e rilevabili sono quelle legate al carsismo (aree con cavità sepolte).

Nel territorio di Nave sono particolarmente sviluppate le **forme carsiche**. Infatti gli estesi affioramenti di rocce calcaree presenti hanno favorito l'evoluzione di cavità sotterranee che si concentrano soprattutto nelle zone ove il substrato è costituito dalla Corna, roccia altamente solubile in acqua e, in subordine, dai litotipi calcarei appartenenti al Medolo.

Lungo il bordo orientale del territorio comunale è presente una fascia caratterizzata dalla presenza di fenomeni carsici di superficie (epigei), quali doline, campi solcati, vaschette di corrosione, scannellature. Quest'area, indicata nella Carta di inquadramento geologico e geomorfologico (Tav. 1), è delimitata a nord dal crinale che collega il M. Dragone con il Dosso del Lupo, a est dal limite comunale che coincide con il confine della Riserva Naturale dell'Altopiano di Cariadeghe, a sud dal M. Bonaga e dalla parete rocciosa della Costa Sabion. Verso ovest il limite è meno netto e corre lungo i versanti occidentali dei monti sopra citati, tra le isoipse 900 e 1.050.

Si tratta di un'area che dal punto di vista morfologico appartiene all'Altopiano di Serle-Cariadeghe e ne costituisce l'estremità occidentale

Nel resto del territorio di Nave sono invece presenti fenomeni carsici profondi o ipogei, rappresentati da cavità sotterranee.

Le grotte censite nel territorio di Nave sono rappresentate sulla Carta di inquadramento geologico e geomorfologico (Tav. 1) con numerazione tratta dal Catasto delle Grotte della Lombardia, redatto dalla Società Speleologica Italiana ed aggiornato con l'aiuto della "Carta delle Grotte e delle Sorgenti delle Prealpi Bresciane", prodotta in scala 1:50.000 dalla Società Speleologica Bresciana e dall'Azienda Servizi Municipalizzati di Brescia.

Brescia, maggio 2012

Dott. Geol. Laura Ziliani

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli