

Regione  
Emilia-Romagna



Provincia  
di Parma

**COMUNE DI SALSOMAGGIORE TERME**



**PIANO OPERATIVO  
COMUNALE**

*con effetto di P.U.A.*

**PROGETTO**

**SINDACO**

Massimo Tedeschi

**ASSESSORE ALL' URBANISTICA**

Maria Pia Bariggi

**SEGRETARIO E  
DIRETTORE GENERALE**

Cristina Praticelli

**SETTORE III°  
TERRITORIO E INFRASTRUTTURE**

Rossano Varazzani  
Maria Grazia Chiusa

**PROGETTISTI INCARICATI**

Gianfranco Pagliettini  
Luca Pagliettini

**COLLABORATORI**

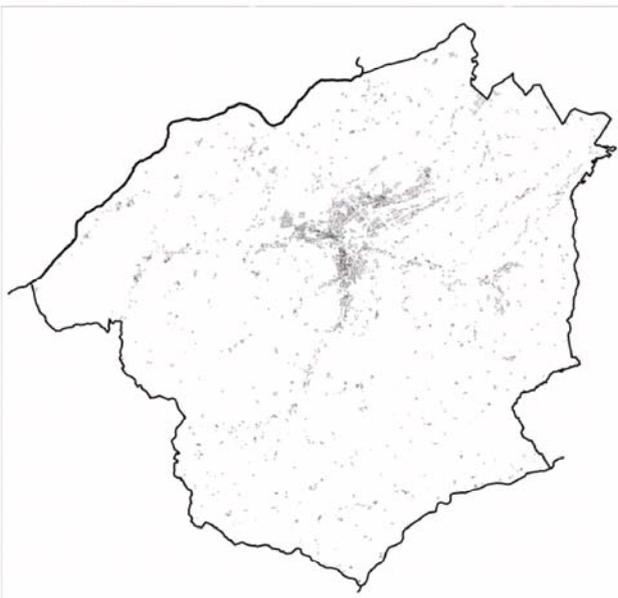
Elena Maestri  
Daniela Olzi  
Mina Rossi

**RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

Adozione C.C. n. 51 del 05.08.2008

Approvazione C.C. n. 5 del 05.03.2009

Codice tavola



Elaborato da:

dr. geol.  
**GIANLUCA CANTARELLI**

Scala

Data

LOCALIZZAZIONE: Marzano (area 22)

Luglio 2008

**DOTT. GIANLUCA CANTARELLI**  
**GEOLOGO**

Provincia di Parma

Comune di Salsomaggiore T.

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA**  
**INERENTE L'INSERIMENTO. DI UN'AREA**  
**UBICATA IN LOC. MARZANO NEL NUOVO P.O.C DEL COMUNE DI**  
**SALSOMAGGIORE T.**  
**(P.S.C. OSSERVAZIONE N° 309 – PROT. 309 )**

COMMITTENTE: SIG. ORETTI GIUSEPPE



Salsomaggiore T. Aprile 2008

**Dott. Gianluca Cantarelli**

**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.

Tel. 0524-571012

Studio: Via Malpeli 2, Fidenza

Tel .0524 - 533356

## 1.- PREMESSA

Ad integrazione dell'indagine geologico-tecnica eseguita su di un'area, ubicata in Comune di Salsomaggiore T., loc. Marzano Chiesa, in sede di richiesta di classificazione urbanistica nell'ambito del nuovo P.S.C. del Comune di Salsomaggiore Terme, è stata eseguita un'indagine sismica per la caratterizzazione dei terreni di fondazione in conformità con quanto previsto dal D.M.14 Settembre 2005 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" con particolare riferimento al capitolo 7 "*Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce, per gli interventi nei terreni e per la sicurezza dei pendii*"; nonché con riferimento all'Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" che ha inserito il territorio comunale di Salsomaggiore T. nella classe 3 della nuova classificazione.

Cartograficamente l'area è compresa entro gli elementi n° 181162 "Salsomaggiore T." e n° 181163 "Cangelasio" della Carta Tecnica Regionale dell'Emilia Romagna alla scala 1:5000 (fig.1).

Catastalmente l'area è compresa nel mappale n° 254 del F° 44 della Carta Catastale del Comune di Salsomaggiore T. (Fig. 2)

L'area si sviluppa lungo la strada Comunale di Marzano, tra il cimitero e la vecchia chiesa lungo il crinale che separa la valle del T. Citronia, dal bacino del Rio Volta.

## 2 - CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

L'area studiata è ubicata a sud dell'abitato di Salsomaggiore, su di un crinale tra la valle del T Citronia ad Ovest, e quella del Rio Volta ad Est.

L' area è ubicata in prossimità del crinale, lungo un piccolo dosso allungato verso Ovest alla sommità del versante destro della valle del T. Citronia.

Si tratta di un versante con acclività ridotta, (8 % circa) che presenta ondulazioni caratteristiche di lenti movimenti gravitativi a carico della copertura detritica più superficiale interessato, nella sua parte mediana e inferiore, da un vasta area di frana quiescente; tuttavia la fascia sommitale, sulla quale sorgono anche gli edifici esistenti, non presenta evidenza di dissesti in atto, come era testimoniato dal buono stato di conservazione dei fabbricati principali, abitazione e stalla, appartenenti al vecchio nucleo abitato.

Geologicamente la zona è ubicata in prossimità del contatto, di tipo tettonico, tra i terreni alloctoni di origine liguride dell'Eocene medio (Flysch di M. Sporno) e la terminazione occidentale della struttura miocenica di Salsomaggiore costituita da marne sabbiose grigio-azzurre.

In particolare l'area studiata insiste su terreni costituiti da marne argillose grigio verdastre con sottili intercalazioni di arenaria fine, riferibili alla Formazione del Flysch di M, Sporno - membro marnoso (Fsp' ) della Carta Geologica della Provincia di Parma e zone limitrofe 1:100.000).

Questa Formazione è mascherata da una copertura detritica prevalentemente argillosa, derivata da fenomeni di degradazione in situ del substrato, di spessore variabile da un minimo di 3.50 m circa in prossimità del crinale (P1) ad un massimo di 4.00 m circa nella zona più a valle (P2); nella parte più prossima alla strada la presenza di riporti recenti dello spessore di circa 1.00 – 1.50 m maschera lo spessore reale della copertura.

### **3 - CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE**

In riferimento a quanto previsto dal D.M.14 Settembre 2005 “*Norme Tecniche per le Costruzioni*” che integra l’Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" che ha inserito il territorio comunale di Salsomaggiore T. nella classe 3, (equivalente alla III categoria di cui alla Normativa precedente ( $S = 6$ )) si è provveduto alla caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione dell'intervento in progetto come indicato nell'Allegato 2 par.3.1. dell’Ordinanza citata.

Si è pertanto provveduto ad eseguire una misura delle onde di taglio S mediate metodologia sismica passiva con misura di Rumore Sismico Passivo (Microtremori) per la stima della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_s$  e la frequenza di risonanza dei terreni e pertanto consentire una microzonizzazione sismica dell’area, la definizione della categoria di suolo dell’area oggetto di interventi di consolidamento.

#### SISMICA PASSIVA

La sismica passiva si basa sulla misura dei microtremori che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine) e artificiali (attività antropiche).

Lo strumento utilizzato per tali misurazioni è il tromografo “Tromino”, si tratta di un sismografo di dimensioni molto contenute che contiene tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri), un ampio range frequenziale (0,1 – 256 Hz) e il sistema GPS integrato.

Il metodo di indagine utilizzato è quello a stazione singola dei rapporti spettrali (HVSR).

#### METODO HVSR

Il metodo HVSR consiste nello studio del rapporto spettrale tra la componente orizzontale del rumore e quella verticale (H/V spectrum). Il valore di tale rapporto è direttamente correlato con la frequenza di risonanza determinata dal passaggio tra due strati con una differenza significativa del contrasto di impedenza (velocità delle onde e densità del materiale).

Considerando due strati con differente impedenza acustica, la frequenza di risonanza è legata allo spessore e alla velocità delle onde di taglio  $V_s$  del primo strato dalla seguente relazione:

$$f_r = V_{s1} / 4 h$$

$V_{s1}$  =velocità delle onde S del primo strato

$h$  = spessore primo strato

L' HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli. Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere in linea di principio usato come strumento stratigrafico.

Di seguito si riportano i risultati del rilievo:

Loc: Marzano Chiesa

Start recording: 07/04/08 16:54:25 End recording: 07/04/08 17:04:26

GPS location: 009°57.5779 E, 44°48.2785 N (293.2 m)

UTC time (synchronized to the first recording sample): 14:32:19 + 0 samples

Satellite no.: 06

Trace length: 0h10'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling frequency: 128 Hz

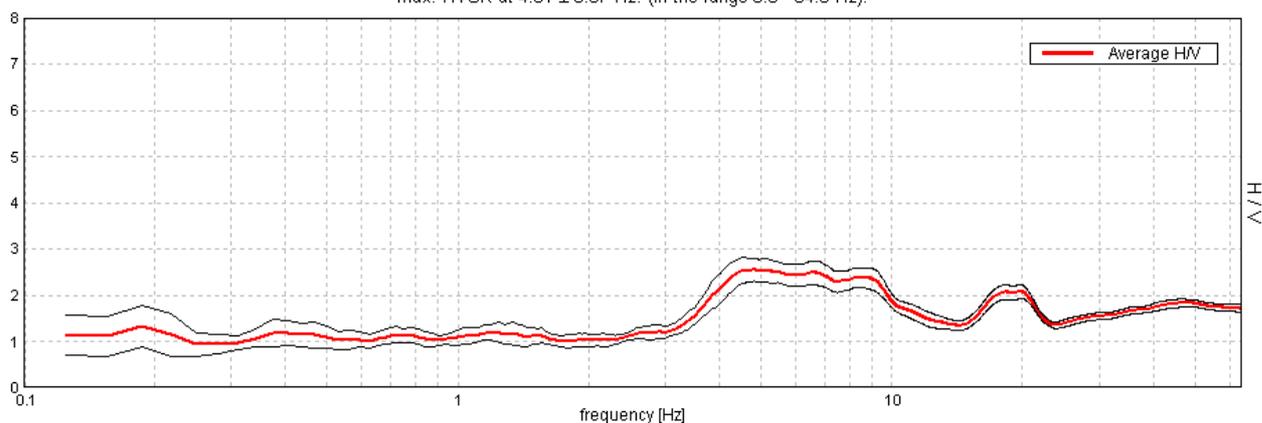
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

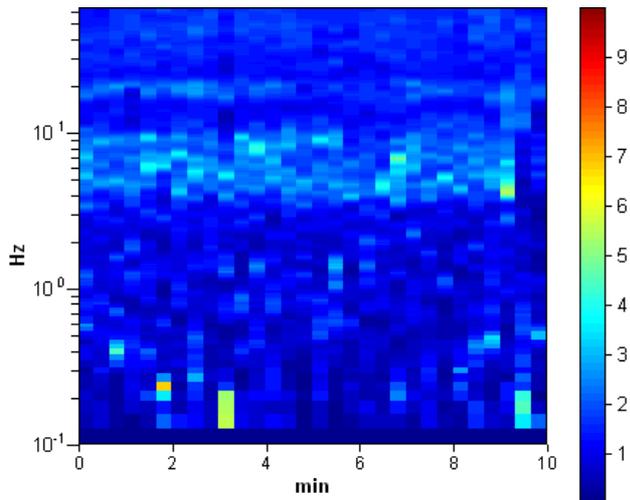
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

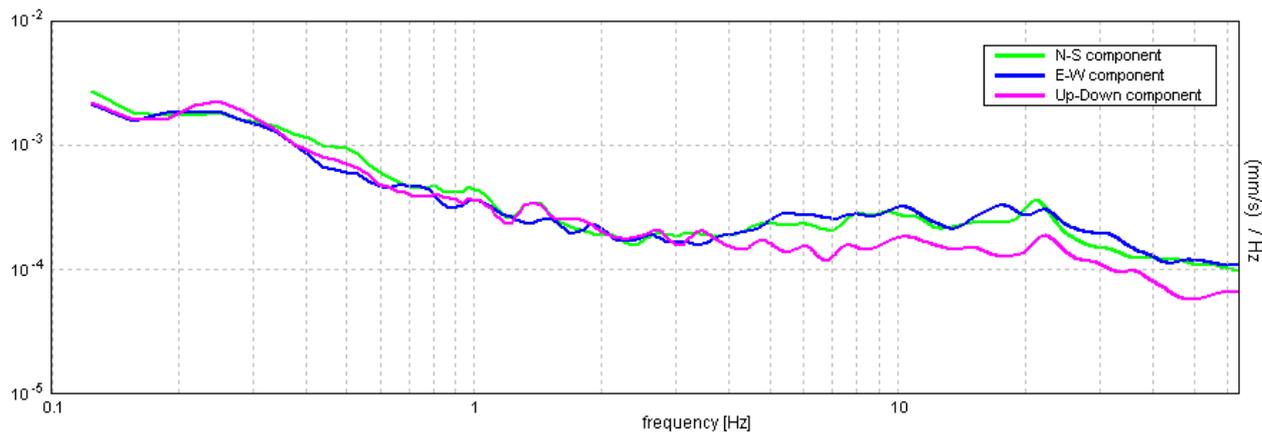
Max. HVSR at  $4.81 \pm 0.67$  Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

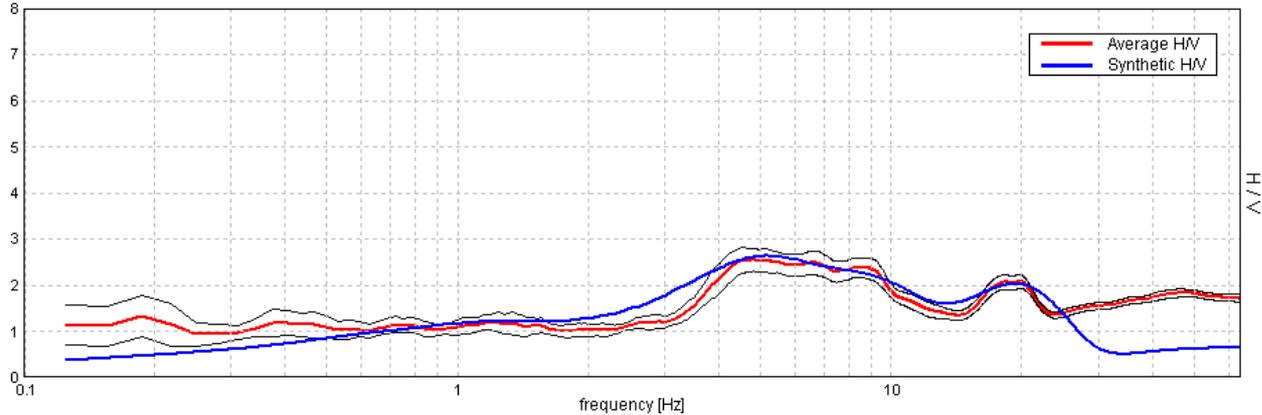


**SINGLE COMPONENT SPECTRA**



**EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V**

Max. HVSR at  $4.81 \pm 0.67$  Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



**Depth at the bottom of the layer**

**Thickness [m]**

**Vs [m/s]**

**Dott. Gianluca Cantarelli**

**Geologo**

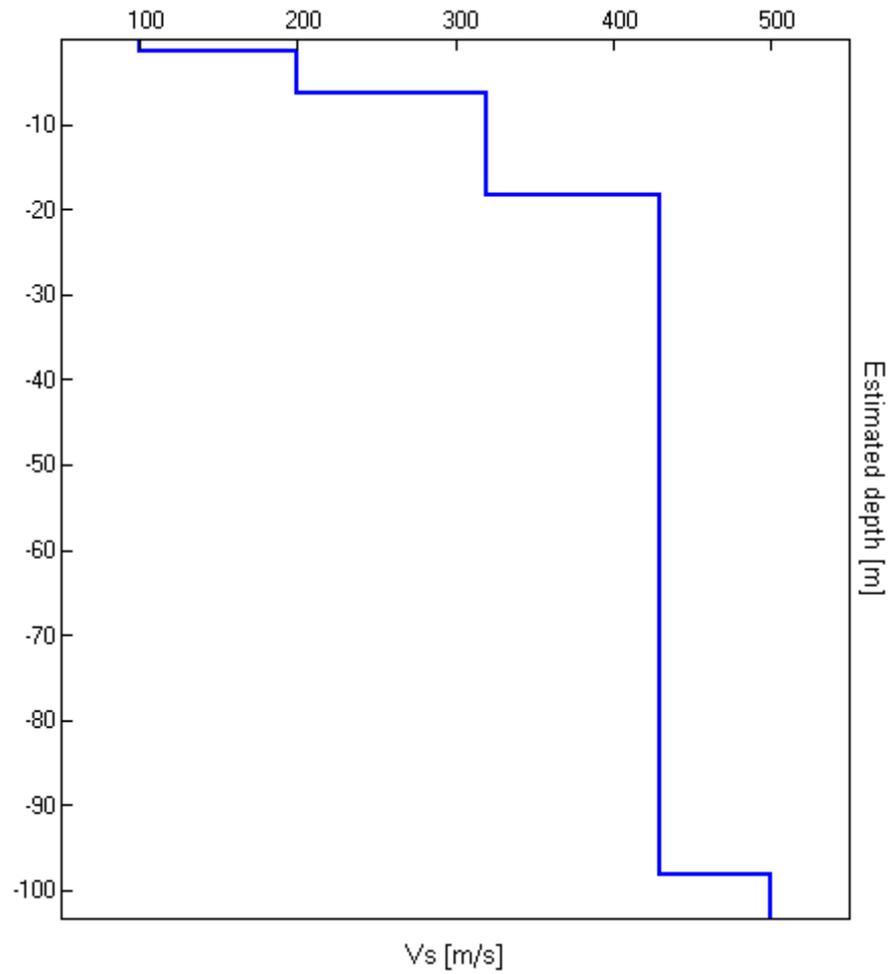
Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.

Tel. 0524-571012

Studio: Via Malpeli 2, Fidenza

Tel .0524 - 533356

[m]		
1.30	1.30	100
6.30	5.00	200
18.30	12.00	320
98.30	80.00	430
inf.	inf.	500



**Velocità media  $V_{s30}$  : 292 m/s**

Max. HVSR at  $4.81 \pm 0.67$  Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

### Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.81 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2887.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 232 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.156 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.55 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06644  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.31973 < 0.24063$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1184 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE (Ordinanza PCM n. 3274/03)

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è necessaria pertanto la classificazione dei terreni compresi tra il piano di imposta delle future fondazioni ed un substrato rigido di riferimento (bedrock): la classificazione può essere basata sulla stima, nei primi 30 m di profondità dal piano di posa delle fondazioni dei valori:

della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_s$  (procedura consigliata);

di  $N_{spt}$ ;

di  $C_u$ .

mediante descrizione litostratigrafica.

Quindi si è cercato di individuare all'interno di 7 diversi tipi di sottosuolo, di cui i primi 5 sono identificati con le lettere da A ad E, e gli altri due come S1 ed S2, quello peculiare dell'area.

Per ciascuno di essi sono sinteticamente descritti i profili stratigrafici, ed i valori di specifici parametri meccanici, così come riportato, nella versione originale in inglese dell'Eurocodice-8, in Tabella 1.

Tab. 1 – Tipi di sottosuolo

Ground Type	Description of stratigraphic profile	Parameters		
		$V_{s,30}$ (m/s)	$N_{60}$ (blows/30cm)	$c_u$ (kPa)
A	Rock or other rock-like geological formation, including at most 5 m of weaker material at the surface	> 800	-	-
B	Deposits of very dense sand, gravel, or very stiff clay, at least several tens of m in thickness, characterised by a gradual increase of mechanical properties with depth	360 – 800	> 50	> 250
C	Deep deposits of dense or mediumdense sand, gravel or stiff clay with thickness from several tens to many hundreds of m	180 – 360	15 - 50	70 - 250
D	Deposits of loose-to-medium cohesionless soil (with or without some soft cohesive layers), or of predominantly soft-to-firm cohesive soil	< 180	< 15	< 70
E	A soil profile consisting of a surface alluvium layer with $V_{s,30}$ values of type C or D and thickness varying between about 5 m and 20 m, underlain by stiffer material with $V_{s,30} > 800$ m/s			
S1	Deposits consisting – or containing a layer at least 10 m thick – of soft clays/silts with high plasticity index ( $PI > 40$ ) and high water content	< 100 (indicative)	-	10 – 20
S2	Deposits of liquefiable soils, of sensitive clays, or any other soil profile not included in types A –E or S1			

**Dott. Gianluca Cantarelli**

**Geologo**

Via Monte Grappa, 4 -43039 Salsomaggiore T.

Tel. 0524-571012

Studio: Via Malpeli 2, Fidenza

Tel .0524 - 533356

Il parametro meccanico certamente più significativo per la caratterizzazione del tipo di sottosuolo è la cosiddetta “average shear wave velocity”  $V_{s30}$ , che è una sorta di velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità del sottosuolo.

Il confronto tra la curva teorica (BLU) e quella sperimentale (ROSSO) e il modello di  $V_s$  ha consentito di individuare il Profilo delle  $V_s$  nei primi 30 m di profondità dal p.c. ( $V_{s30}$ ).

La  $V_{s30}$  a partire dalla superficie è risultata pari a 258 m/s

Il confronto tra la curva teorica (BLU) e quella sperimentale (ROSSO) e il modello di  $V_s$  ha consentito di individuare il Profilo delle  $V_s$  nei primi 30 m di profondità dal p.c. ( $V_{s30}$ ) e pertanto di confermare per il sito in questione la categoria **“C” (“Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate, o argille di media consistenza, con spessori di diverse decine di metri fino a centinaia di metri, caratterizzate da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s .....)**, ai sensi dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (n. 3274 – 20 marzo 2003 – G.U. n. 105 dell’8-5-2003).

## 5.- CONCLUSIONI

Nel presente paragrafo si riportano sinteticamente i risultati dello studio precedente unitamente a quelli della presente integrazione.

Geologicamente la zona studiata è caratterizzata dalla presenza di argille marnose grigio verdastre riferibili alla Formazione del Flysch di M. Sporno; in superficie questa Formazione è mascherata da una copertura detritica prevalentemente argillosa di spessore variabile tra 3.00 e 4.00 m circa.

Morfologicamente l'area interessa un piccolo dosso moderatamente acclive alla sommità del versante destro della valle del T. Citronia, in prossimità di un nucleo abitato esistente.

La pendenza media dell'area è pari al 5 – 8 % circa, la zona, grazie anche alla favorevole posizione di crinale, non presenta evidenze di fenomeni di dissesto in atto o recenti, come testimoniato anche dal buono stato di conservazione dei fabbricati principali.

Durante l'esecuzione delle indagini non è stata rilevata la presenza di acque di falda entro la profondità esplorata, anche se da alcuni sondaggi eseguiti in precedenza risulta la presenza di una falda freatica irregolare, ad andamento fortemente stagionale, che può raggiungere il livello di - 4.00 – 5.00 m dal p.c.

Le verifiche di stabilità hanno confermato le buone condizioni di stabilità del versante anche nelle condizioni più gravose.

In riferimento a quanto previsto dal D.M.14 Settembre 2005 “*Norme Tecniche per le Costruzioni*” che integra l’Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" che ha inserito il territorio comunale di Salsomaggiore T. nella classe 3, (equivalente alla III categoria di cui alla Normativa precedente ( $S = 6$ )) si è provveduto alla caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione dell'intervento in progetto come indicato nell'Allegato 2 par.3.1. dell'Ordinanza citata.

Per la caratterizzazione ci si è basati sul rilievo del rumore sismico con tecnica di sismica passiva utilizzando il tromografo “Tromino”, si tratta di un sismografo di dimensioni molto contenute che contiene tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri), un ampio range frequenziale (0,1 – 256 Hz) e il sistema GPS integrato.

Il metodo di indagine utilizzato è quello a stazione singola dei rapporti spettrali (HVSr).

La velocità media delle onde di taglio  $V_{s30}$  è risultata pari a 292 m/s pertanto i terreni di fondazione nella categoria “C” (**“Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate, o argille di media consistenza, con spessori di diverse decine di metri fino a centinaia di metri, caratterizzate da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s “**).

L'area risulta pertanto idonea alla destinazione prevista, sarà tuttavia opportuno mantenere l'edificazione nella fascia più prossima alla strada e prevedere il ricorso a fondazioni profonde che raggiungano il substrato marnoso più compatto; particolare attenzione sarà da porre nella sistemazione finale dell'area assicurando in particolare una adeguata regimazione e raccolta delle acque superficiali e sotterranee e prevedendo la realizzazione di opportuni drenaggi nella zona a valle.

Salsomaggiore, Aprile 2008

Il Geologo  
Dott. Gianluca Cantarelli



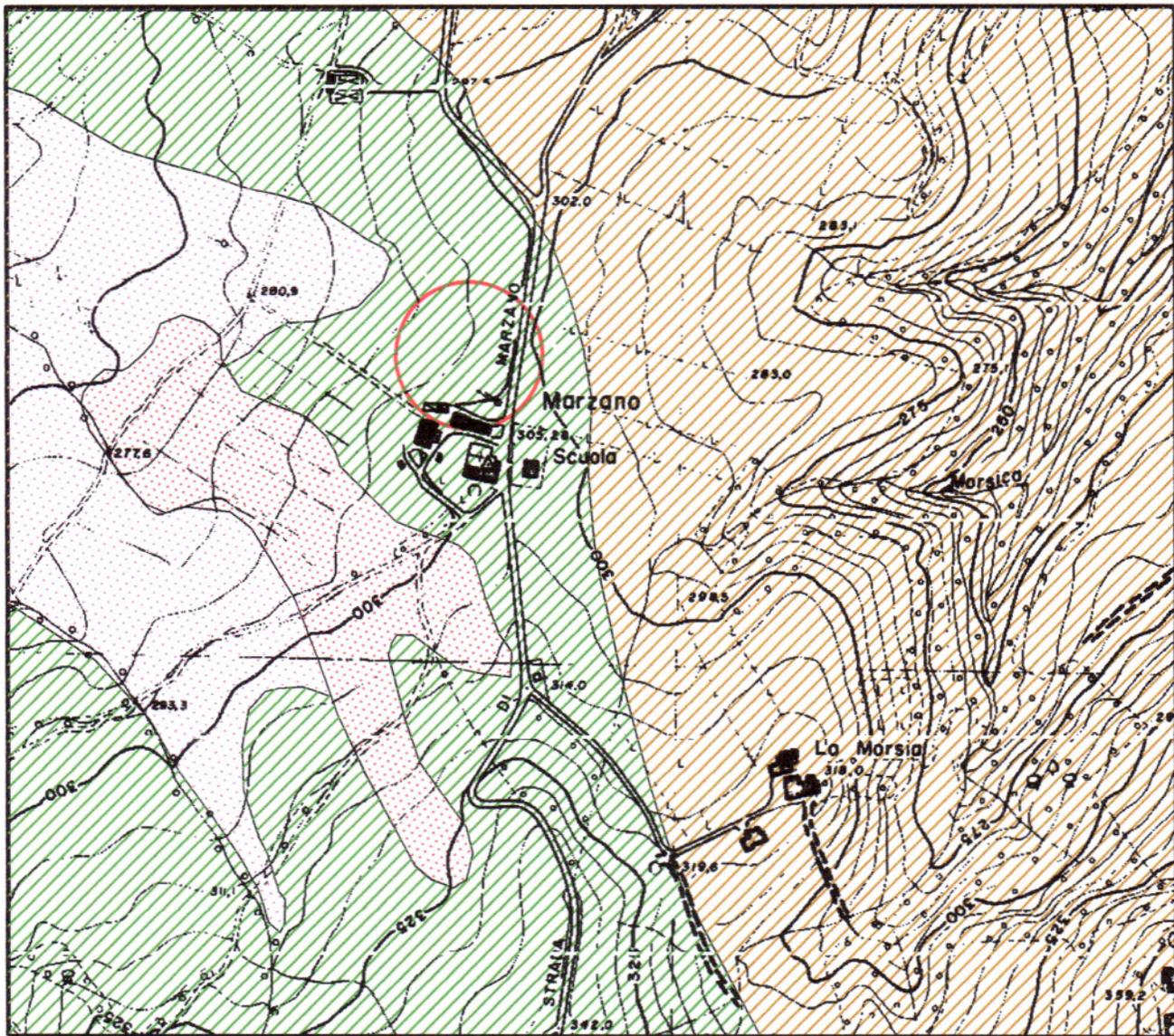


FIG. 1- CARTA GEOMORFOLOGICA - Scala 1 : 5.000

Stralcio C.T.R. Emilia Romagna - Ingrandimento Sezione n° 180160 "Salsomaggiore Terme"

LEGENDA



Depositi detritici di versante - frana quiescente



Marne grigio azzurrognole della Struttura di Salsomaggiore (Miocene inf.)



Marne grigio verdastre con rare intercalazioni sottili di siltiti e arenarie fini (Sp3) (Eocene medio)



Marne grigio rossastre (Marne di Antognola)



Area studiata

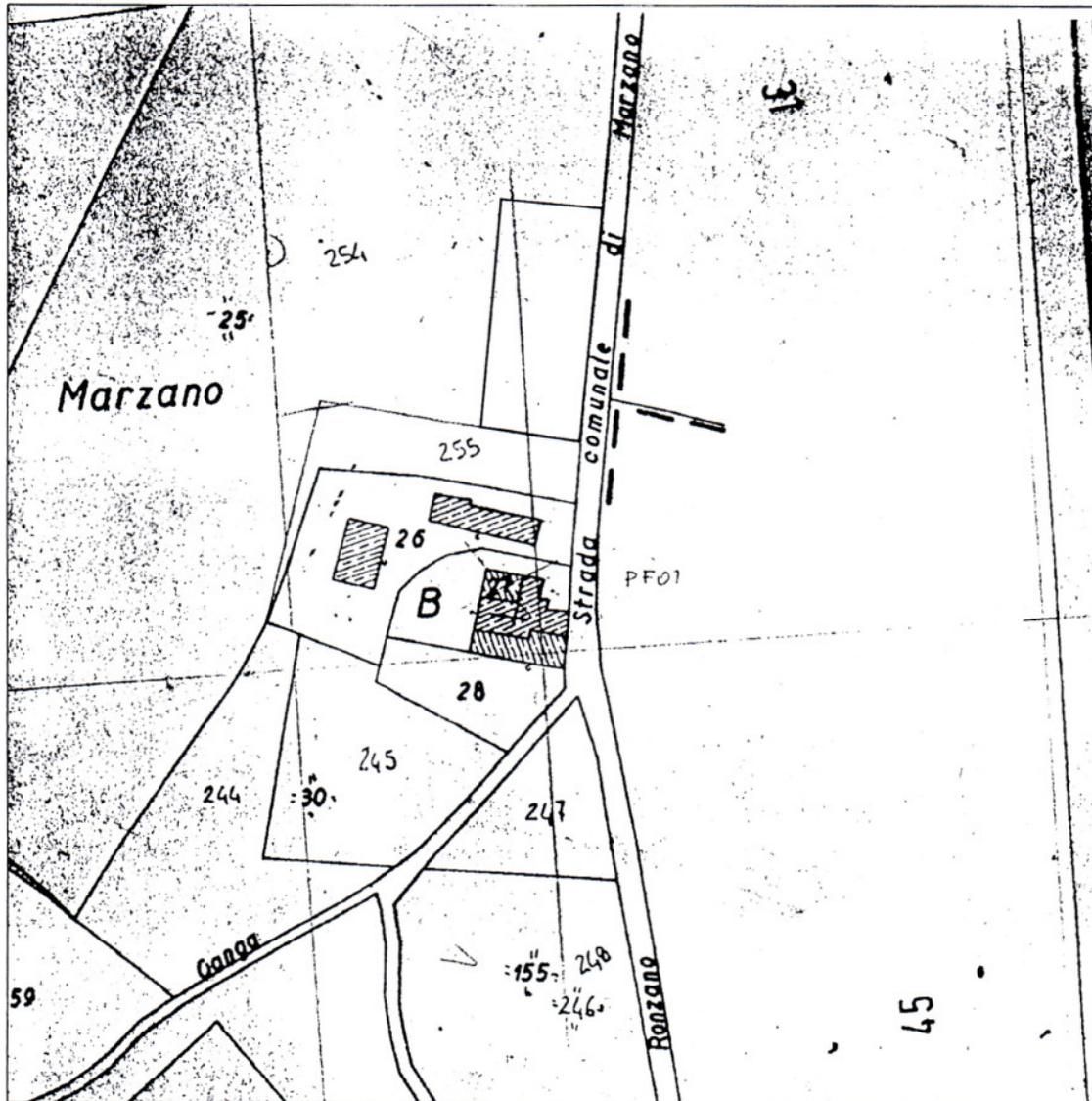


FIG. 2 - PLANIMETRIA CATASTALE - Scala 1: 2000

Carta Catastale Comune di Salsomaggiore T. - F° 44 Mapp. n° 254